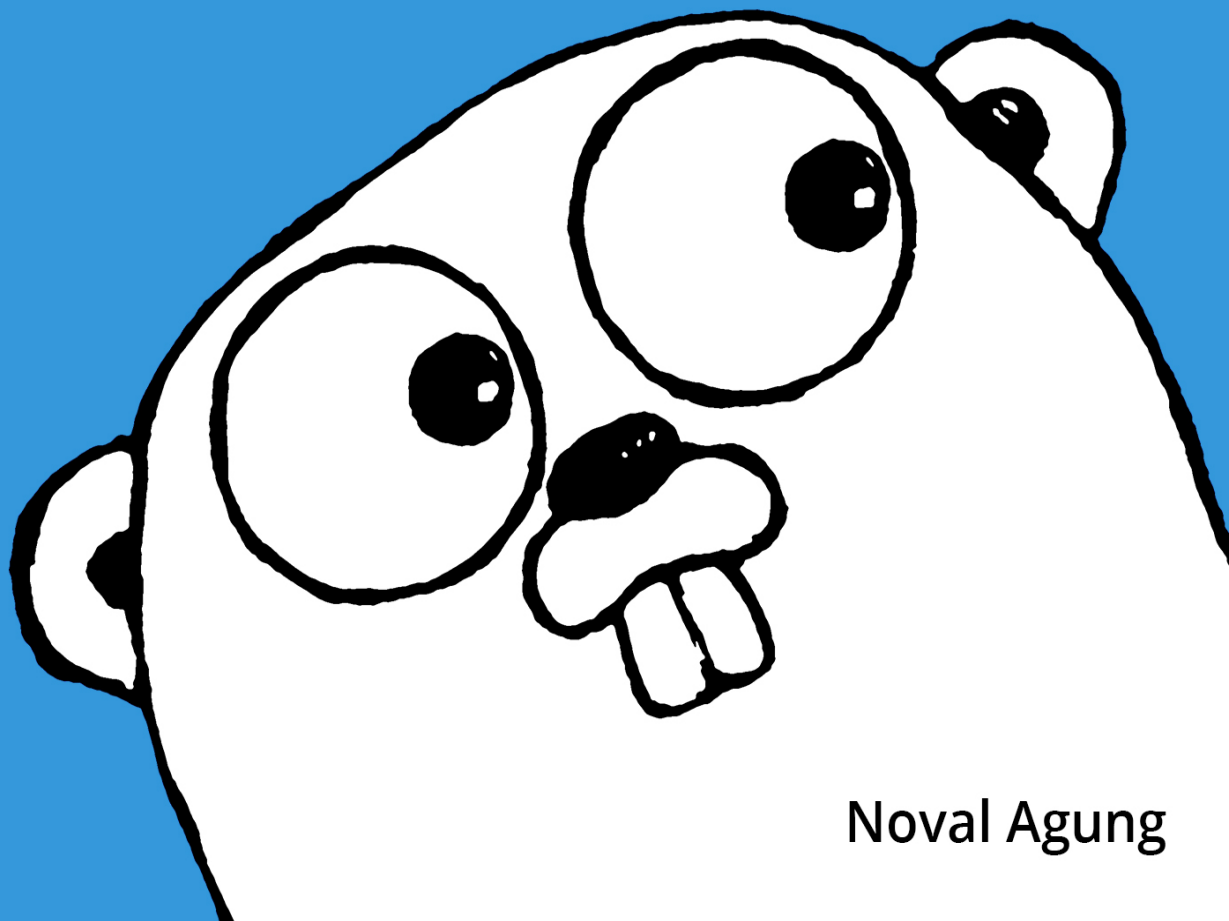
DASAR PEMROGRAMAN
GOLANG



Noval Agung

Table of Contents

Dasar Pemrograman Golang 1.1
Version Changelogs & Updates 1.2
Download Ebook 1.3
Author & Contributors 1.4
Lisensi dan Distribusi Konten 1.5
Referensi Belajar Lainnya 2.1
- 📖 Dasar Pemrograman Python 2.1.1
- 📖 Dasar Pemrograman Rust 2.1.2
- 📖 How To 2.1.3
- ▶️ Udemy Course: Belajar Docker & Kubernetes 2.1.4

A. Pemrograman Go Dasar 3.1
- A.1. Belajar Golang 3.1.1
- A.2. Instalasi Golang 3.1.2
- A.3. Setup Go Modules 3.1.3
- A.4. Setup GOPATH dan Workspace 3.1.4
- A.5. Instalasi Editor 3.1.5
- A.6. Go Command 3.1.6
- A.7. Program Pertama: Hello World 3.1.7
- A.8. Komentar 3.1.8
- A.9. Variabel 3.1.9
- A.10. Tipe Data 3.1.10
- A.11. Konstanta 3.1.11
- A.12. Operator 3.1.12
- A.13. Seleksi Kondisi 3.1.13
- A.14. Perulangan 3.1.14
- A.15. Array 3.1.15
- A.16. Slice 3.1.16
- A.17. Map 3.1.17
- A.18. Fungsi 3.1.18
- A.19. Fungsi Multiple Return 3.1.19
- A.20. Fungsi Variadic 3.1.20
- A.21. Fungsi Closure 3.1.21
- A.22. Fungsi Sebagai Parameter 3.1.22
- A.23. Pointer 3.1.23
- A.24. Struct 3.1.24
- A.25. Method 3.1.25

A.26. Properti Public dan Private (Exported vs Unexported)	3.1.26
A.27. Interface	3.1.27
A.28. Any / interface{} / Interface Kosong	3.1.28
A.29. Reflect	3.1.29
A.30. Goroutine	3.1.30
A.31. Channel	3.1.31
A.32. Buffered Channel	3.1.32
A.33. Channel - Select	3.1.33
A.34. Channel - Range & Close	3.1.34
A.35. Channel - Timeout	3.1.35
A.36. Defer & Exit	3.1.36
A.37. Error, Panic, & Recover	3.1.37
A.38. Layout Format String	3.1.38
A.39. Random	3.1.39
A.40. Time, Parsing Time, & Format Time	3.1.40
A.41. Timer, Ticker, & Scheduler	3.1.41
A.42. Time Duration	3.1.42
A.43. Konversi Antar Tipe Data	3.1.43
A.44. Fungsi String	3.1.44
A.45. Regexp	3.1.45
A.46. Encode - Decode Base64	3.1.46
A.47. Hash SHA1	3.1.47
A.48. Arguments & Flag	3.1.48
A.49. Exec	3.1.49
A.50. File	3.1.50
A.51. Web Server	3.1.51
A.52. URL Parsing	3.1.52
A.53. JSON Data	3.1.53
A.54. Web Service API Server	3.1.54
A.55. Simple Client HTTP Request	3.1.55
A.56. SQL	3.1.56
A.57. NoSQL MongoDB	3.1.57
A.58. Unit Test	3.1.58
A.59. Table-Driven Test	3.1.59
A.60. sync.WaitGroup	3.1.60
A.61. sync.Mutex	3.1.61
A.62. Go Vendoring	3.1.62
A.63. Concurrency Pattern: Pipeline	3.1.63

A.64. Concurrency Pattern: Simplified Fan-in Fan-out Pipeline 3.1.64
A.65. Concurrency Pattern: Context Cancellation Pipeline 3.1.65
A.66. Go Generics 3.1.66
B. Pemrograman Web Go Dasar 4.1
B.1. Golang Web App: Hello World 4.1.1
B.2. Routing http.HandleFunc 4.1.2
B.3. Routing Static Assets 4.1.3
B.4. Template: Render HTML 4.1.4
B.5. Template: Render Partial HTML 4.1.5
B.6. Template: Actions & Variables 4.1.6
B.7. Template: Functions 4.1.7
B.8. Template: Custom Functions 4.1.8
B.9. Template: Render Specific HTML Template 4.1.9
B.10. Template: Render HTML String 4.1.10
B.11. HTTP Method: POST & GET 4.1.11
B.12. HTTP Form Value 4.1.12
B.13. File Upload: ParseMultipartForm 4.1.13
B.14. HTTP Request JSON Payload 4.1.14
B.15. HTTP Response: JSON 4.1.15
B.16. Multiple File Upload: MultipartReader 4.1.16
B.17. Download File 4.1.17
B.18. HTTP Basic Auth 4.1.18
B.19. Middleware http.Handler 4.1.19
B.20. Custom Multiplexer 4.1.20
B.21. HTTP Cookie 4.1.21
B.22. Simple Configuration 4.1.22
B.23. Handler Testing (net/http/httptest) 4.1.23
B.24. Graceful Shutdown 4.1.24
B.25. HTTP Redirect 4.1.25
B.26. Custom Error Handler 4.1.26
B.27. Request Body Size Limit 4.1.27
B.28. HTTP Timeout Handler 4.1.28
B.29. HTTP Handler Context Value 4.1.29
B.30. HTTP Request Cancellation 4.1.30
C. Pemrograman Go Lanjut 5.1
C.1. Project Layout Structure 5.1.1
C.2. Go Web Framework 5.1.2
C.3. Echo Framework & Routing 5.1.3

C.4. Parsing HTTP Request Payload (Echo) 5.1.4
C.5. HTTP Request Payload Validation (Validator v9, Echo) 5.1.5
C.6. HTTP Error Handling (Validator v9, Echo) 5.1.6
C.7. Template Rendering in Echo 5.1.7
C.8. Advanced Middleware & Logging (Logrus, Echo Logger) 5.1.8
C.9. CLI Flag Parser (Kingpin) 5.1.9
C.10. Advanced Configuration: Viper 5.1.10
C.11. Best Practice Configuration: Environment Variable 5.1.11
C.12. Secure Cookie (Gorilla Securecookie) 5.1.12
C.13. Session (Gorilla Session) 5.1.13
C.14. CORS & Preflight Request 5.1.14
C.15. CSRF 5.1.15
C.16. Secure Middleware 5.1.16
C.17. HTTP Gzip Compression (gziphandler) 5.1.17
C.18. Send Mail (net/smtp, Gomail v2) 5.1.18
C.19. Read & Write Excel XLSX File (Excelize) 5.1.19
C.20. Write PDF File (gofpdf) 5.1.20
C.21. Convert HTML to PDF (go-wkhtmltopdf) 5.1.21
C.22. Scraping & Parsing HTML (goquery) 5.1.22
C.23. Parse & Generate XML (etree) 5.1.23
C.24. HTTPS/TLS Web Server 5.1.24
C.25. HTTP/2 & HTTP/2 Server Push 5.1.25
C.26. Advanced Client HTTP Request 5.1.26
C.27. Secure & Insecure Client HTTP Request 5.1.27
C.28. FTP 5.1.28
C.29. SSH & SFTP 5.1.29
C.30. Protobuf 5.1.30
C.31. gRPC + Protobuf 5.1.31
C.32. JSON Web Token (JWT) 5.1.32
C.33. LDAP Authentication 5.1.33
C.34. SSO SAML (Service Provider) 5.1.34
C.35. Dockerize Aplikasi Golang 5.1.35
C.36. Redis 5.1.36
C.37. Singleflight 5.1.37
C.38. AWS S3 5.1.38
D. Studi Kasus 6.1
D.1. Insert 1 Juta Rows CSV ke Database Secara Konkuren/Parallel 6.1.1
D.2. Google API Search Dengan Timeout 6.1.2

D.3. Web Socket Chatting App 6.1.3

Dasar Pemrograman Golang

Golang, atau Go adalah bahasa pemrograman yang lahir di tahun 2009. Golang memiliki banyak kelebihan, terbukti dengan banyaknya perusahaan besar yang menggunakan bahasa ini dalam pengembangan produk-produk mereka, hingga level production tentunya.

Website/ebook tutorial Dasar Pemrograman Golang ini merupakan salah satu dari sekian banyak referensi yang bisa dijadikan bahan belajar pemrograman Go. Topik-topik yang disediakan sangat bervariasi mulai dari hal yang basic (dari 0), hingga chapter yang sifatnya advance.

Ada total sekitar **160+ chapter** yang dibahas dalam website/ebook ini. Kumpulan chapter tersebut dibagi menjadi 4 kategori besar yang berurutan dan berkesinambungan satu sama lain.

A. **Pemrograman Go Dasar**. Pada bagian ini topik yang dibahas sangat dasar, cocok untuk orang yang belum pernah tau atau belum menggunakan bahasa Go. Pembahasan dimulai dari instalasi, eksekusi, hello word, dilanjutkan dengan topik seperti pembahasan beberapa keyword Go, pointer, struct, interface, reflect, goroutine, channel, date time, dan lainnya.
B. **Pemrograman Web Go Dasar**. Pada bagian ini kita akan fokus belajar ilmu dasar yang diperlukan untuk pengembangan aplikasi web menggunakan Go, di antaranya seperti: routing, multiplexer, middleware, cookie, dan lainnya. Pada chapter ini kita tidak menggunakan framework atau library external, hanya menggunakan API internal yang disediakan Go saja.
C. **Pemrograman Go Lanjut**. Di bagian ini akan mulai dibahas topik yang lebih advance, beberapa di antaranya akan menggunakan library-library Go yang sudah cukup terkenal di komunitas. Topik-topik tersebut antara lain: http, ssl, cors, crsf, mail, pdf, excel, ftp, ssh, web socket, protobuf, gRPC + protobuf, atau topik advance web atau non-web lainnya.
D. **Studi Kasus**. Di bagian ini akan dibahas mengenai Proof of Concept dari problem solving kasus penerapan aplikasi Go di real project.

Versi e-book: **v4.0.20251111**, dan versi Go **1.26.4**.

Download File E-book (pdf, epub, mobi)

Versi ebook bisa di-download dalam bentuk file via link berikut:

- PDF
- Epub
- Mobi

Untuk mendapatkan konten buku yang paling update, silakan baca langsung versi web secara online atau download ulang e-book versi terbaru.

Source Code Praktik

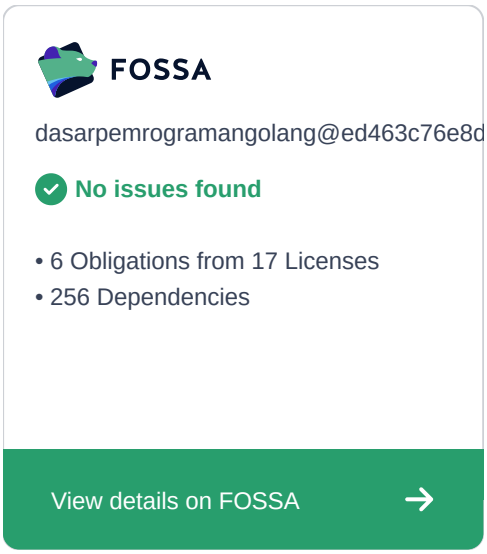
Source code contoh-contoh program bisa diunduh di github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example. Dianjurkan untuk tidak copy-paste dari source code dalam proses belajar, usahakan untuk menulis sendiri kode program agar cepat terbiasa dengan bahasa Go.

Kontribusi

Website/ebook ini merupakan project open source, jadi teruntuk siapapun yang ingin berkontribusi silakan langsung saja cek GitHub kami di github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang. Silakan lihat juga laman kontributor untuk lebih detailnya mengenai kontribusi ke project ini.

Lisensi dan Status FOSSA

Website/ebook tutorial Dasar Pemrograman Go gratis untuk disebarluaskan secara bebas, baik untuk komersil maupun tidak, dengan catatan harus disertakan credit sumber aslinya (yaitu **Dasar Pemrograman Golang** atau **novalagung**) dan tidak mengubah lisensi aslinya (yaitu **CC BY-SA 4.0**). Lebih detailnya silakan cek halaman lisensi dan distribusi konten.



Author

Website/ebook ini dibuat oleh **Noval Agung Prayogo**. Untuk pertanyaan, kritik, dan saran, silakan drop email ke hello@novalagung.com.

Version Changelogs & Updates

📝 Release v4.1.20260510 (2026-05-10)

◉ Perbaikan konsep & konten

- A.16. Slice
  - Pemindahan section `make` dari chapter array ke slice agar sesuai konsep
  - Penjelasan reference type dan operasi slice diperbaiki (termasuk typo "pinnaple" → "pineapple")
- A.17. Map
  - Klarifikasi penggunaan `make` dan `new` pada map
- A.31. Channel
  - Koreksi penjelasan "pass by reference" → channel adalah reference type yang di-copy by value
- A.47. Hash SHA1
  - Koreksi konsep hash ("enkripsi satu arah" → "fungsi satu arah")
  - Penambahan catatan keamanan untuk penggunaan production (SHA1 tidak lagi aman, gunakan SHA256/SHA3)
- A.54. Web Service API Server
  - Perbaikan penjelasan request method, response code, dan contoh cURL
- A.65. Go Generics
  - Koreksi penjelasan `comparable` (bukan untuk "semua tipe data", melainkan tipe yang mendukung `==` / `!=`)
  - Rekomendasi penggunaan `any` untuk semua tipe data
- B.23. Server Handler HTTP Request Cancellation
  - Perbaikan section number (B.32 → B.23), duplikat import dihapus
- C.25. HTTP/2 dan HTTP/2 Server Push
  - Penyesuaian narasi untuk browser modern yang sudah tidak mendukung server push
  - Catatan historis dan rekomendasi preload/103 Early Hints sebagai alternatif
- C.32. JSON Web Token (JWT)
  - Koreksi konsep signing vs encryption (JWT di-sign, bukan di-enkripsi)
  - Migrasi dari `jwt.StandardClaims` (deprecated) ke `jwt.RegisteredClaims`

◉ Perbaikan bug pada kode

- Perbaikan variabel name mismatch pada kode FTP (`connt` → `conn`) agar bisa dikompilasi
- Perbaikan typo `pckage` → `package` pada kode SSO/SAML
- Perbaikan `go get` URL pada chapter CORS (menghapus `https://` prefix)
- Perbaikan error handling pada AWS S3 presign URL (dari `req, _` menjadi `req, err` dengan pengecekan)
- Perbaikan missing `return` setelah `http.Error` pada WebSocket handler (D.3)

- Perbaikan `http.Error` ganda pada singleflight handler (C.37)

◉ Pembaruan dependency & safety notes

- Redis: update import path `go-redis/redis/v8` → `redis/go-redis/v9`
- Excel: update import path `360EntSecGroup-Skylar/excelize` → `xuri/excelize/v2`
- Session MongoDB: penggantian `gopkg.in/mgo.v2` → `github.com/globalsign/mgo` dengan catatan deprecation
- gRPC: penambahan catatan versi gRPC yang lebih baru
- Cobra/Kingpin: koreksi referensi author Cobra (spf13) dan Kingpin (alecthomas)
- Validator: update referensi v9 → v10
- Penambahan catatan keamanan pada chapter secure cookie, session, secure middleware, send email, dan insecure TLS request

◉ Perbaikan typo & narasi di banyak chapter

- A.1. Berkenalan Dengan Golang
- A.7. Hello World (typo "Hello Word" → "Hello World")
- A.8. Komentar (typo double "untuk untuk")
- A.11. Konstanta (tipe data `float` → `float64`)
- A.21. Fungsi Closure (typo "diantaranya" → "di antaranya", variable name fix)
- A.25. Method (section number fix, "array" → "slice")
- A.34. Channel Range Close (penjelasan close channel)
- A.35. Channel Timeout (typo function name `retreiveData` → `retrieveData`)
- A.36. Defer & Exit (typo "ekseusi" → "eksekusi")
- A.37. Error, Panic, & Recover (typo "occured" → "occurred")
- A.53. JSON (typo "konverstri" → "konversi")
- A.55. Client HTTP Request (typo, penjelasan response body)
- A.61. Go Vendoring (section number duplikat diperbaiki)
- A.6. Go Command (penjelasan `go get` untuk Go modern)
- B.1. Golang Web Hello World (typo `ResponseWrite` , `seperta` → `seperti` , dll)
- B.2. Routing (caption gambar diperbaiki)
- B.3. Routing Static Assets (typo "didefiniskan" → "didefinisikan")
- B.8. Template Custom Functions (typo "Perbadaan" → "Perbedaan")
- B.19. Middleware (typo "pengencekan" → "pengecekan")
- B.5. Render Partial HTML (section number fix)
- B.15. AJAX JSON Response (koreksi `io.Reader` → `io.Writer`)
- C.16. Secure Middleware (section number fix)
- C.28. FTP (variable name fix)
- D.3. WebSocket Chatting App (missing return ditambahkan)

◉ General update

- Penambahan GitHub Actions workflow (`release.yml`) untuk membuat release otomatis saat push tag `v*`

- Penambahan fitur darkmode pada stylesheet website
- Perbaikan tampilan font-settings dropdown (sekarang selalu terlihat)
- Pembaruan README (jumlah chapter 120 → 160+, versi e-book v4.0.20241115 → v4.0.20251111)
- Penambahan kontributor baru: Rofid (alimurrofid) dan M. Gusti Maulana Z (mgustimz)
- Sinkronisasi submodule `examples` ke revisi terbaru
- Penghapusan duplikasi entry changelog v4.0.20250422

📝 Release v4.0.20251111 (2025-11-11)

◉ Chapter update

- A.31. Channel
  - Perbaikan inkonsistensi gambar dan contoh
- A.19. Fungsi Multiple Return
  - Perbaikan typo
- B.5. Template: Render Partial HTML Template
  - Refactoring kode
- C.36. Redis
  - Perbaikan syntax error
- C.25. HTTP/2 dan HTTP/2 Server Push
  - Perbaikan link chapter relevan

◉ General update

- Sidebar improvement untuk mobile app view

📝 Release v4.0.20250422 (2025-04-22)

◉ Chapter update

- A.35. Channel - Timeout
  - Peningkatan konten & perbaikan typo
- C.35. Dockerize Aplikasi Golang
  - Peningkatan konten & perbaikan typo

📝 Release v4.0.20241115 (2024-11-15)

◉ General update

- UI updates

📝 Release v4.0.20240830 (2024-08-30)

◉ Chapter update

- A.2. Instalasi Golang (Stable & Unstable)
  - Update command instalasi
- A.3. Go Modules
  - Peningkatan konten & perbaikan typo
- A.10. Tipe Data
  - Peningkatan konten & perbaikan typo
- A.14. Perulangan
  - Penambahan penjelasan tentang `for i := range N`
- A.18. Fungsi
  - Peningkatan konten & perbaikan typo
- A.32. Buffered Channel
  - Peningkatan konten & perbaikan typo
- A.42. Time Duration
  - Perbaikan kesalahan penjelasan pada `time.Duration`
- C.34. SSO SAML 2.0 (Service Provider)
  - Peningkatan gambar
- Perbaikan narasi konten semua chapter di section A
- Perbaikan narasi konten semua chapter di section B

◉ General update

- Penerapan manual versioning
- Penambahan halaman changelogs
- Penambahan halaman download file
- Improvisasi keyword untuk keperluan SEO
- Penyesuaian resolusi gambar konten

Download Ebook

Ebook Dasar Pemrograman Golang bisa di-download dalam bentuk file, silakan gunakan link berikut:

- PDF
- Epub
- Mobi

Author & Contributors

E-book Dasar Pemrograman Golang adalah proyek *open source*. Siapapun bebas untuk berkontribusi di sini, bisa dalam bentuk perbaikan *typo*, update kalimat, maupun submit tulisan baru. Bagi pembaca yang berminat untuk berkontribusi, silakan ikuti petunjuk berikut:

1. *Fork* https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang.
2. *Commit* perbaikan anda ke branch baru.
3. Kemudian submit *pull request* ke GitHub kami. Silakan sertakan issue jika diperlukan.
4. Kami akan me-review PR tersebut untuk kemudian di-*merge*.

Local Development

Jalankan command berikut untuk run project ini di local environment:

```
npm install
npm run serve
```

Original Author

E-book ini di-inisialisasi oleh Noval Agung Prayogo.

Contributors

Berikut merupakan *hall of fame* kontributor yang sudah berbaik hati menyisihkan waktunya untuk membantu pengembangan e-book ini.

1. Acep Saepudin
2. Adev Saputra
3. Afifurrohman
4. Agus Budiono
5. Ahmad Syafiq Aqil Wafi
6. Akul Nurislamimanudin
7. aldifayol
8. Alfiyanto Kondolele
9. Amin Rasul Kamsena
10. Ananda Wiradharma
11. Andi Fauzan Hediantoro
12. Andreas Giovani
13. Arian Saputra
14. Arsy Opraza Akma
15. bae-vcore
16. Bagas
17. Bagas Hariyanto

18. Burhanudin Yahya
19. Dipta Harimbawa
20. Dwi Hujianto
21. Edi Santoso
22. Eky Pradhana
23. Fadhil Riyanto
24. Faizar Septiawan
25. Fajar Islami
26. Febrian
27. Felix Andersen
28. Ganjar Gingin Tahyudin
29. Gusman Widodo
30. Hafiz Kurnia Aji
31. I Gede Tirtanata
32. Ibnul Mutaki
33. Imam Ahmad Fahrezi
34. Isnandar Fajar Pangestu
35. Ivan Aulia Rahman
36. Jonathan Steve Roland
37. Kiswono Prayogo
38. Lufri Rais Maulana
39. M. Gusti Maulana Z
40. M. Ilham Syaputra
41. Ma'mur Rezeki
42. Muhammad 'Ali Murrofid
43. Muhammad Faris 'Afif
44. Muhammad Habib Rohman
45. Muhammad Hanif Amrullah Fakhruddin
46. Muhammad Rafi Raihandika
47. Muhammad Ridho
48. Muhammad Rizal
49. Muhammad Zulfan Wahyudin
50. Mulia Nasution
51. nekonako
52. nisacodelifings
53. Nuevo Querto
54. Purwo Widodo
55. Restu Fajar Sidhiq
56. Rico
57. Rizky Zhang
58. Ryan Febriansyah
59. Ryuuusuke
60. Sal Prima
61. Seno
62. Shabrina
63. Sultan Naufal Abdillah
64. Teuku Mulia Ichsan
65. Tiara Dewangga

66. Wahyu Kristianto
67. Wanda Ichsanul Isra
68. Yofriadi Yahya
69. Zulfikar Ali Muzakir
70. ... anda :-)

Lisensi dan Distribusi Konten

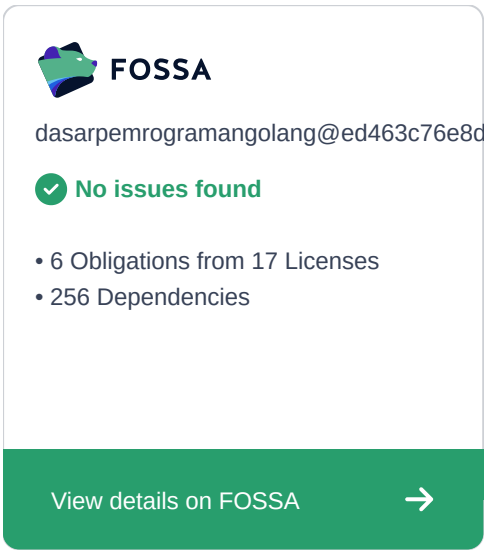
Ebook Dasar Pemrograman Go gratis untuk disebarluaskan secara bebas, dengan catatan sesuai dengan aturan lisensi CC BY-SA 4.0 yang kurang lebih sebagai berikut:

- Diperbolehkan menyebar, mencetak, dan menduplikasi material dalam konten ini ke siapapun.
- Diperbolehkan memodifikasi, mengubah, atau membuat konten baru menggunakan material yang ada dalam ebook ini untuk keperluan komersil maupun tidak.

Dengan catatan:

- Harus ada credit sumber aslinya, yaitu **Dasar Pemrograman Golang** atau **novalagung**
- Tidak mengubah lisensi aslinya, yaitu **CC BY-SA 4.0**
- Tidak ditambahi *restrictions* baru

Lebih jelasnya silakan cek https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/.



Belajar Golang (Gratis!)

Golang (atau biasa disebut dengan **Go**) adalah bahasa pemrograman yang dikembangkan di **Google** oleh **Robert Griesemer**, **Rob Pike**, dan **Ken Thompson** pada tahun 2007 dan mulai diperkenalkan ke publik tahun 2009.

Desain bahasa Go banyak terinspirasi dari bahasa **C**, sehingga gaya sintaksnya terasa mirip dengan C/C++.

Kelebihan Go

Go memiliki kelebihan dibanding bahasa lainnya, beberapa di antaranya:

- Mendukung konkurensi di level bahasa dengan pengaplikasian cukup mudah
- Mendukung pemrosesan data dengan banyak prosesor dalam waktu yang bersamaan *(parallel processing)*
- Memiliki *garbage collector*
- Proses kompilasi sangat cepat
- Bukan bahasa pemrograman yang hierarkis dan bukan *strict* OOP, memberikan kebebasan ke developer perihal bagaimana cara penulisan kode.
- Dependensi dan *tooling* yang disediakan terbilang lengkap.
- Dukungan komunitas sangat bagus. Banyak tools yang tersedia secara gratis dan *open source* yang bisa langsung dimanfaatkan.

Sudah banyak industri dan perusahaan yang menggunakan Go sampai level production, termasuk di antaranya adalah Google sendiri, dan juga tempat di mana penulis bekerja 😁

Pada buku ini (terutama semua serial chapter A) kita akan belajar tentang dasar pemrograman Go, mulai dari 0, dan gratis.

A.2. Instalasi Golang

Hal pertama yang perlu dilakukan sebelum bisa menggunakan Go adalah meng-*install*-nya terlebih dahulu. Panduan instalasi sebenarnya sudah disediakan di situs resmi Go http://golang.org/doc/install#install.

Di sini penulis mencoba meringkas petunjuk instalasi pada *link* di atas, agar lebih mudah untuk diikuti terutama untuk pembaca yang baru belajar.

> Go yang digunakan adalah versi **1.22**, direkomendasikan menggunakan versi tersebut.

URL untuk mengunduh *installer* Go: https://golang.org/dl/. Silakan langsung unduh dari *link* tersebut lalu lakukan proses instalasi, atau bisa mengikuti petunjuk pada chapter ini.

A.2.1. Instalasi Go *Stable*

◉ Instalasi Go di Windows

1. Download terlebih dahulu *installer*-nya di https://golang.org/dl/. Pilih *installer* untuk sistem operasi Windows sesuai jenis bit yang digunakan.
2. Setelah ter-*download*, jalankan *installer*, klik *next* hingga proses instalasi selesai. *By default* jika anda tidak merubah path pada saat instalasi, Go akan ter-*install* di `C:\go`. *Path* tersebut secara otomatis akan didaftarkan dalam `PATH` *environment variable*.
3. Buka *Command Prompt* / *CMD*, eksekusi perintah berikut untuk mengecek versi Go.

   ```
   go version
   ```

4. Jika output adalah sama dengan versi Go yang ter-*install*, menandakan proses instalasi berhasil.

> Pada beberapa kasus, command `go version` tidak dikenali meskipun instalasi sukses. Solusinya adalah dengan restart CMD (tutup CMD, kemudian buka lagi). Setelah itu coba jalankan ulang command di atas.

◉ Instalasi Go di MacOS

Cara termudah instalasi Go di MacOS adalah menggunakan Homebrew.

1. *Install* terlebih dahulu Homebrew (jika belum ada), caranya jalankan perintah berikut di **terminal**.

   ```
   $ /bin/bash -c "$(curl -fsSL https://raw.githubusercontent.com/Homebrew/in
   ```

2. *Install* Go menggunakan command `brew`.

```
$ brew install go
```

3. Umumnya Homebrew otomatis menambahkan binary Go ke `PATH`. Jika belum, tambahkan secara manual ke `PATH` *environment variable* (sesuaikan path dengan output `brew --prefix go`).

```
$ echo "export PATH=$PATH:/usr/local/go/bin" >> ~/.bash_profile
$ source ~/.bash_profile
```

4. Jalankan perintah berikut untuk mengecek versi Go.

```
go version
```

5. Jika output adalah sama dengan versi Go yang ter-*install*, menandakan proses instalasi berhasil.

◉ Instalasi Go di Linux

1. Unduh arsip *installer* dari https://golang.org/dl/, pilih installer untuk Linux yang sesuai dengan jenis bit komputer anda. Proses download bisa dilakukan lewat CLI, menggunakan `wget` atau `curl`.

```
$ wget https://storage.googleapis.com/golang/go1...
```

2. Buka terminal, *extract* arsip tersebut ke `/usr/local`.

```
$ tar -C /usr/local -xzf go1...
```

3. Tambahkan path binary Go ke `PATH` *environment variable*.

```
$ echo "export PATH=$PATH:/usr/local/go/bin" >> ~/.bashrc
$ source ~/.bashrc
```

4. Selanjutnya, eksekusi perintah berikut untuk mengetes apakah Go sudah terinstal dengan benar.

```
go version
```

5. Jika output adalah sama dengan versi Go yang ter-*install*, menandakan proses instalasi berhasil.

A.2.2. Variabel `GOROOT`

By default, setelah proses instalasi Go selesai, secara otomatis akan muncul *environment variable* `GOROOT`. Isi dari variabel ini adalah lokasi di mana Go ter-*install*.

Sebagai contoh di Windows, ketika Go di-*install* di `C:\go`, maka path tersebut akan menjadi isi dari `GOROOT`.

Silakan gunakan command `go env` untuk melihat informasi konfigurasi *environment* yang ada.

A.2.3. Instalasi Go *Unstable/Development*

Jika pembaca tertarik untuk mencoba versi development Go, ingin mencoba fitur yang belum dirilis secara official, ada beberapa cara:

- Instalasi dengan *build from source* https://go.dev/doc/install/source
- Gunakan command `go install`, contohnya seperti `go install golang.org/dl/go1.18beta1@latest`. Untuk melihat versi unstable yang bisa di-install silakan merujuk ke https://go.dev/dl/#unstable

A.3. Go Modules

Pada bagian ini kita akan belajar cara pembuatan project baru menggunakan Go Modules.

A.3.1. Penjelasan

Go modules merupakan tools untuk manajemen dependensi resmi milik Go. Modules digunakan untuk menginisialisasi sebuah project, sekaligus melakukan manajemen terhadap *3rd party* atau *library* atau *dependency* yang digunakan dalam project.

Modules penggunaannya adalah via CLI. Jika pembaca sudah sukses meng-*install* Go, maka otomatis bisa menggunakan operasi CLI Go Modules.

> Di Go, istilah modules (atau module) maknanya sama dengan project. Jadi tidak perlu bingung.

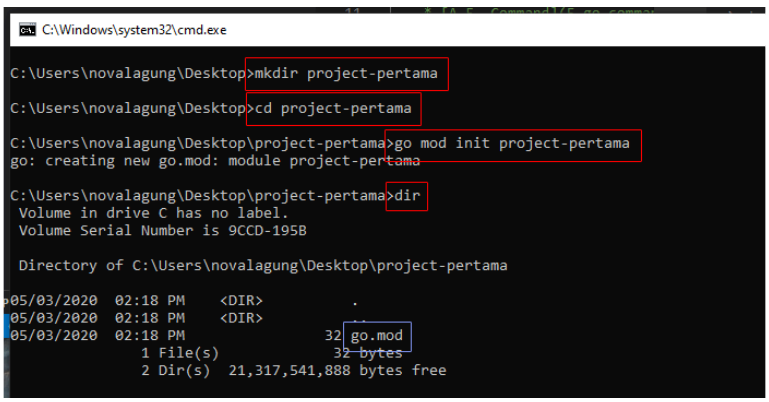
A.3.2. Inisialisasi Project Menggunakan Go Modules

Command `go mod init` digunakan untuk menginisialisasi project baru.

Mari langsung praktikkan saja. Buat folder baru, bisa via CLI atau lewat browser/finder.

```
mkdir project-pertama
cd project-pertama
go mod init project-pertama
```

Bisa dilihat pada *command* di atas ada direktori `project-pertama`, dibuat. Setelah masuk ke direktori tersebut, perintah `go mod init project-pertama` dijalankan. Dengan ini maka kita telah menginisialisasi direktori/folder `project-pertama` sebagai sebuah project Go dengan nama `project-pertama`.



Skema penulisan command `go mod`:

```
go mod init <nama-project>
go mod init project-pertama
```

Di sini kita tentukan nama project adalah sama dengan nama folder, ini merupakan *best practice* di Go.

> Nama project dan nama module pada dasarnya merujuk hal yang sama. Ingat, di Go istilah module sama dengan project.

Eksekusi perintah `go mod init` menghasilkan satu buah file baru bernama `go.mod`. File ini digunakan oleh Go toolchain untuk menandai bahwa folder di mana file tersebut berada adalah folder project. Jadi pastikan untuk tidak menghapus file tersebut.

Ok, sekian. Cukup itu saja cara inisialisasi project di Go.

O iya, sebenarnya selain Go Modules, setup project di Go juga bisa menggunakan `$GOPATH` yang pembahasannya ada di chapter (A.4. Setup GOPATH Dan Workspace).

Namun metode inisialisasi project via GOPATH sudah outdate dan kurang dianjurkan untuk project-project yang dikembangkan menggunakan Go versi terbaru (1.14 ke atas).

Jadi setelah chapter ini, pembaca boleh langsung lompat ke pembahasan di chapter A.5. Instalasi Editor.

A.4. GOPATH dan Workspace

Pada chapter ini kita akan belajar tentang apa itu GOPATH beserta cara setupnya.

> ⚠️ INFORMASI ⚠️
>
> Setup Go project menggunakan GOPATH kurang dianjurkan untuk Go versi terbaru. Lebih baik gunakan A.3. Setup Go Modules.
>
> Namun meski demikian, bukan berarti GOPATH tidak berguna sama sekali, jadi silakan ikuti panduan berikut jika diperlukan.

A.4.1. Variabel `GOPATH`

GOPATH adalah variabel yang digunakan oleh Go sebagai rujukan lokasi di mana semua folder project disimpan (kecuali untuk yg diinisialisasi menggunakan Go Modules). GOPATH berisikan 3 buah sub-folder: `src`, `bin`, dan `pkg`.

Project di Go bisa ditempatkan dalam `$GOPATH/src`. Sebagai contoh anda ingin membuat project dengan nama `belajar`, maka **harus** dibuatkan sebuah folder dengan nama `belajar`, ditempatkan dalam `src` (`$GOPATH/src/belajar`).

> Path separator yang digunakan sebagai contoh di buku ini adalah slash `/`. Khusus pengguna Windows, path separator adalah backslash `\`.

A.4.2. Setup Workspace

Lokasi folder yang akan dijadikan sebagai workspace bisa ditentukan sendiri. Anda bisa menggunakan alamat folder mana saja, bebas, tapi jangan gunakan path di mana Go ter-*install* (tidak boleh sama dengan `GOROOT`). Lokasi tersebut harus didaftarkan dalam path variable dengan nama `GOPATH`. Sebagai contoh, penulis memilih path `$HOME/Documents/go`, maka saya daftarkan alamat tersebut. Caranya:

- Bagi pengguna **Windows**, tambahkan path folder tersebut ke **path variable** dengan nama `GOPATH`. Setelah variabel terdaftar, cek apakah path sudah terdaftar dengan benar.

  > Sering terjadi `GOPATH` tidak dikenali meskipun variabel sudah didaftarkan. Jika hal seperti ini terjadi, restart CMD, lalu coba lagi.

- Bagi pengguna Mac OS, export path ke `~/.bash_profile`. Untuk Linux, export ke `~/.bashrc`

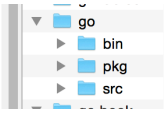
  ```
  $ echo "export GOPATH=$HOME/Documents/go" >> ~/.bash_profile
  $ source ~/.bash_profile
  ```

  Cek apakah path sudah terdaftar dengan benar.

```
novalagung:~ $ source ~/.bash_profile
novalagung:~ $ echo $GOPATH
/Users/novalagung/Documents/go
novalagung:~ $
```

Setelah `GOPATH` berhasil dikenali, perlu disiapkan 3 buah sub folder di dalamnya, dengan kriteria sebagai berikut:

- Folder `src`, adalah path di mana project Go disimpan
- Folder `pkg`, berisi file hasil kompilasi
- Folder `bin`, berisi file executable hasil build



Struktur di atas merupakan struktur standar workspace Go. Jadi pastikan penamaan dan hirarki folder adalah sama.

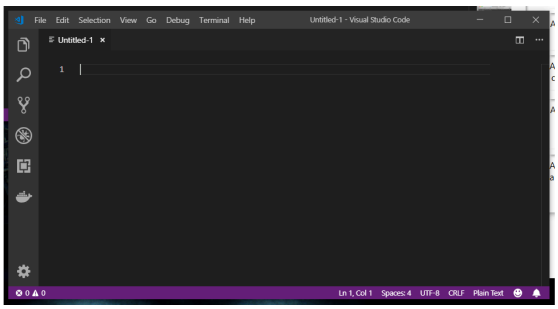
A.5. Instalasi Editor

Proses pembuatan aplikasi menggunakan Go akan lebih maksimal jika didukung oleh editor atau **IDE** yang pas. Ada cukup banyak pilihan bagus yang bisa dipertimbangkan, di antaranya: JetBrains GoLand, Visual Studio Code, Netbeans, Atom, Sublime Text, dan lainnya.

Penulis sarankan untuk memilih editor yang paling nyaman digunakan, preferensi masing-masing pastinya berbeda. Penulis sendiri lebih sering menggunakan **Visual Studio Code**. Editor ini sangat ringan, mudah didapat, dan memiliki ekstensi yang bagus untuk bahasa Go. Jika pembaca ingin menggunakan editor yang sama, maka silakan melanjutkan panduan berikut.

A.5.1. Instalasi Editor Visual Studio Code

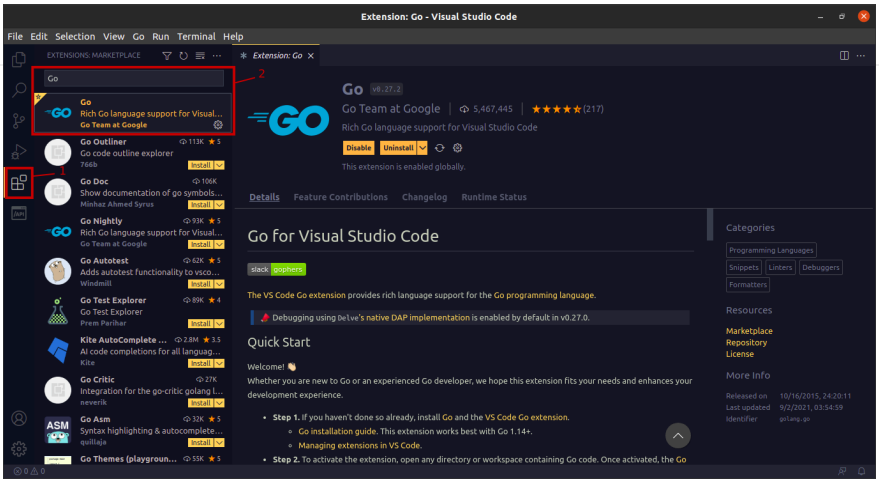
1. Download Visual Studio Code di https://code.visualstudio.com/Download, pilih sesuai dengan sistem operasi yang digunakan.
2. Jalankan *installer*.
3. Setelah selesai, jalankan editornya.



A.5.2. Instalasi Extensi Go

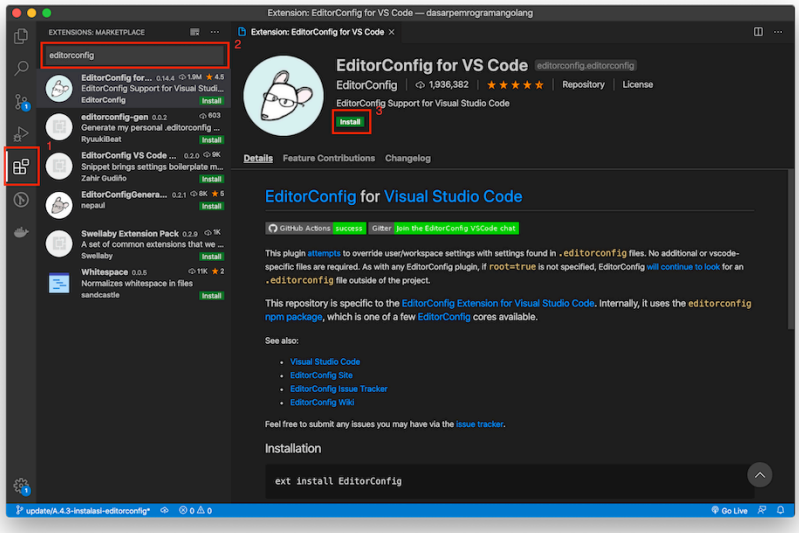
Dengan meng-*install* Go Extension pada VSCode, maka development akan menjadi lebih menyenangkan dan mudah. Banyak benefit yang didapat dari ekstensi ini, beberapa di antaranya adalah integrasi dengan kompiler Go, auto lint on save, testing with coverage, fasilitas debugging with breakpoints, dan lainnya.

Cara instalasi ekstensi sendiri cukup mudah, klik `View -> Extension` atau klik ikon *Extension Marketplace* di sebelah kiri (silakan lihat gambar berikut, deretan button paling kiri yang dilingkari merah). Setelah itu ketikkan **Go** pada inputan search, lalu install ekstensi Go buatan Go Team at Google, biasanya muncul di urutan paling atas.



A.5.3. Setup Editorconfig

Editorconfig membantu kita supaya *coding style* menjadi konsisten untuk dibaca oleh banyak developer, dan juga ketika dimuat pada berbagai macam **IDE**. Instalasinya di VSCode cukup mudah, cari saja *extension*-nya kemudian klik *install* seperti pada gambar berikut.



Editorconfig pada sebuah proyek (biasanya berada di root direktori proyek tersebut) berupa konfigurasi format file `.editorconfig` yang berisi definisi style penulisan yang menyesuaikan dengan standar penulisan masing-masing bahasa pemrograman. Misalnya untuk *style guide* **GO** kita bisa mulai dengan menggunakan konfigurasi sederhana sebagai berikut:

```
root = true

[*]
insert_final_newline = true
charset = utf-8
trim_trailing_whitespace = true
indent_style = space
indent_size = 2

[{Makefile,go.mod,go.sum,*.go}]
indent_style = tab
indent_size = 8
```

A.6. Command

Pengembangan aplikasi Go pastinya tak akan jauh dari hal-hal yang berbau CLI atau *Command Line Interface*. Di Go, proses inisialisasi project, kompilasi, testing, eksekusi program, semuanya dilakukan lewat command line.

Go menyediakan command `go`, dan pada chapter ini kita akan mempelajari beberapa di antaranya.

> Pada pembelajaran chapter ini, pembaca tidak harus menghafal dan mempraktikkan semuanya, cukup ikuti saja pembelajaran agar mulai familiar. Perihal praktiknya sendiri akan dimulai pada chapter selanjutnya, yaitu A.7. Program Pertama: Hello World.

A.6.1. Command `go mod init`

Command `go mod init` digunakan untuk inisialisasi project pada Go yang menggunakan Go Modules. Untuk nama project bisa menggunakan apapun, tapi umumnya disamakan dengan nama direktori/folder.

Nama project ini penting karena nantinya berpengaruh pada *import path sub packages* yang ada dalam project tersebut.

```
mkdir <nama-project>
cd <nama-project>
go mod init <nama-project>
```

A.6.2. Command `go run`

Command `go run` digunakan untuk eksekusi file program, yaitu file yang ber-ekstensi `.go`. Cara penggunaannya dengan menuliskan *command* tersebut diikuti argumen nama file.

Berikut adalah contoh penerapan `go run` untuk eksekusi file program `main.go` yang tersimpan di path `project-pertama` yang path tersebut sudah diinisialisasi menggunakan `go mod init`.

```
cd project-pertama
go run main.go
```

```
C:\Windows\system32\cmd.exe

C:\Users\novalagung\Desktop>cd project-pertama

C:\Users\novalagung\Desktop\project-pertama>dir
 Volume in drive C has no label.
 Volume Serial Number is 9CCD-195B

 Directory of C:\Users\novalagung\Desktop\project-pertama

05/03/2020  02:49 PM    <DIR>          .
05/03/2020  02:49 PM    <DIR>          ..
05/03/2020  02:18 PM                32 go.mod
05/03/2020  02:50 PM                79 main.go
               2 File(s)            111 bytes
               2 Dir(s)  21,353,480,192 bytes free

C:\Users\novalagung\Desktop\project-pertama>go run main.go
Hello world

C:\Users\novalagung\Desktop\project-pertama>_
```

Command `go run` hanya bisa digunakan pada file yang nama package-nya adalah `main`. Lebih jelasnya dibahas pada chapter selanjutnya, yaitu (A.7. Program Pertama: Hello World).

Jika ada banyak file yang package-nya `main` dan file-file tersebut berada pada satu direktori level dengan file utama, maka eksekusinya adalah dengan menuliskan semua file sebagai argument *command* `go run`. Contohnya bisa dilihat pada kode berikut.

```
go run main.go library.go
```

A.6.3. Command `go test`

Go menyediakan package `testing`, berguna untuk keperluan pembuatan file test. Pada penerapannya, ada aturan yang wajib diikuti yaitu nama file test harus berakhiran `_test.go`.

Berikut adalah contoh penggunaan *command* `go test` untuk testing file `main_test.go`.

```
go test main_test.go
```

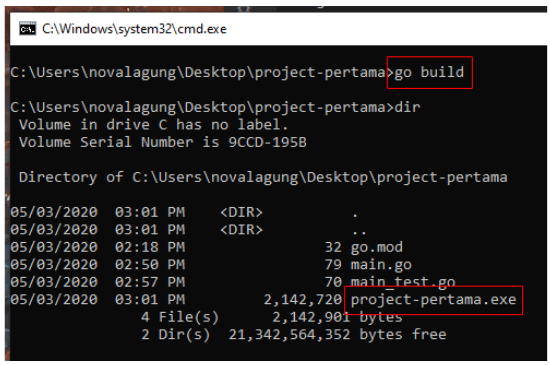
```
C:\Windows\system32\cmd.exe

C:\Users\novalagung\Desktop\project-pertama>go test
PASS
ok      project-pertama 0.163s
```

A.6.4. Command `go build`

Command ini digunakan untuk mengkompilasi file program.

Sebenarnya ketika eksekusi program menggunakan `go run` didalamnya terjadi proses kompilasi juga. File hasil kompilasi kemudian disimpan pada folder temporary untuk selanjutnya langsung dieksekusi.

Berbeda dengan `go build`, *command* ini menghasilkan file *executable* atau *binary* pada folder yang sedang aktif. Contoh praktiknya bisa dilihat di bawah ini.



Di contoh, project `project-pertama` di-build, hasilnya adalah file baru bernama `project-pertama.exe` berada di folder yang sama. File *executable* tersebut kemudian dieksekusi.

Default nama file binary atau executable adalah sesuai dengan nama project. Untuk mengubah nama file executable, gunakan flag `-o`. Contoh:

```
go build -o <nama-executable>
go build -o program.exe
```

> Khusus untuk sistem operasi non-windows, tidak perlu menambahkan akhiran `.exe` pada nama *binary*

A.6.5. Command `go get`

Command `go get` digunakan untuk menambahkan atau mengubah package/dependency pada go.mod, sekaligus mendownload package dari internet ke module cache lokal. Di luar module, go get masih bisa dijalankan, tetapi tidak akan meng-update go.mod karena tidak ada main module.

Contoh penggunaannya, misalnya untuk menambahkan package Kafka Go driver ke project `project-pertama`, command-nya kurang lebih seperti berikut:

```
cd project-pertama
go get github.com/segmentio/kafka-go
```

```
C:\Windows\system32\cmd.exe

C:\Users\novalagung\Desktop>cd project-pertama

C:\Users\novalagung\Desktop\project-pertama>go get github.com/segmentio/kafka-go
go: downloading github.com/segmentio/kafka-go v0.3.6
go: github.com/segmentio/kafka-go upgrade => v0.3.6

C:\Users\novalagung\Desktop\project-pertama>dir
 Volume in drive C has no label.
 Volume Serial Number is 9CCD-195B

 Directory of C:\Users\novalagung\Desktop\project-pertama

05/03/2020  03:06 PM    <DIR>          .
05/03/2020  03:06 PM    <DIR>          ..
05/03/2020  03:06 PM                90 go.mod
05/03/2020  03:06 PM             1,400 go.sum
05/03/2020  02:50 PM                79 main.go
05/03/2020  02:57 PM                70 main_test.go
05/03/2020  03:01 PM         2,142,720 project-pertama.exe
               5 File(s)      2,144,359 bytes
               2 Dir(s)  20,334,284,800 bytes free
```

Pada contoh di atas, bisa dilihat bahwa URL `github.com/segmentio/kafka-go` merupakan URL package kafka-go. Package tersebut akan dicatat pada `go.mod` dan diunduh ke module cache, menjadikan project tersebut bisa meng-*import* package yang telah ditambahkan.

Untuk meng-update package/dependency ke versi terbaru yang kompatibel, gunakan flag `-u` pada command `go get`, contohnya:

```
go get -u github.com/segmentio/kafka-go
```

Command `go get` **harus dijalankan dalam folder project/module**. Pada Go versi modern, `go get` digunakan untuk mengubah dependency pada `go.mod`; jika dijalankan di luar module, command ini akan error.

A.6.6. Command `go mod download`

Command `go mod download` digunakan untuk men-download dependency.

A.6.7. Command `go mod tidy`

Command `go mod tidy` digunakan untuk memvalidasi dependency sekaligus men-download-nya jika memang belum ter-download.

A.6.8. Command `go mod vendor`

Command ini digunakan untuk vendoring. Lebih jelasnya akan dibahas di akhir serial chapter A, pada chapter A.62. Go Vendoring.

A.7. Program Pertama: Hello World

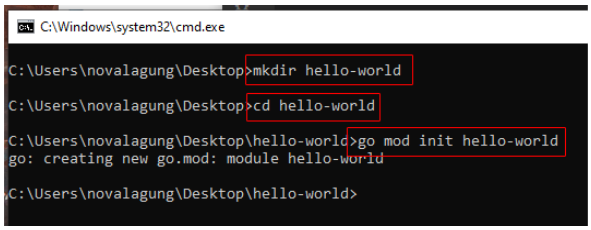
Semua persiapan sudah selesai, saatnya masuk pada sesi programming. Program pertama yang akan kita buat adalah cukup terkenal di kalangan programmer, yaitu program untuk memunculkan text **Hello world**.

Proses pembelajaran di chapter ini akan disampaikan secara runtun dan komprehensif, *step-by-step* mulai dari awal. Mulai dari pembuatan project, pembuatan file program, sesi penulisan kode (coding), hingga eksekusi program.

A.7.1. Inisialisasi Project

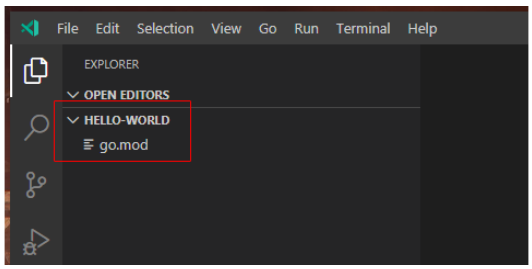
Buat direktori bernama `hello-world` bebas ditempatkan di mana. Lalu via CLI, masuk ke direktori tersebut dan jalankan *command* untuk inisialisasi project.

```
mkdir hello-world
cd hello-world
go mod init hello-world
```



A.7.2. Load Project Folder ke Editor

Buka editor, di sini penulis menggunakan VSCode. Cari menu untuk menambahkan project, lalu pilih project folder `hello-world`. Untuk beberapa jenis editor, cara load project bisa cukup dengan klik-drag folder tersebut ke editor.

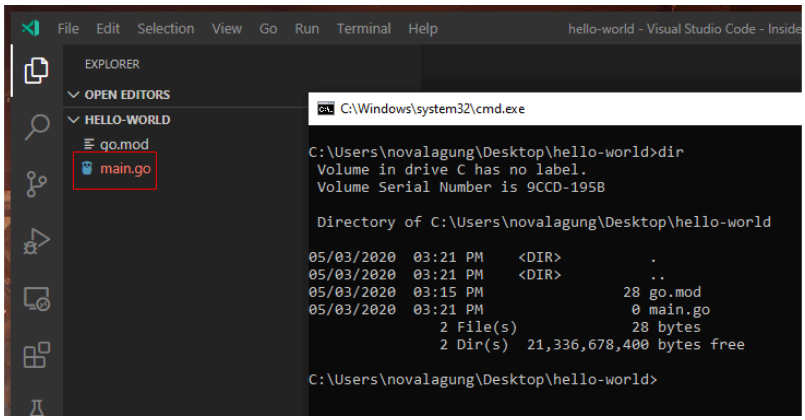


A.7.3. Menyiapkan File Program

File program di sini maksudnya adalah file yang isinya *source code* Go. Ciri khas file program adalah memiliki ekstensi `.go`.

Di dalam project yang telah dibuat, siapkan sebuah file dengan nama bebas, yang jelas harus ber-ekstensi `.go`. Pada contoh ini saya menggunakan nama file `main.go`.

Pembuatan file program bisa dilakukan lewat CLI atau browser, atau juga lewat editor. Pastikan file dibuat dalam project folder ya.



A.7.4. Program Pertama: Hello World

Setelah project folder dan file program sudah siap, saatnya untuk *coding*.

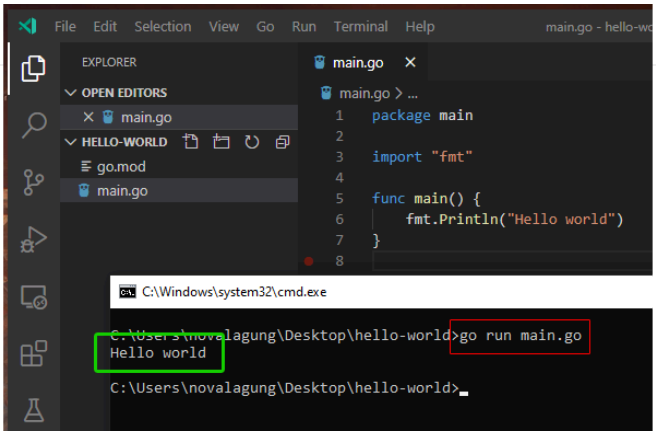
Silakan salin kode berikut ke file program yang telah dibuat. Sebisa mungkin jangan copy paste. Biasakan untuk menulis dari awal, agar cepat terbiasa dan familiar dengan Go.

```
package main

import "fmt"

func main() {
    fmt.Println("Hello world")
}
```

Setelah kode disalin, buka terminal (atau CMD bagi pengguna Windows), lalu masuk ke direktori proyek, kemudian jalankan program menggunakan perintah `go run`.

```
cd hello-world
go run main.go
```

Hasilnya, muncul tulisan **hello world** di layar console.



Selamat! Anda telah berhasil membuat program Go!

Berikut merupakan pembahasan untuk tiap baris kode yang sudah ditulis di atas.

A.7.5. Penggunaan Keyword `package`

Setiap file program harus memiliki **package**. Setiap project harus ada minimal satu file dengan nama *package* `main`. File yang ber-*package* `main`, akan dieksekusi pertama kali ketika program dijalankan.

Cara menentukan *package* dengan menggunakan keyword `package`, berikut adalah contoh penulisannya.

```
package <nama-package>
package main
```

A.7.6. Penggunaan Keyword `import`

Keyword `import` digunakan untuk meng-*import* atau memasukan *package* lain ke dalam file program, agar isi dari package yang di-*import* bisa dimanfaatkan.

Package `fmt` merupakan salah satu *package* bawaan yang disediakan oleh Go, isinya banyak fungsi untuk keperluan **I/O** yang berhubungan dengan text.

Berikut adalah skema penulisan keyword `import`:

```
import "<nama-package>"
import "fmt"
```

A.7.7. Penggunaan Fungsi `main()`

Dalam sebuah proyek harus ada file program yang di dalamnya berisi sebuah fungsi bernama `main()`. Fungsi tersebut harus berada di file yang package-nya bernama `main`.

Fungsi `main()` adalah yang dipanggil pertama kali pada saat eksekusi program. Contoh penulisan fungsi `main`:

```
func main() {


}
```

A.7.8. Penggunaan Fungsi `fmt.Println()`

Fungsi `fmt.Println()` digunakan untuk memunculkan text ke layar (pada konteks ini, terminal atau CMD). Di program pertama yang telah kita buat, fungsi ini memunculkan tulisan **Hello world**.

Skema penulisan keyword `fmt.Println()` bisa dilihat pada contoh berikut.

```
fmt.Println("<isi-pesan>")
fmt.Println("Hello world")
```

Fungsi `fmt.Println()` berada dalam package `fmt`, maka untuk menggunakannya perlu package tersebut untuk di-import terlebih dahulu.

Fungsi `fmt.Println()` dapat menampung parameter yang tidak terbatas jumlahnya. Semua data parameter akan dimunculkan dengan pemisah tanda spasi.

```
fmt.Println("Hello", "world!", "how", "are", "you")
```

Contoh statement di atas akan menghasilkan output: **Hello world! how are you**.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.7...

A.8. Komentar

Komentar biasa dimanfaatkan untuk menyisipkan catatan pada kode program, atau untuk menulis penjelasan/deskripsi mengenai suatu blok kode, atau bisa juga digunakan untuk me-*remark* kode (menonaktifkan kode yang tidak digunakan). Komentar selalu diabaikan ketika kompilasi maupun eksekusi program.

Ada 2 jenis komentar di Go, *inline* & *multiline*. Pada pembahasan ini akan dijelaskan tentang penerapan dan perbedaan kedua jenis komentar tersebut.

A.8.1. Komentar *Inline*

Penulisan komentar jenis ini diawali dengan tanda **double slash** (`//`) lalu diikuti pesan komentarnya. Komentar inline hanya berlaku untuk satu baris pesan saja. Jika pesan komentar lebih dari satu baris, maka tanda `//` harus ditulis lagi di baris selanjutnya.

```
package main

import "fmt"

func main() {
    // komentar kode
    // menampilkan pesan hello world
    fmt.Println("hello world")

    // fmt.Println("baris ini tidak akan dieksekusi")
}
```

Mari kita praktikkan kode di atas. Siapkan file program baru dalam project folder (bisa buat project baru atau gunakan project yang sudah ada). Kemudian isi file dengan kode di atas, lalu jalankan.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab7.go
hello world
novalagung:belajar-golang $
```

Hasilnya hanya tulisan **hello world** saja yang muncul di layar, karena semua yang diawali tanda double slash `//` diabaikan oleh compiler.

A.8.2. Komentar *Multiline*

Komentar yang cukup panjang akan lebih rapi jika ditulis menggunakan teknik komentar multiline. Ciri dari komentar jenis ini adalah penulisannya diawali dengan tanda `/*` dan diakhiri `*/` .

```
/*
    komentar kode
    menampilkan pesan hello world
*/
fmt.Println("hello world")

// fmt.Println("baris ini tidak akan dieksekusi")
```

Sifat komentar ini sama seperti komentar inline, yaitu sama-sama diabaikan oleh compiler.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.8...

A.9. Variabel

Go mengadopsi dua jenis penulisan variabel, yaitu yang dituliskan tipe data-nya dan yang tidak. Kedua cara tersebut valid dan tujuannya sama yaitu untuk deklarasi variabel, pembedanya hanya pada cara penulisannya saja.

Pada chapter ini akan dikupas tuntas tentang macam-macam cara deklarasi variabel.

A.9.1. Deklarasi Variabel Beserta Tipe Data

Go memiliki aturan cukup ketat dalam hal penulisan variabel. Ketika deklarasi, tipe data yang digunakan harus dituliskan juga. Istilah dari metode deklarasi variabel ini adalah **manifest typing**.

Berikut adalah contoh cara pembuatan variabel yang tipe datanya harus ditulis. Silakan tulis pada project baru atau pada project yang sudah ada, bebas. Pastikan pada setiap pembuatan project baru untuk tidak lupa menginisialisasi project menggunakan command `go mod init <nama-project>`.

```go
package main

import "fmt"

func main() {
    var firstName string = "john"

    var lastName string
    lastName = "wick"

    fmt.Printf("halo %s %s!\n", firstName, lastName)
}
```

Keyword `var` di atas digunakan untuk deklarasi variabel, contohnya bisa dilihat pada `firstName` dan `lastName`.

Nilai variabel `firstName` diisi langsung ketika deklarasi, berbeda dibanding `lastName` yang nilainya diisi setelah baris kode deklarasi, hal seperti ini diperbolehkan di Go.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab8.go
halo john wick!
novalagung:belajar-golang $
```

A.9.2. Deklarasi Variabel Menggunakan Keyword `var`

Pada kode di atas bisa dilihat bagaimana sebuah variabel dideklarasikan dan diisi nilainya. Keyword `var` digunakan untuk membuat variabel baru.

Skema penggunaan keyword var:

```
var <nama-variabel> <tipe-data>
var <nama-variabel> <tipe-data> = <nilai>
```

Contoh:

```
var lastName string
var firstName string = "john"
```

Nilai variabel bisa di-isi langsung pada saat deklarasi variabel.

◉ Penggunaan Fungsi `fmt.Printf()`

Fungsi ini digunakan untuk menampilkan output dalam bentuk tertentu. Kegunaannya sama seperti fungsi `fmt.Println()`, hanya saja struktur outputnya didefinisikan di awal.

Perhatikan bagian `"halo %s %s!\n"`, karakter `%s` di situ akan diganti dengan data `string` yang berada di parameter ke-2, ke-3, dan seterusnya.

Contoh lain, ketiga baris kode berikut ini akan menghasilkan output yang sama, meskipun cara penulisannya berbeda.

```
fmt.Printf("halo john wick!\n")
fmt.Printf("halo %s %s!\n", firstName, lastName)
fmt.Println("halo", firstName, lastName+"!")
```

Tanda plus (`+`) jika digunakan untuk penghubung 2 data string fungsinya adalah untuk operasi penggabungan string atau *string concatenation*.

Fungsi `fmt.Printf()` tidak menghasilkan baris baru di akhir text, oleh karena itu digunakanlah literal *newline* yaitu `\n`, untuk memunculkan baris baru di akhir. Hal ini sangat berbeda jika dibandingkan dengan fungsi `fmt.Println()` yang secara otomatis menghasilkan new line (baris baru) di akhir.

A.9.3. Deklarasi Variabel Tanpa Tipe Data

Selain *manifest typing*, Go juga mengadopsi konsep **type inference**, yaitu metode deklarasi variabel yang tipe data-nya diketahui secara otomatis dari data/nilai variabel. Cara ini kontradiktif jika dibandingkan dengan cara pertama. Dengan metode jenis ini, keyword `var` dan tipe data tidak perlu ditulis.

```
var firstName string = "john"
lastName := "wick"

fmt.Printf("halo %s %s!\n", firstName, lastName)
```

Variabel `lastName` dideklarasikan dengan menggunakan metode type inference. Penandanya tipe data tidak dituliskan pada saat deklarasi. Pada penggunaan metode ini, operand `=` harus diganti dengan `:=` dan keyword `var` dihilangkan.

Tipe data `lastName` secara otomatis akan ditentukan menyesuaikan value atau nilai-nya. Jika nilainya adalah berupa `string` maka tipe data variabel adalah `string`. Pada contoh di atas, nilainya adalah string `"wick"`.

Diperbolehkan untuk tetap menggunakan keyword `var` pada saat deklarasi meskipun tanpa menuliskan tipe data, dengan ketentuan tidak menggunakan tanda `:=`, melainkan tetap menggunakan `=`.

```
// menggunakan var, tanpa tipe data, menggunakan perantara "="
var firstName = "john"

// tanpa var, tanpa tipe data, menggunakan perantara ":="
lastName := "wick"
```

Kedua deklarasi di atas maksudnya sama. Silakan pilih sesuai preferensi.

Tanda `:=` hanya digunakan sekali di awal pada saat deklarasi. Untuk assignment nilai selanjutnya harus menggunakan tanda `=`, contoh:

```
lastName := "wick"
lastName = "ethan"
lastName = "bourne"
```

> Deklarasi menggunakan `:=` hanya bisa dilakukan di dalam blok fungsi, misalnya dalam blok fungsi `main()`

A.9.4. Deklarasi Multi Variabel

Go mendukung metode deklarasi banyak variabel secara bersamaan, caranya dengan menuliskan variabel-variabel-nya dengan pembatas tanda koma (`,`). Untuk pengisian nilainya-pun diperbolehkan secara bersamaan.

```
var first, second, third string
first, second, third = "satu", "dua", "tiga"
```

Pengisian nilai juga bisa dilakukan bersamaan pada saat deklarasi. Caranya dengan menuliskan nilai masing-masing variabel berurutan sesuai variabelnya dengan pembatas koma (`,`).

```
var fourth, fifth, sixth string = "empat", "lima", "enam"
```

Kalau ingin lebih ringkas:

```
seventh, eighth, ninth := "tujuh", "delapan", "sembilan"
```

Dengan menggunakan teknik type inference, deklarasi multi variabel bisa dilakukan untuk variabel-variabel yang tipe data satu sama lainnya berbeda.

```
one, isFriday, twoPointTwo, say := 1, true, 2.2, "hello"
```

A.9.5. Variabel Underscore `_`

Go memiliki aturan unik yang jarang dimiliki bahasa lain, yaitu tidak boleh ada satupun variabel yang menganggur. Artinya, semua variabel yang dideklarasikan harus digunakan. Jika ada variabel yang tidak digunakan tapi dideklarasikan, error akan muncul pada saat kompilasi dan program tidak akan bisa di-run.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab8.go
# command-line-arguments
./bab8.go:6: name declared and not used
novalagung:belajar-golang $
```

Underscore (`_`) adalah *reserved variable* yang bisa dimanfaatkan untuk menampung nilai yang tidak dipakai. Bisa dibilang variabel ini merupakan keranjang sampah.

```
_ = "belajar Golang"
_ = "Golang itu mudah"
name, _ := "john", "wick"
```

Pada contoh di atas, variabel `name` akan berisikan text `john` , sedang nilai `wick` ditampung oleh variabel underscore, menandakan bahwa nilai tersebut tidak akan digunakan.

Variabel underscore adalah *predefined*, jadi tidak perlu menggunakan `:=` untuk pengisian nilai, cukup dengan `=` saja. Namun khusus untuk pengisian nilai multi variabel yang dilakukan dengan metode type inference, boleh di dalamnya terdapat variabel underscore.

Biasanya variabel underscore sering dimanfaatkan untuk menampung nilai balik fungsi yang tidak digunakan.

Perlu diketahui, bahwa isi variabel underscore tidak dapat ditampilkan. Data yang sudah masuk variabel tersebut akan hilang. Ibarat variabel underscore ini seperti blackhole, objek apapun yang masuk ke dalamnya, akan terjebak selamanya di-dalam singularity dan tidak akan bisa keluar 😁

A.9.6. Deklarasi Variabel Menggunakan Keyword `new`

Fungsi `new()` digunakan untuk membuat variabel **pointer** dengan tipe data tertentu. Nilai data default-nya akan menyesuaikan tipe datanya.

```
name := new(string)

fmt.Println(name)   // 0x20818a220
fmt.Println(*name)  // ""
```

Variabel `name` menampung data bertipe **pointer string**. Jika ditampilkan yang muncul bukanlah nilainya melainkan alamat memori nilai tersebut (dalam bentuk notasi heksadesimal). Untuk menampilkan nilai aslinya, variabel tersebut perlu di-**dereference** terlebih dahulu, caranya dengan menuliskan tanda asterisk (`*`) sebelum nama variabel.

Mungkin untuk sekarang banyak yang akan bingung tentang apa itu pointer, namun tak apa, karena nantinya pada chapter A.23. Pointer akan dikupas habis topik tersebut.

A.9.7. Deklarasi Variabel Menggunakan Keyword `make`

Fungsi `make()` ini hanya bisa digunakan untuk pembuatan beberapa jenis variabel saja, yaitu:

- channel
- slice
- map

Nantinya kita akan bahas lebih detail ketika sudah masuk ke pembahasan masing-masing poin tersebut.

A.9.8. Simultaneous Assignment

Go mengevaluasi semua ekspresi di sisi kanan tanda `=` terlebih dahulu, baru kemudian melakukan assignment secara bersamaan. Karena itu, kita bisa menukar nilai dua variabel tanpa variabel sementara:

```
x, y := 10, 20
x, y = y, x

fmt.Println(x, y) // 20 10
```

Tanpa fitur ini, penukaran nilai harus dilakukan dengan variabel perantara:

```
tmp := x
x = y
y = tmp
```

Simultaneous assignment juga berguna saat nilai variabel digunakan di beberapa ekspresi sekaligus:

```
i, j := 0, 1
i, j = i+j, i  // i = 0+1 = 1, j = 0 (nilai i lama)

fmt.Println(i, j) // 1 0
```

Perhatikan bahwa `j` mendapat nilai `i` yang **lama** (sebelum assignment), bukan nilai `i` yang baru. Semua ekspresi kanan dievaluasi lebih dulu sebelum ada satupun variabel yang diubah.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.9...

A.10. Tipe Data

Go mengenal beberapa jenis tipe data, di antaranya adalah tipe data numerik (desimal & non-desimal), string, dan boolean.

Pada pembahasan-pembahasan sebelumnya secara tak sadar kita sudah mengaplikasikan beberapa tipe data, diantaranya ada `string` dan tipe numerik `int`.

Pada chapter ini akan dijelaskan beberapa macam tipe data standar yang disediakan oleh Go, disertai juga contohnya.

A.10.1. Tipe Data Numerik Non-Desimal

Tipe data numerik non-desimal atau **non floating point** di Go ada beberapa jenis. Secara umum ada 2 tipe data kategori ini yang perlu diketahui.

- `uint`, tipe data untuk bilangan cacah (bilangan positif).
- `int`, tipe data untuk bilangan bulat (bilangan negatif dan positif).

Kedua tipe data di atas kemudian dibagi lagi menjadi beberapa jenis, dengan pembagian berdasarkan lebar cakupan nilainya, detailnya bisa dilihat di tabel berikut.

Tipe data	Cakupan bilangan
`uint8`	0 ↔ 255
`uint16`	0 ↔ 65535
`uint32`	0 ↔ 4294967295
`uint64`	0 ↔ 18446744073709551615
`uint`	sama dengan `uint32` atau `uint64` (tergantung arsitektur CPU)
`byte`	sama dengan `uint8`
`int8`	-128 ↔ 127
`int16`	-32768 ↔ 32767
`int32`	-2147483648 ↔ 2147483647
`int64`	-9223372036854775808 ↔ 9223372036854775807
`int`	sama dengan `int32` atau `int64` (tergantung arsitektur CPU)
`rune`	sama dengan `int32`

Dianjurkan untuk tidak sembarangan dalam menentukan tipe data variabel, sebisa mungkin tipe yang dipilih harus disesuaikan dengan nilainya, karena efeknya adalah ke alokasi memori variabel. Pemilihan tipe data yang tepat akan membuat pemakaian memori lebih optimal, tidak berlebihan.

```
var positiveNumber uint8 = 89
var negativeNumber = -1243423644

fmt.Printf("bilangan positif: %d\n", positiveNumber)
fmt.Printf("bilangan negatif: %d\n", negativeNumber)
```

Variabel `positiveNumber` bertipe `uint8` dengan nilai awal `89`. Sedangkan variabel `negativeNumber` dideklarasikan dengan nilai awal `-1243423644`. Karena tipe data tidak ditentukan secara eksplisit, compiler akan menggunakan tipe default untuk konstanta bilangan bulat, yaitu `int`.

String format `%d` pada `fmt.Printf()` digunakan untuk memformat data numerik non-desimal.

A.10.2. Tipe Data Numerik Desimal

Tipe data numerik desimal yang perlu diketahui ada 2, `float32` dan `float64`. Perbedaan kedua tipe data tersebut berada di lebar cakupan nilai desimal yang bisa ditampung. Untuk lebih jelasnya bisa merujuk ke spesifikasi IEEE-754 32-bit floating-point numbers.

```
var decimalNumber = 2.62

fmt.Printf("bilangan desimal: %f\n", decimalNumber)
fmt.Printf("bilangan desimal: %.3f\n", decimalNumber)
```

Pada kode di atas, variabel `decimalNumber` akan memiliki tipe data `float64`, karena tipe default untuk konstanta bilangan desimal di Go adalah `float64`.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab9.go
bilangan desimal: 2.620000
bilangan desimal: 2.620
novalagung:belajar-golang $
```

String format `%f` digunakan untuk memformat data numerik desimal menjadi string. Digit desimal yang akan dihasilkan adalah **6 digit**. Pada contoh di atas, hasil format variabel `decimalNumber` adalah `2.620000`. Jumlah digit yang muncul bisa dikontrol menggunakan `%.nf`, tinggal ganti `n` dengan angka yang diinginkan. Contoh: `%.3f` maka akan menghasilkan 3 digit desimal, `%.10f` maka akan menghasilkan 10 digit desimal.

A.10.3. Tipe Data `bool` (Boolean)

Tipe data `bool` berisikan hanya 2 variansi nilai, `true` dan `false`. Tipe data ini biasa dimanfaatkan dalam seleksi kondisi dan perulangan (yang nantinya akan kita bahas pada A.13. Seleksi Kondisi dan A.14. Perulangan).

```
var exist bool = true
fmt.Printf("exist? %t \n", exist)
```

Gunakan `%t` untuk memformat data `bool` menggunakan fungsi `fmt.Printf()`.

A.10.4. Tipe Data `string`

Ciri khas dari tipe data string adalah nilainya di apit oleh tanda *quote* atau petik dua (`"`). Contoh penerapannya:

```
var message string = "Halo"
fmt.Printf("message: %s \n", message)
```

Selain menggunakan tanda quote, deklarasi string juga bisa dengan tanda *grave accent/backticks* (`` ` ``), tanda ini terletak di sebelah kiri tombol 1. Keistimewaan string yang dideklarasikan menggunakan backtics adalah membuat semua karakter di dalamnya **tidak di escape**, termasuk `\n`, tanda petik dua dan tanda petik satu, baris baru, dan lainnya. Semua akan terdeteksi sebagai string.

```
var message = `Nama saya "John Wick".
Salam kenal.
Mari belajar "Golang".`

fmt.Println(message)
```

Ketika dijalankan, output akan muncul sama persis sesuai nilai variabel `message` di atas. Tanda petik dua akan muncul, baris baru juga muncul, sama persis.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab9.go
Nama saya "John Wick".
Salam kenal.
Mari belajar "Golang".
novalagung:belajar-golang $
```

A.10.5. Nilai `nil` & Zero Value

`nil` bukan merupakan tipe data, melainkan sebuah nilai. Variabel yang isi nilainya `nil` berarti memiliki nilai kosong.

Semua tipe data yang sudah dibahas di atas memiliki zero value (nilai default tipe data). Artinya meskipun variabel dideklarasikan dengan tanpa nilai awal, tetap akan ada nilai default-nya.

- Zero value dari `string` adalah `""` (string kosong).
- Zero value dari `bool` adalah `false` .
- Zero value dari tipe numerik non-desimal adalah `0` .
- Zero value dari tipe numerik desimal adalah `0.0` .

Selain tipe data yang disebutkan di atas, ada juga tipe data lain yang zero value-nya adalah `nil` . `Nil` merepresentasikan nilai kosong, benar-benar kosong. `nil` tidak bisa digunakan pada tipe data yang sudah dibahas di atas.

Beberapa tipe data yang bisa di-set nilainya dengan `nil` , di antaranya:

- pointer
- tipe data fungsi
- slice
- `map`
- `channel`
- interface kosong atau `any` (yang merupakan alias dari `interface{}`)

Nantinya kita akan sering bertemu dengan nilai `nil` setelah masuk pada pembahasan-pembahasan tersebut.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.10...

A.11. Konstanta

Konstanta adalah jenis variabel yang nilainya tidak bisa diubah setelah dideklarasikan. Inisialisasi nilai konstanta hanya dilakukan sekali saja di awal, setelah itu variabel tidak bisa diubah nilainya.

A.11.1. Penggunaan Konstanta

Data seperti **pi** (π ≈ 3.14159), kecepatan cahaya (299.792.458 m/s), adalah contoh data yang tepat untuk dideklarasikan sebagai konstanta (daripada variabel), karena nilainya sudah pasti dan tidak akan berubah.

Cara penerapan konstanta sama seperti deklarasi variabel biasa, perbedaannya ada pada keyword yang digunakan, yaitu `const` (bukan `var`).

```
const firstName string = "john"
fmt.Print("halo ", firstName, "!\n")
```

Teknik type inference bisa diterapkan pada konstanta, caranya cukup dengan menghilangkan tipe data pada saat deklarasi.

```
const lastName = "wick"
fmt.Print("nice to meet you ", lastName, "!\n")
```

◉ Penggunaan Fungsi `fmt.Print()`

Fungsi ini memiliki peran yang sama seperti fungsi `fmt.Println()` , perbedaannya fungsi `fmt.Print()` tidak menghasilkan baris baru di akhir output-nya.

Perbedaan lainnya: nilai argument parameter yang ditulis saat pemanggilan fungsi akan di-print tanpa pemisah. Tidak seperti pada fungsi `fmt.Println()` yang nilai argument paremeternya dipisah menggunakan karakter spasi.

```
fmt.Println("john wick")
fmt.Println("john", "wick")

fmt.Print("john wick\n")
fmt.Print("john ", "wick\n")
fmt.Print("john", " ", "wick\n")
```

Kode di atas menunjukkan perbedaan antara `fmt.Println()` dan `fmt.Print()` . Output yang dihasilkan oleh 5 statement di atas adalah sama, meski cara yang digunakan berbeda.

Bila menggunakan `fmt.Println()` , maka tidak perlu menambahkan spasi di tiap kata, karena fungsi tersebut akan secara otomatis menambahkannya di sela-sela text. Berbeda dengan `fmt.Print()` yang perlu ditambahkan spasi, karena fungsi

ini tidak menambahkan spasi secara otomatis di sela-sela nilai text yang digabungkan.

A.11.2. Deklarasi Multi Konstanta

Sama seperti variabel, konstanta juga dapat dideklarasikan secara bersamaan. Berikut adalah contoh deklarasi konstanta dengan tipe data dan nilai yang berbeda.

```
const (
    square         = "kotak"
    isToday  bool  = true
    numeric  uint8 = 1
    floatNum       = 2.2
)
```

- `square`, dideklarasikan dengan metode *type inference* dengan tipe data **string** dan nilainya **"kotak"**
- `isToday`, dideklarasikan dengan metode *manifest typing* dengan tipe data **bool** dan nilainya **true**
- `numeric`, dideklarasikan dengan metode *manifest typing* dengan tipe data **uint8** dan nilainya **1**
- `floatNum`, dideklarasikan dengan metode *type inference* dengan tipe data **float64** dan nilainya **2.2**

Contoh deklarasi konstanta dengan tipe data dan nilai yang sama:

```
const (
    a = "konstanta"
    b
)
```

> Ketika tipe data dan nilai tidak dituliskan dalam deklarasi konstanta, maka tipe data dan nilai yang dipergunakan adalah sama seperti konstanta yang dideklarasikan diatasnya.

- `a` dideklarasikan dengan metode *type inference* dengan tipe data **string** dan nilainya **"konstanta"**
- `b` dideklarasikan dengan metode *type inference* dengan tipe data **string** dan nilainya **"konstanta"**

Berikut contoh gabungan dari keduanya:

```
const (
    today string = "senin"
    sekarang
    isToday2 = true
)
```

- `today` dideklarasikan dengan metode *manifest typing* dengan tipe data **string** dan nilainya **"senin"**
- `sekarang` dideklarasikan dengan metode *manifest typing* dengan tipe data **string** dan nilainya **"senin"**
- `isToday2` dideklarasikan dengan metode *type inference* dengan tipe data **bool** dan nilainya **true**

Berikut contoh deklarasi *multiple* konstanta dalam satu baris:

```
const satu, dua = 1, 2
const three, four string = "tiga", "empat"
```

- `satu`, dideklarasikan dengan metode *type inference* dengan tipe data **int** dan nilainya **1**
- `dua`, dideklarasikan dengan metode *type inference* dengan tipe data **int** dan nilainya **2**
- `three`, dideklarasikan dengan metode *manifest typing* dengan tipe data **string** dan nilainya **"tiga"**
- `four`, dideklarasikan dengan metode *manifest typing* dengan tipe data **string** dan nilainya **"empat"**

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.11...

A.12. Operator

Chapter ini membahas mengenai macam operator yang bisa digunakan di Go. Secara umum terdapat 3 kategori operator: aritmatika, perbandingan, dan logika.

A.12.1. Operator Aritmatika

Operator aritmatika adalah operator yang digunakan untuk operasi yang sifatnya perhitungan. Go mendukung beberapa operator aritmatika standar, list-nya bisa dilihat di tabel berikut.

Tanda	Penjelasan
`+`	penjumlahan
`-`	pengurangan
`*`	perkalian
`/`	pembagian
`%`	modulus / sisa hasil pembagian

Contoh penggunaan:

```
var value = (((2+6)%3)*4 - 2) / 3
```

A.12.2. Operator Perbandingan

Operator perbandingan digunakan untuk menentukan kebenaran suatu kondisi. Hasilnya berupa nilai boolean, `true` atau `false`.

Tabel di bawah ini berisikan operator perbandingan yang bisa digunakan di Go.

Tanda	Penjelasan
`==`	apakah nilai kiri **sama dengan** nilai kanan
`!=`	apakah nilai kiri **tidak sama dengan** nilai kanan
`<`	apakah nilai kiri **lebih kecil daripada** nilai kanan
`<=`	apakah nilai kiri **lebih kecil atau sama dengan** nilai kanan
`>`	apakah nilai kiri **lebih besar dari** nilai kanan
`>=`	apakah nilai kiri **lebih besar atau sama dengan** nilai kanan

Contoh penggunaan:

```
var value = (((2+6)%3)*4 - 2) / 3
var isEqual = (value == 2)

fmt.Printf("nilai %d (%t) \n", value, isEqual)
```

Pada kode di atas, terdapat statement operasi aritmatika yang hasilnya ditampung oleh variabel `value`. Selanjutnya, variabel tersebut dibandingkan dengan angka **2** untuk dicek apakah nilainya sama. Jika iya, maka hasilnya adalah `true`, jika tidak maka `false`. Nilai hasil operasi perbandingan tersebut kemudian disimpan dalam variabel `isEqual`.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab11.go
nilai 2 (true)
novalagung:belajar-golang $
```

Untuk memunculkan nilai `bool` menggunakan `fmt.Printf()`, bisa gunakan layout format `%t`.

A.12.3. Operator Logika

Operator ini digunakan untuk mencari benar tidaknya kombinasi data bertipe `bool` (bisa berupa variabel bertipe `bool`, atau hasil dari operator perbandingan).

Beberapa operator logika standar yang bisa digunakan:

Tanda	Penjelasan
`&&`	kiri **dan** kanan
`||`	kiri **atau** kanan
`!`	negasi / nilai kebalikan

Contoh penggunaan:

```
var left = false
var right = true

var leftAndRight = left && right
fmt.Printf("left && right \t(%t) \n", leftAndRight)

var leftOrRight = left || right
fmt.Printf("left || right \t(%t) \n", leftOrRight)

var leftReverse = !left
fmt.Printf("!left \t\t(%t) \n", leftReverse)
```

Hasil dari operator logika sama dengan hasil dari operator perbandingan, yaitu berupa boolean.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab11.go
left && right   (false)
left || right   (true)
!left           (true)
novalagung:belajar-golang $
```

Berikut penjelasan statemen operator logika pada kode di atas.

- `leftAndRight` bernilai `false`, karena hasil dari `false` **dan** `true` adalah `false`.
- `leftOrRight` bernilai `true`, karena hasil dari `false` **atau** `true` adalah `true`.
- `leftReverse` bernilai `true`, karena **negasi** (atau lawan dari) `false` adalah `true`.

Template `\t` digunakan untuk menambahkan indent tabulasi. Biasa dimanfaatkan untuk merapikan tampilan output pada console.

A.12.4. Fungsi Built-in `min()` dan `max()` (Go 1.21+)

Sejak Go 1.21, tersedia dua fungsi built-in baru yaitu `min()` dan `max()` untuk mencari nilai minimum dan maksimum dari dua atau lebih nilai. Keduanya bekerja pada tipe data yang bisa dibandingkan, seperti `int`, `float64`, dan `string`.

```go
package main

import "fmt"

func main() {
    fmt.Println(min(3, 7, 1, 5))  // 1
    fmt.Println(max(3, 7, 1, 5))  // 7

    var a, b = 10, 20
    fmt.Println(min(a, b))  // 10
    fmt.Println(max(a, b))  // 20

    fmt.Println(min("banana", "apple", "cherry"))  // apple
    fmt.Println(max("banana", "apple", "cherry"))  // cherry
}
```

Fungsi `min()` mengembalikan nilai terkecil, dan `max()` mengembalikan nilai terbesar dari semua argumen yang diberikan. Minimal dibutuhkan satu argumen, dan tipe data semua argumen harus sama.

Sebelum adanya fungsi bawaan ini, operasi min/max biasanya dilakukan secara manual menggunakan seleksi kondisi. Kini cukup satu baris saja.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github

https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.12...

A.13. Seleksi Kondisi

Seleksi kondisi digunakan untuk mengontrol alur eksekusi program. Analoginya mirip seperti rambu lalu lintas di jalan raya. Kapan kendaraan diperbolehkan melaju dan kapan harus berhenti diatur oleh rambu tersebut. Seleksi kondisi pada program juga kurang lebih sama, kapan sebuah blok kode dieksekusi diatur oleh kondisi.

Yang dijadikan acuan oleh seleksi kondisi adalah nilai bertipe `bool`, bisa berasal dari variabel, ataupun hasil operasi perbandingan. Nilai tersebut menentukan blok kode mana yang akan dieksekusi.

Go memiliki 2 macam keyword untuk seleksi kondisi, yaitu **if else** dan **switch**. Pada chapter ini kita akan mempelajari keduanya.

> Go tidak mendukung seleksi kondisi menggunakan **ternary**. Statement seperti `var data = (isExist ? "ada" : "tidak ada")` adalah invalid dan menghasilkan error.

A.13.1. Seleksi Kondisi Menggunakan Keyword `if`, `else if`, & `else`

Cara penerapan if-else di Go sama seperti pada bahasa pemrograman lain. Yang membedakan hanya tanda kurungnya *(parentheses)*, di Go tidak perlu ditulis. Kode berikut merupakan contoh penerapan seleksi kondisi if else, dengan jumlah kondisi 4 buah.

```
var point = 8

if point == 10 {
    fmt.Println("lulus dengan nilai sempurna")
} else if point > 5 {
    fmt.Println("lulus")
} else if point == 4 {
    fmt.Println("hampir lulus")
} else {
    fmt.Printf("tidak lulus. nilai anda %d\n", point)
}
```

Dari ke-empat kondisi di atas, yang terpenuhi adalah `if point > 5`, karena nilai variabel `point` memang lebih besar dari `5`. Maka blok kode tepat di bawah kondisi tersebut akan dieksekusi (blok kode ditandai kurung kurawal buka dan tutup), hasilnya text `"lulus"` muncul sebagai output.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab12.go
lulus
novalagung:belajar-golang $
```

Penulisan if-else di Go diawali dengan keyword `if` kemudian diikuti ekspresi kondisi dan blok kode yang dieksekusi ketika kondisi terpenuhi. Ketika kondisinya tidak terpenuhi, maka blok kode `else` yang dipanggil (jika blok `else` tersebut ada). Untuk menangani banyak kondisi, gunakan `else if`.

A.13.2. Variabel Temporary Pada `if` - `else`

Variabel temporary adalah variabel yang hanya bisa digunakan pada deretan blok seleksi kondisi di mana ia ditempatkan. Penggunaan variabel ini membawa beberapa manfaat, antara lain:

- Scope atau cakupan variabel jelas, hanya bisa digunakan pada blok seleksi kondisi itu saja
- Kode menjadi lebih rapi
- Ketika nilai variabel tersebut didapat dari sebuah komputasi, perhitungan tidak perlu dilakukan di dalam blok masing-masing kondisi.

```
var point = 8840.0

if percent := point / 100; percent >= 100 {
    fmt.Printf("%.1f%s perfect!\n", percent, "%")
} else if percent >= 70 {
    fmt.Printf("%.1f%s good\n", percent, "%")
} else {
    fmt.Printf("%.1f%s not bad\n", percent, "%")
}
```

Variabel `percent` nilainya didapat dari hasil perhitungan, dan hanya bisa digunakan di deretan blok seleksi kondisi itu saja yang mencakup blok `if`, `else if`, dan `else`.

> Deklarasi variabel temporary hanya bisa dilakukan lewat metode type inference yang menggunakan tanda `:=`. Penggunaan keyword `var` di situ tidak diperbolehkan karena menyebabkan error.

A.13.3. Seleksi Kondisi Menggunakan Keyword `switch` - `case`

Switch merupakan seleksi kondisi yang sifatnya fokus pada satu variabel, lalu kemudian di-cek nilainya. Contoh sederhananya seperti penentuan apakah nilai variabel `x` adalah: `1`, `2`, `3`, atau lainnya.

```
var point = 6

switch point {
case 8:
    fmt.Println("perfect")
case 7:
    fmt.Println("awesome")
default:
    fmt.Println("not bad")
}
```

Pada kode di atas, tidak ada kondisi atau `case` yang terpenuhi karena nilai variabel `point` tetap `6`. Ketika hal seperti ini terjadi, blok kondisi `default` dipanggil. Bisa dibilang bahwa `default` merupakan `else` dalam sebuah switch.

Perlu diketahui, switch pada pemrograman Go memiliki perbedaan dibanding bahasa lain. Di Go, ketika sebuah case terpenuhi, tidak akan dilanjutkan ke pengecekan case selanjutnya, meskipun tidak ada keyword `break` di situ. Konsep ini berkebalikan dengan switch pada umumnya pemrograman lain (yang ketika sebuah case terpenuhi, maka akan tetap dilanjut mengecek case selanjutnya kecuali ada keyword `break`).

A.13.4. Pemanfaatan `case` Untuk Banyak Kondisi

Sebuah `case` dapat menampung banyak kondisi. Cara penerapannya yaitu dengan menuliskan nilai pembanding-pembanding variabel yang di-switch setelah keyword `case` dipisah tanda koma (`,`).

```
var point = 6

switch point {
case 8:
    fmt.Println("perfect")
case 7, 6, 5, 4:
    fmt.Println("awesome")
default:
    fmt.Println("not bad")
}
```

Kondisi `case 7, 6, 5, 4:` akan terpenuhi ketika nilai variabel `point` adalah 7 atau 6 atau 5 atau 4.

A.13.5. Kurung Kurawal Pada Keyword `case` & `default`

Tanda kurung kurawal (`{ }`) bisa diterapkan pada keyword `case` dan `default` . Tanda ini opsional, boleh dipakai boleh tidak. Bagus jika dipakai pada blok kondisi yang di dalamnya ada banyak statement, dengannya kode akan terlihat lebih rapi.

Perhatikan kode berikut, bisa dilihat pada keyword `default` terdapat kurung kurawal yang mengapit 2 statement di dalamnya.

```
var point = 6

switch point {
case 8:
    fmt.Println("perfect")
case 7, 6, 5, 4:
    fmt.Println("awesome")
default:
    {
        fmt.Println("not bad")
        fmt.Println("you can be better!")
    }
}
```

A.13.6. Switch Dengan Gaya `if` - `else`

Uniknya di Go, switch bisa digunakan dengan gaya ala if-else. Nilai yang akan dibandingkan tidak dituliskan setelah keyword `switch` , melainkan akan ditulis langsung dalam bentuk perbandingan dalam keyword `case` .

Pada kode di bawah ini, kode program switch di atas diubah ke dalam gaya `if-else` . Variabel `point` dihilangkan dari keyword `switch` , lalu kondisi-kondisinya dituliskan di tiap `case` .

```
var point = 6

switch {
case point == 8:
    fmt.Println("perfect")
case (point < 8) && (point > 3):
    fmt.Println("awesome")
default:
    {
        fmt.Println("not bad")
        fmt.Println("you need to learn more")
    }
}
```

A.13.7. Penggunaan Keyword `fallthrough` Dalam `switch`

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, bahwa switch pada Go memiliki perbedaan dengan bahasa lain. Ketika sebuah `case` terpenuhi, pengecekan kondisi tidak akan diteruskan ke case-case setelahnya.

Keyword `fallthrough` digunakan untuk memaksa proses pengecekan tetap diteruskan ke `case` selanjutnya dengan **tanpa menghiraukan nilai kondisinya**, efeknya adalah case di pengecekan selanjutnya selalu dianggap `true` (meskipun aslinya bisa saja kondisi tersebut tidak terpenuhi, akan tetap dianggap `true`).

```
var point = 6

switch {
case point == 8:
    fmt.Println("perfect")
case (point < 8) && (point > 3):
    fmt.Println("awesome")
    fallthrough
case point < 5:
    fmt.Println("you need to learn more")
default:
    {
        fmt.Println("not bad")
        fmt.Println("you need to learn more")
    }
}
```

Di contoh, setelah pengecekan `case (point < 8) && (point > 3)` selesai, dilanjut ke pengecekan `case point < 5`, karena ada `fallthrough` di situ. Dan kondisi `case point < 5` tersebut dianggap `true` meskipun secara logika harusnya tidak terpenuhi.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab12.go
awesome
you need to learn more
novalagung:belajar-golang $
```

Pada `case` dalam sebuah `switch`, diperbolehkan terdapat lebih dari satu `fallthrough`.

A.13.8. Seleksi Kondisi Bersarang

Seleksi kondisi bersarang adalah seleksi kondisi, yang berada dalam seleksi kondisi, yang mungkin juga berada dalam seleksi kondisi, dan seterusnya. Seleksi kondisi bersarang bisa dilakukan pada `if` - `else`, `switch`, ataupun kombinasi keduanya.

```go
var point = 10

if point > 7 {
    switch point {
    case 10:
        fmt.Println("perfect!")
    default:
        fmt.Println("nice!")
    }
} else {
    if point == 5 {
        fmt.Println("not bad")
    } else if point == 3 {
        fmt.Println("keep trying")
    } else {
        fmt.Println("you can do it")
        if point == 0 {
            fmt.Println("try harder!")
        }
    }
}
```

Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.13...

A.14. Perulangan

Perulangan adalah proses mengulang-ulang eksekusi blok kode tanpa henti, selama kondisi yang dijadikan acuan terpenuhi. Biasanya disiapkan variabel untuk iterasi atau variabel penanda kapan perulangan akan diberhentikan.

Di Go keyword perulangan hanya **for** saja, namun kemampuannya merupakan gabungan dari `for`, `foreach`, dan `while` seperti pada bahasa pemrograman lain.

A.14.1. Perulangan Menggunakan Keyword `for`

Ada beberapa cara standar menggunakan `for`. Cara pertama dengan memasukkan variabel counter perulangan beserta kondisinya setelah keyword. Perhatikan dan praktikkan kode berikut.

```
for i := 0; i < 5; i++ {
    fmt.Println("Angka", i)
}
```

Perulangan di atas hanya akan berjalan ketika variabel `i` bernilai di bawah `5`, dengan ketentuan setiap kali perulangan, nilai variabel `i` akan di-iterasi atau ditambahkan 1 (`i++` artinya ditambah satu, sama seperti `i = i + 1`). Karena `i` pada awalnya bernilai 0, maka perulangan akan berlangsung 5 kali, yaitu ketika `i` bernilai 0, 1, 2, 3, dan 4.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab13.go
Angka 0
Angka 1
Angka 2
Angka 3
Angka 4
novalagung:belajar-golang $
```

A.14.2. Penggunaan Keyword `for` Dengan Argumen Hanya Kondisi

Cara ke-2 adalah dengan menuliskan kondisi setelah keyword `for` (hanya kondisi). Deklarasi dan iterasi variabel counter tidak dituliskan setelah keyword, hanya kondisi perulangan saja. Konsepnya mirip seperti `while` milik bahasa pemrograman lain.

Kode berikut adalah contoh `for` dengan argumen hanya kondisi (seperti `if`), output yang dihasilkan sama seperti penerapan `for` cara pertama.

```
var i = 0

for i < 5 {
    fmt.Println("Angka", i)
    i++
}
```

A.14.3. Penggunaan Keyword `for` Tanpa Argumen

Cara ke-3 adalah `for` ditulis tanpa kondisi. Dengan ini akan dihasilkan perulangan tanpa henti (sama dengan `for true`). Pemberhentian perulangan dilakukan dengan menggunakan keyword `break`.

```
var i = 0

for {
    fmt.Println("Angka", i)

    i++
    if i == 5 {
        break
    }
}
```

Dalam perulangan tanpa henti di atas, variabel `i` yang nilai awalnya `0` di-inkrementasi. Ketika nilai `i` sudah mencapai `5`, keyword `break` digunakan, dan perulangan akan berhenti.

A.14.4. Penggunaan Keyword `for - range`

Cara ke-4 adalah perulangan dengan menggunakan kombinasi keyword `for` dan `range`. Cara ini biasa digunakan untuk me-looping data gabungan (misalnya string, array, slice, map). Detailnya akan dibahas dalam chapter-chapter selanjutnya (A.15. Array, A.16. Slice, A.17. Map).

```go
var xs = "123" // string
for i, v := range xs {
    fmt.Println("Index=", i, "Value=", v)
}

var ys = [5]int{10, 20, 30, 40, 50} // array
for _, v := range ys {
    fmt.Println("Value=", v)
}

var zs = ys[0:2] // slice
for _, v := range zs {
    fmt.Println("Value=", v)
}

var kvs = map[byte]int{'a': 0, 'b': 1, 'c': 2} // map
for k, v := range kvs {
    fmt.Println("Key=", k, "Value=", v)
}

// boleh juga baik k dan atau v nya diabaikan
for range kvs {
    fmt.Println("Done")
}

// selain itu, bisa juga dengan cukup menentukan nilai numerik perulangan
// (fitur ini tersedia sejak Go 1.22)
for i := range 5 {
    fmt.Print(i) // 01234
}
```

A.14.5. Penggunaan Keyword `break` & `continue`

Keyword `break` digunakan untuk menghentikan secara paksa sebuah perulangan, sedangkan `continue` dipakai untuk memaksa maju ke perulangan berikutnya.

Berikut merupakan contoh penerapan `continue` dan `break`. Kedua keyword tersebut dimanfaatkan untuk menampilkan angka genap berurutan yang lebih besar dari 0 dan kurang dari atau sama dengan 8.

```
for i := 1; i <= 10; i++ {
    if i%2 == 1 {
        continue
    }

    if i > 8 {
        break
    }

    fmt.Println("Angka", i)
}
```

Kode di atas akan lebih mudah dicerna jika dijelaskan secara berurutan. Berikut adalah penjelasannya.

1. Dilakukan perulangan mulai angka 1 hingga 10 dengan `i` sebagai variabel iterasi.
2. Ketika `i` adalah ganjil (dapat diketahui dari `i % 2`, jika hasilnya `1`, berarti ganjil), maka akan dipaksa lanjut ke perulangan berikutnya.
3. Ketika `i` lebih besar dari 8, maka perulangan akan berhenti.
4. Nilai `i` ditampilkan.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab13.go
Angka 2
Angka 4
Angka 6
Angka 8
novalagung:belajar-golang $
```

A.14.6. Perulangan Bersarang

Tak hanya seleksi kondisi yang bisa bersarang, perulangan juga bisa. Cara pengaplikasiannya kurang lebih sama, tinggal tulis blok statement perulangan di dalam perulangan.

```
for i := 0; i < 5; i++ {
    for j := i; j < 5; j++ {
        fmt.Print(j, " ")
    }

    fmt.Println()
}
```

Pada kode di atas, untuk pertama kalinya fungsi `fmt.Println()` dipanggil tanpa disisipkan parameter. Cara seperti ini bisa digunakan untuk menampilkan baris baru. Kegunaannya sama seperti output dari statement `fmt.Print("\n")`.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab13.go
0 1 2 3 4
1 2 3 4
2 3 4
3 4
4
novalagung:belajar-golang $
```

A.14.7. Pemanfaatan Label Dalam Perulangan

Di perulangan bersarang, `break` dan `continue` akan berlaku pada blok perulangan di mana ia digunakan saja. Ada cara agar kedua keyword ini bisa tertuju pada perulangan terluar atau perulangan tertentu, yaitu dengan memanfaatkan teknik pemberian **label**.

Program untuk memunculkan matriks berikut merupakan contoh penerapan label perulangan.

```
outerLoop:
for i := 0; i < 5; i++ {
    for j := 0; j < 5; j++ {
        if i == 3 {
            break outerLoop
        }
        fmt.Print("matriks [", i, "][", j, "]", "\n")
    }
}
```

Tepat sebelum keyword `for` terluar, terdapat baris kode `outerLoop:` . Maksud dari kode tersebut adalah disiapkan sebuah label bernama `outerLoop` untuk `for` di bawahnya. Nama label bisa diganti dengan nama lain (dan harus diakhiri dengan tanda titik dua atau *colon* (`:`)).

Pada `for` bagian dalam, terdapat seleksi kondisi untuk pengecekan nilai `i` . Ketika nilai tersebut sama dengan `3` , maka `break` dipanggil dengan target adalah perulangan yang dilabeli `outerLoop` , perulangan tersebut akan dihentikan.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab13.go
matriks [0][0]
matriks [0][1]
matriks [0][2]
matriks [0][3]
matriks [0][4]
matriks [1][0]
matriks [1][1]
matriks [1][2]
matriks [1][3]
matriks [1][4]
matriks [2][0]
matriks [2][1]
matriks [2][2]
matriks [2][3]
matriks [2][4]
novalagung:belajar-golang $
```

A.14.8. Fungsi Iterator & `yield` (Go 1.23+)

Fungsi iterator adalah fungsi yang didesain untuk digunakan bersama `for` - `range`, memungkinkan pembuatan perulangan kustom yang menghasilkan nilai satu per satu. Sebelum Go 1.23, `for` - `range` hanya bisa digunakan pada tipe bawaan seperti slice, array, map, string, dan channel. Sejak Go 1.23, `for` - `range` bisa digunakan langsung pada fungsi yang memenuhi skema iterator tertentu.

◉ Apa itu `yield`?

`yield` bukanlah keyword bawaan Go, melainkan nama parameter fungsi yang wajib ada dalam skema iterator. Fungsi bertipe `yield` inilah yang dipanggil oleh iterator untuk "menghasilkan" nilai ke blok `for` - `range` di setiap iterasinya.

Cara kerjanya:

- Iterator memanggil `yield(nilai)` untuk meneruskan nilai ke blok `for`.
- Jika `yield` mengembalikan `true`, iterasi dilanjutkan ke putaran berikutnya.
- Jika `yield` mengembalikan `false` (misalnya karena ada `break` di dalam loop), iterasi dihentikan dan iterator harus segera `return`.

◉ Tiga Skema Fungsi Iterator

Go mendukung tiga skema fungsi iterator tergantung jumlah nilai yang dihasilkan per iterasi.

Skema 1: `func(yield func() bool)`

Tidak menghasilkan nilai per iterasi, hanya menandakan bahwa satu putaran terjadi. Cocok untuk mengulangi suatu proses sebanyak N kali tanpa perlu nilai iterasi.

```go
func repeat(n int) func(yield func() bool) {
    return func(yield func() bool) {
        for i := 0; i < n; i++ {
            if !yield() {
                return
            }
        }
    }
}
```

Cara penggunaan:

```
count := 0
for range repeat(5) {
    count++
    fmt.Println("iterasi ke", count)
}
```

Skema 2: `func(yield func(V) bool)`

Menghasilkan satu nilai per iterasi. Ini adalah skema yang paling umum digunakan, setara dengan `for _, v := range slice`.

```
func counter(n int) func(yield func(int) bool) {
    return func(yield func(int) bool) {
        for i := 1; i <= n; i++ {
            if !yield(i) {
                return
            }
        }
    }
}
```

Cara penggunaan:

```
for v := range counter(5) {
    fmt.Println(v) // 1, 2, 3, 4, 5
}
```

Skema 3: `func(yield func(K, V) bool)`

Menghasilkan dua nilai per iterasi (pasangan key-value). Setara dengan `for k, v := range map`.

```
func enumerate(items []string) func(yield func(int, string) bool) {
    return func(yield func(int, string) bool) {
        for i, v := range items {
            if !yield(i, v) {
                return
            }
        }
    }
}
```

Cara penggunaan:

```
fruits := []string{"apple", "mango", "banana"}
for i, v := range enumerate(fruits) {
    fmt.Println(i, v)
}
// output:
// 0 apple
// 1 mango
// 2 banana
```

◉ Menghentikan Iterasi dengan `break`

Ketika `break` digunakan di dalam `for` - `range` pada iterator, fungsi `yield` mengembalikan `false`. Iterator wajib mengecek nilai kembalian `yield` dan langsung `return` jika hasilnya `false`, agar goroutine tidak bocor.

```
for v := range counter(10) {
    if v == 3 {
        break
    }
    fmt.Println(v)
}
// output: 1 2 3
```

> Go 1.23 juga memperkenalkan package `iter` yang menyediakan tipe standar untuk iterator: `iter.Seq[V]` (satu nilai) dan `iter.Seq2[K, V]` (dua nilai). Keduanya mempermudah penulisan tipe fungsi iterator tanpa harus menuliskan skema panjang secara manual.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.14...

A.15. Array

Array adalah kumpulan data bertipe sama, yang disimpan dalam sebuah variabel. Array memiliki kapasitas yang nilainya ditentukan pada saat pembuatan, menjadikan elemen/data yang disimpan di array tersebut jumlahnya tidak boleh melebihi yang sudah dialokasikan.

Default nilai tiap elemen array pada awalnya tergantung dari tipe datanya. Jika `int` maka tiap element zero value-nya adalah `0`, jika `bool` maka `false`, dan seterusnya. Setiap elemen array memiliki indeks berupa angka yang merepresentasikan posisi urutan elemen tersebut. Indeks array dimulai dari 0.

Contoh penerapan array:

```
var names [4]string
names[0] = "trafalgar"
names[1] = "d"
names[2] = "water"
names[3] = "law"

fmt.Println(names[0], names[1], names[2], names[3])
```

Variabel `names` dideklarasikan sebagai `array string` dengan alokasi kapasitas elemen adalah `4` slot. Cara mengisi slot elemen array bisa dilihat di kode di atas, yaitu dengan langsung mengakses elemen menggunakan indeks, lalu mengisinya.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab14.go
trafalgar d water law
novalagung:belajar-golang $
```

A.15.1. Pengisian Elemen Array yang Melebihi Alokasi Awal

Pengisian elemen array pada indeks yang tidak sesuai dengan jumlah alokasi menghasilkan error. Contoh: jika array memiliki 4 slot, maka pengisian nilai slot 5 seterusnya adalah tidak valid.

```
var names [4]string
names[0] = "trafalgar"
names[1] = "d"
names[2] = "water"
names[3] = "law"
names[4] = "ez" // baris kode ini menghasilkan error
```

Solusi dari masalah di atas adalah dengan menggunakan fungsi `append()` pada tipe data slice, yang pembahasannya ada pada chapter selanjutnya, (A.16. Slice).

A.15.2. Inisialisasi Nilai Awal Array

Pengisian elemen array bisa dilakukan pada saat deklarasi variabel. Caranya dengan menuliskan data elemen dalam kurung kurawal setelah tipe data, dengan pembatas antar elemen adalah tanda koma (`,`).

```
var fruits = [4]string{"apple", "grape", "banana", "melon"}


fmt.Println("Jumlah element \t\t", len(fruits))
fmt.Println("Isi semua element \t", fruits)
```

Penggunaan fungsi `fmt.Println()` pada data array tanpa mengakses indeks tertentu, menghasilkan output dalam bentuk string dari semua array yang ada. Teknik ini umum digunakan untuk keperluan *debugging* data array.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab14.go
Jumlah element          4
Isi semua element       [apple grape banana melon]
novalagung:belajar-golang $
```

Fungsi `len()` berfungsi untuk menghitung jumlah elemen sebuah array.

A.15.3. Inisialisasi Nilai Array Dengan Gaya Vertikal

Elemen array bisa dituliskan dalam bentuk horizontal (seperti yang sudah dicontohkan di atas) ataupun dalam bentuk vertikal.

```
var fruits [4]string


// cara horizontal
fruits = [4]string{"apple", "grape", "banana", "melon"}


// cara vertikal
fruits = [4]string{
    "apple",
    "grape",
    "banana",
    "melon",
}
```

Khusus untuk deklarasi array dengan cara vertikal, tanda koma wajib dituliskan setelah setiap elemen (termasuk elemen terakhir), agar tidak memunculkan syntax error.

A.15.4. Inisialisasi Nilai Awal Array Tanpa Jumlah Elemen

Deklarasi array yang nilainya diset di awal, boleh tidak dituliskan jumlah lebar array-nya, cukup ganti dengan tanda 3 titik (`...`). Metode penulisan ini membuat kapasitas array otomatis dihitung dari jumlah elemen array yang ditulis.

```
var numbers = [...]int{2, 3, 2, 4, 3}

fmt.Println("data array \t:", numbers)
fmt.Println("jumlah elemen \t:", len(numbers))
```

Variabel `numbers` secara otomatis kapasitas elemennya adalah `5` .

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab14.go
data array      : [2 3 2 4 3]
jumlah elemen   : 5
novalagung:belajar-golang $
```

A.15.5. Array Multidimensi

Array multidimensi adalah array yang tiap elemennya juga berupa array.

> Level kedalaman array multidimensi adalah tidak terbatas, bisa saja suatu array berisi elemen array yang setiap elemennya juga adalah nilai array, dst.

Cara deklarasi array multidimensi secara umum sama dengan array biasa, bedanya adalah pada array biasa, setiap elemen berisi satu nilai, sedangkan pada array multidimensi setiap elemen berisi array.

Khusus penulisan array yang merupakan subdimensi/elemen, boleh tidak dituliskan jumlah datanya. Contohnya bisa dilihat pada deklarasi variabel `numbers2` di kode berikut.

```
var numbers1 = [2][3]int{[3]int{3, 2, 3}, [3]int{3, 4, 5}}
var numbers2 = [2][3]int{{3, 2, 3}, {3, 4, 5}}

fmt.Println("numbers1", numbers1)
fmt.Println("numbers2", numbers2)
```

Kedua array di atas memiliki jumlah dan isi elemen yang sama.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab14.go
numbers1 [[3 2 3] [3 4 5]]
numbers2 [[3 2 3] [3 4 5]]
novalagung:belajar-golang $
```

A.15.6. Perulangan Elemen Array Menggunakan Keyword `for`

Keyword `for` dan array memiliki hubungan yang sangat erat. Dengan memanfaatkan perulangan/looping menggunakan keyword ini, elemen-elemen dalam array bisa didapat.

Ada beberapa cara yang bisa digunakan untuk me-looping data array, yg pertama adalah dengan memanfaatkan variabel iterasi perulangan untuk mengakses elemen berdasarkan indeks-nya. Contoh:

```
var fruits = [4]string{"apple", "grape", "banana", "melon"}

for i := 0; i < len(fruits); i++ {
    fmt.Printf("elemen %d : %s\n", i, fruits[i])
}
```

Perulangan di atas dijalankan sebanyak jumlah elemen array `fruits` (bisa diketahui dari kondisi `i < len(fruits`). Di tiap perulangan, elemen array diakses lewat variabel iterasi `i` .

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab14.go
elemen 0 : apple
elemen 1 : grape
elemen 2 : banana
elemen 3 : melon
novalagung:belajar-golang $
```

A.15.7. Perulangan Elemen Array Menggunakan Keyword `for` - `range`

Ada cara lain yang lebih sederhana untuk operasi perulangan array, yaitu menggunakan kombinasi keyword `for` - `range` . Contoh pengaplikasiannya bisa dilihat di kode berikut.

```
var fruits = [4]string{"apple", "grape", "banana", "melon"}

for i, fruit := range fruits {
    fmt.Printf("elemen %d : %s\n", i, fruit)
}
```

Array `fruits` diambil elemen-nya secara berurutan. Nilai tiap elemen ditampung variabel oleh `fruit` (tanpa huruf s), sedangkan indeks nya ditampung variabel `i` .

Output program di atas, sama persis dengan output program sebelumnya, hanya saja cara yang diterapkan berbeda.

A.15.8. Penggunaan Variabel Underscore `_` Dalam `for` - `range`

Terkadang, dalam penerapan *looping* menggunakan `for` - `range`, ada kebutuhan di mana yang dibutuhkan dari perulangan adalah elemen-nya saja, sedangkan indeks-nya tidak, contoh:

```
var fruits = [4]string{"apple", "grape", "banana", "melon"}

for i, fruit := range fruits {
    fmt.Printf("nama buah : %s\n", fruit)
}
```

Hasil dari kode program di atas adalah error, karena Go tidak memperbolehkan adanya variabel yang menganggur atau tidak dipakai.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab14.go
# command-line-arguments
./bab14.go:8: i declared and not used
novalagung:belajar-golang $
```

Di sinilah salah satu kegunaan dari variabel pengangguran, atau underscore (`_`). Tampung saja nilai yang tidak ingin digunakan ke underscore.

```
var fruits = [4]string{"apple", "grape", "banana", "melon"}

for _, fruit := range fruits {
    fmt.Printf("nama buah : %s\n", fruit)
}
```

Pada kode di atas, yang sebelumnya adalah variabel `i` diganti dengan `_`, karena kebetulan variabel `i` tidak digunakan.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab14.go
nama buah : apple
nama buah : grape
nama buah : banana
nama buah : melon
novalagung:belajar-golang $
```

Bagaimana jika sebaliknya? Misal, yang dibutuhkan hanya indeks-nya saja, nilainya tidak penting. Maka cukup tulis satu variabel saja setelah keyword `for`, yaitu variabel penampung nilai indeks.

```
for i, _ := range fruits { }
// atau
for i := range fruits { }
```

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.15...

A.16. Slice

Slice adalah *reference* elemen array. Slice bisa dibuat, atau bisa juga dihasilkan dari manipulasi sebuah array ataupun slice lainnya. Karena slice merupakan data *reference*, menjadikan perubahan data di tiap elemen slice akan berdampak pada slice lain yang memiliki alamat memori yang sama.

A.16.1. Inisialisasi Slice

Cara pembuatan slice mirip seperti pembuatan array, bedanya tidak perlu mendefinisikan jumlah elemen ketika awal deklarasi. Pengaksesan nilai elemennya juga sama. Contoh pembuatan slice:

```
var fruits = []string{"apple", "grape", "banana", "melon"}
fmt.Println(fruits[0]) // "apple"
```

Salah satu perbedaan slice dan array bisa diketahui pada saat deklarasi variabelnya, jika jumlah elemen tidak dituliskan, maka variabel tersebut adalah slice.

```
var fruitsA = []string{"apple", "grape"}      // slice
var fruitsB = [2]string{"banana", "melon"}    // array
var fruitsC = [...]string{"papaya", "grape"}  // array
```

A.16.2. Alokasi Slice Menggunakan Fungsi Builtin `make()`

Deklarasi sekaligus alokasi kapasitas slice bisa dilakukan lewat fungsi *builtin* `make()`. Contohnya:

```
var fruits = make([]string, 2)
fruits[0] = "apple"
fruits[1] = "mango"

fmt.Println(fruits)  // [apple mango]
```

Parameter pertama fungsi `make()` diisi dengan tipe data elemen slice yang diinginkan, parameter kedua adalah jumlah elemennya. Pada kode di atas, variabel `fruits` tercetak sebagai slice string dengan panjang 2 elemen.

> Perlu diperhatikan statement `make([]string, 2)` menghasilkan slice, bukan array. Lalu apa itu slice? Silakan lanjut pembahasan di bawah ini.

A.16.3. Hubungan Slice Dengan Array & Operasi Slice

Kalau perbedannya hanya di penentuan alokasi pada saat inisialisasi, kenapa tidak menggunakan satu istilah saja? atau adakah perbedaan lainnya?

Sebenarnya slice dan array tidak bisa dibedakan karena merupakan sebuah kesatuan. Array adalah kumpulan nilai atau elemen, sedang slice adalah referensi tiap elemen tersebut.

Slice bisa dibentuk dari array yang sudah didefinisikan, caranya dengan memanfaatkan teknik **2 index** untuk mengambil elemen-nya. Contoh bisa dilihat pada kode berikut.

```
var fruits = []string{"apple", "grape", "banana", "melon"}
var newFruits = fruits[0:2]

fmt.Println(newFruits) // ["apple", "grape"]
```

Kode `fruits[0:2]` maksudnya adalah pengaksesan elemen dalam slice `fruits` yang **dimulai dari indeks ke-0, hingga elemen sebelum indeks ke-2**. Elemen yang memenuhi kriteria tersebut akan didapat, untuk kemudian disimpan pada variabel lain sebagai slice baru. Pada contoh di atas, `newFruits` adalah slice baru yang tercetak dari slice `fruits`, dengan isi 2 elemen, yaitu `"apple"` dan `"grape"`.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab15.go
[apple grape]
novalagung:belajar-golang $
```

Ketika mengakses elemen array menggunakan satu buah indeks (seperti `data[2]`), nilai yang didapat merupakan hasil **copy** dari referensi aslinya. Berbeda dengan pengaksesan elemen menggunakan 2 indeks (seperti `data[0:2]`), nilai yang didapat adalah *reference* elemen atau slice.

> Sampai sini tidak apa jika pembaca masih bingung. Sebentar lagi kita akan bahas lebih detail lagi tentang penerapan slice dan *reference*

Tabel berikut berisi contoh macam-macam operasi slice (atau *slicing*) menggunakan teknik 2 indeks yang bisa dilakukan di Go.

```
var fruits = []string{"apple", "grape", "banana", "melon"}
```

Kode	Output	Penjelasan
`fruits[0:2]`	`[apple, grape]`	semua elemen mulai indeks ke-0, hingga sebelum indeks ke-2
`fruits[0:4]`	`[apple, grape, banana, melon]`	semua elemen mulai indeks ke-0, hingga sebelum indeks ke-4
`fruits[0:0]`	`[]`	menghasilkan slice kosong, karena indeks awal dan akhir sama
`fruits[4:4]`	`[]`	menghasilkan slice kosong, karena indeks awal dan akhir sama (4 adalah indeks tepat setelah elemen terakhir)
`fruits[4:0]`	`[]`	error, pada penulisan `fruits[a:b]` nilai `a` harus lebih kecil atau sama dengan `b`
`fruits[:]`	`[apple, grape, banana, melon]`	semua elemen
`fruits[2:]`	`[banana, melon]`	semua elemen mulai indeks ke-2
`fruits[:2]`	`[apple, grape]`	semua elemen hingga sebelum indeks ke-2

A.16.4. Slice Merupakan Tipe Data Reference

Slice merupakan tipe data *reference* atau referensi. Artinya jika ada slice baru yang terbentuk dari slice lama, maka data elemen slice yang baru akan memiliki alamat memori yang sama dengan elemen slice lama. Setiap perubahan yang terjadi di elemen slice baru, akan berdampak juga pada elemen slice lama yang memiliki referensi yang sama.

Program berikut merupakan pembuktian tentang teori yang baru kita bahas. Kita akan mencoba mengubah data elemen slice baru, yang terbentuk dari slice lama.

```go
var fruits = []string{"apple", "grape", "banana", "melon"}

var aFruits = fruits[0:3]
var bFruits = fruits[1:4]

var aaFruits = aFruits[1:2]
var baFruits = bFruits[0:1]

fmt.Println(fruits)   // [apple grape banana melon]
fmt.Println(aFruits)  // [apple grape banana]
fmt.Println(bFruits)  // [grape banana melon]
fmt.Println(aaFruits) // [grape]
fmt.Println(baFruits) // [grape]

// Buah "grape" diubah menjadi "pineapple"
baFruits[0] = "pineapple"

fmt.Println(fruits)   // [apple pineapple banana melon]
fmt.Println(aFruits)  // [apple pineapple banana]
fmt.Println(bFruits)  // [pineapple banana melon]
fmt.Println(aaFruits) // [pineapple]
fmt.Println(baFruits) // [pineapple]
```

Sekilas bisa kita lihat bahwa setelah slice yang isi datanya adalah `grape` di-ubah menjadi `pineapple`, semua slice pada 4 variabel lainnya juga ikut berubah.

Variabel `aFruits`, `bFruits` merupakan slice baru yang terbentuk dari variabel `fruits`. Dengan menggunakan dua slice baru tersebut, diciptakan lagi slice lainnya, yaitu `aaFruits`, dan `baFruits`. Kelima slice tersebut ditampilkan nilainya.

Selanjutnya, nilai dari `baFruits[0]` diubah, dan 5 slice tadi ditampilkan lagi. Hasilnya akan ada banyak slice yang elemennya ikut berubah. Yaitu elemen-elemen yang referensi-nya sama dengan referensi elemen `baFruits[0]`.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab15.go
fruits          [apple grape banana melon]
aFruits         [apple grape banana]
bFruits         [grape banana melon]
aaFruits        [grape]
baFruits        [grape]

Buah "grape" diubah menjadi "pinnaple"

fruits          [apple pinnaple banana melon]
aFruits         [apple pinnaple banana]
bFruits         [pinnaple banana melon]
aaFruits        [pinnaple]
baFruits        [pinnaple]
novalagung:belajar-golang $
```

Bisa dilihat pada output di atas, elemen yang sebelumnya bernilai `"grape"` pada variabel `fruits`, `aFruits`, `bFruits`, `aaFruits`, dan `baFruits`; Seluruhnya berubah menjadi `"pineapple"`, karena memiliki referensi yang sama.

Pembahasan mengenai dasar slice sepertinya sudah cukup, selanjutnya kita akan membahas tentang beberapa *built in function* bawaan Go, yang bisa dimanfaatkan untuk keperluan operasi slice.

A.16.5. Fungsi `len()`

Fungsi `len()` digunakan untuk menghitung jumlah elemen slice yang ada. Sebagai contoh jika sebuah variabel adalah slice dengan data 4 buah, maka fungsi ini pada variabel tersebut akan mengembalikan angka **4**.

```
var fruits = []string{"apple", "grape", "banana", "melon"}
fmt.Println(len(fruits)) // 4
```

A.16.6. Fungsi `cap()`

Fungsi `cap()` digunakan untuk menghitung lebar atau kapasitas maksimum slice. Nilai kembalian fungsi ini untuk slice yang baru dibuat pasti sama dengan `len`, tapi bisa berubah seiring operasi slice yang dilakukan. Agar lebih jelas, silakan pelajari kode berikut.

```
var fruits = []string{"apple", "grape", "banana", "melon"}
fmt.Println(len(fruits))  // len: 4
fmt.Println(cap(fruits))  // cap: 4

var aFruits = fruits[0:3]
fmt.Println(len(aFruits)) // len: 3
fmt.Println(cap(aFruits)) // cap: 4

var bFruits = fruits[1:4]
fmt.Println(len(bFruits)) // len: 3
fmt.Println(cap(bFruits)) // cap: 3
```

Variabel `fruits` disiapkan di awal dengan jumlah elemen 4, fungsi `len(fruits)` dan `cap(fruits)` pasti hasinya 4.

Variabel `aFruits` dan `bFruits` merupakan slice baru berisikan 3 buah elemen milik slice `fruits`. Variabel `aFruits` mengambil elemen index 0, 1, 2; sedangkan `bFruits` 1, 2, 3.

Fungsi `len()` menghasilkan angka 3, karena jumlah elemen kedua slice ini adalah 3. Tetapi `cap(aFruits)` menghasilkan angka yang berbeda, yaitu 4 untuk `aFruits` dan 3 untuk `bFruits`. kenapa? jawabannya bisa dilihat pada tabel berikut.

Kode	Output	len()	cap()
fruits[0:4]	[buah buah buah buah]	4	4
aFruits[0:3]	[buah buah buah ----]	3	4
bFruits[1:4]	---- [buah buah buah]	3	3

Kita analogikan slicing 2 index menggunakan **x** dan **y**.

```
fruits[x:y]
```

Slicing yang dimulai dari indeks **0** hingga **y** akan mengembalikan elemen-elemen mulai indeks **0** hingga sebelum indeks **y**, dengan lebar kapasitas adalah sama dengan slice aslinya.

Sedangkan slicing yang dimulai dari indeks **x**, yang mana nilai **x** adalah lebih dari **0**, membuat elemen ke-**x** slice yang diambil menjadi elemen ke-0 slice baru. Hal inilah yang membuat kapasitas slice berubah.

A.16.7. Fungsi `append()`

Fungsi `append()` digunakan untuk menambahkan elemen pada slice. Elemen baru tersebut diposisikan setelah indeks paling akhir. Nilai balik fungsi ini adalah slice yang sudah ditambahkan nilai barunya. Contoh penggunaannya bisa dilihat di kode berikut.

```go
var fruits = []string{"apple", "grape", "banana"}
var cFruits = append(fruits, "papaya")

fmt.Println(fruits)  // ["apple", "grape", "banana"]
fmt.Println(cFruits) // ["apple", "grape", "banana", "papaya"]
```

Ada 3 hal yang perlu diketahui dalam penggunaan fungsi ini.

- Ketika jumlah elemen dan lebar kapasitas adalah sama (`len(fruits) == cap(fruits)`), maka elemen baru hasil `append()` merupakan referensi baru.
- Ketika jumlah elemen lebih kecil dibanding kapasitas (`len(fruits) < cap(fruits)`), elemen baru tersebut ditempatkan ke dalam cakupan kapasitas, menjadikan semua elemen slice lain yang referensi-nya sama akan berubah nilainya.

Agar lebih jelas silakan perhatikan contoh berikut.

```
var fruits = []string{"apple", "grape", "banana"}
var bFruits = fruits[0:2]

fmt.Println(cap(bFruits)) // 3
fmt.Println(len(bFruits)) // 2

fmt.Println(fruits)  // ["apple", "grape", "banana"]
fmt.Println(bFruits) // ["apple", "grape"]

var cFruits = append(bFruits, "papaya")

fmt.Println(fruits)  // ["apple", "grape", "papaya"]
fmt.Println(bFruits) // ["apple", "grape"]
fmt.Println(cFruits) // ["apple", "grape", "papaya"]
```

Pada contoh di atas bisa dilihat, elemen indeks ke-2 slice `fruits` nilainya berubah setelah ada penggunaan keyword `append()` pada `bFruits`. Slice `bFruits` kapasitasnya adalah **3** sedang jumlah datanya hanya **2**. Karena `len(bFruits) < cap(bFruits)`, maka elemen baru yang dihasilkan, terdeteksi sebagai perubahan nilai pada referensi yang lama (referensi elemen indeks ke-2 slice `fruits`), membuat elemen yang referensinya sama, nilainya berubah.

A.16.8. Fungsi `copy()`

Fungsi `copy()` digunakan untuk men-copy elements slice pada `src` (parameter ke-2), ke `dst` (parameter pertama).

```
copy(dst, src)
```

Jumlah element yang di-copy dari `src` adalah sejumlah lebar slice `dst` (atau `len(dst)`). Jika jumlah slice pada `src` lebih kecil dari `dst`, maka akan ter-copy semua. Lebih jelasnya silakan perhatikan contoh berikut.

```
dst := make([]string, 3)
src := []string{"watermelon", "pineapple", "apple", "orange"}
n := copy(dst, src)

fmt.Println(dst) // watermelon pineapple apple
fmt.Println(src) // watermelon pineapple apple orange
fmt.Println(n)   // 3
```

Pada kode di atas variabel slice `dst` dipersiapkan dengan lebar adalah 3 elements. Slice `src` yang isinya 4 elements, di-copy ke `dst`. Menjadikan isi slice `dst` sekarang adalah 3 buah elements yang sama dengan 3 buah elements `src`, hasil dari operasi `copy()`.

Yang ter-copy hanya 3 buah (meski `src` memiliki 4 elements) hal ini karena `copy()` hanya meng-copy elements sebanyak `len(dst)`.

> Fungsi `copy()` mengembalikan informasi angka, representasi dari jumlah element yang berhasil di-copy.

Pada contoh kedua berikut, `dst` merupakan slice yang sudah ada isinya, 3 buah elements. Variabel `src` yang juga merupakan slice dengan isi dua elements, di-copy ke `dst`. Karena operasi `copy()` akan meng-copy sejumlah `len(dst)`, maka semua elements `src` akan ter-copy **karena jumlahnya di bawah atau sama dengan lebar** `dst`.

```
dst := []string{"potato", "potato", "potato"}
src := []string{"watermelon", "pineapple"}
n := copy(dst, src)

fmt.Println(dst) // watermelon pineapple potato
fmt.Println(src) // watermelon pineapple
fmt.Println(n)   // 2
```

Jika dilihat pada kode di atas, isi `dst` masih tetap 3 elements, tapi dua elements pertama adalah sama dengan `src`. Element terakhir `dst` isinya tidak berubah, tetap `potato`, hal ini karena proses copy hanya memutasi element ke-1 dan ke-2 milik `dst`, karena memang pada `src` hanya dua itu elements-nya.

A.16.9. Pengaksesan Elemen Slice Dengan 3 Indeks

3 index adalah teknik slicing untuk pengaksesan elemen yang sekaligus menentukan kapasitasnya. Cara penggunaannya yaitu dengan menyisipkan angka kapasitas di belakang, seperti `fruits[0:1:1]`. Angka kapasitas yang diisikan tidak boleh melebihi kapasitas slice yang akan di slicing.

Berikut merupakan contoh penerapannya.

```go
var fruits = []string{"apple", "grape", "banana"}
var aFruits = fruits[0:2]
var bFruits = fruits[0:2:2]

fmt.Println(fruits)      // ["apple", "grape", "banana"]
fmt.Println(len(fruits)) // len: 3
fmt.Println(cap(fruits)) // cap: 3

fmt.Println(aFruits)      // ["apple", "grape"]
fmt.Println(len(aFruits)) // len: 2
fmt.Println(cap(aFruits)) // cap: 3

fmt.Println(bFruits)      // ["apple", "grape"]
fmt.Println(len(bFruits)) // len: 2
fmt.Println(cap(bFruits)) // cap: 2
```

A.16.10. Package `slices` (Go 1.21+)

Go 1.21 memperkenalkan package baru `slices` yang menyediakan fungsi-fungsi generik untuk operasi slice. Berikut beberapa fungsi yang umum digunakan.

```go
package main

import (
    "fmt"
    "slices"
)

func main() {
    var fruits = []string{"apple", "grape", "banana", "melon", "grape"}

    // cek apakah elemen ada dalam slice
    fmt.Println(slices.Contains(fruits, "banana"))  // true
    fmt.Println(slices.Contains(fruits, "papaya"))  // false

    // cari indeks pertama kemunculan elemen
    fmt.Println(slices.Index(fruits, "grape"))  // 1

    // urutkan elemen slice (ascending, in-place)
    slices.Sort(fruits)
    fmt.Println("sorted  :", fruits)

    // balik urutan elemen (in-place)
    slices.Reverse(fruits)
    fmt.Println("reversed:", fruits)

    // hapus elemen duplikat yang berurutan
    slices.Sort(fruits)
    fruits = slices.Compact(fruits)
    fmt.Println("compact :", fruits)
}
```

Penjelasan fungsi-fungsi yang digunakan:

- `slices.Contains(s, v)` → mengembalikan `true` jika elemen `v` ada di dalam slice `s`.
- `slices.Index(s, v)` → mengembalikan indeks pertama kemunculan `v`, atau `-1` jika tidak ditemukan.
- `slices.Sort(s)` → mengurutkan elemen slice secara *ascending* (in-place, slice asli berubah).
- `slices.Reverse(s)` → membalik urutan elemen slice (in-place).
- `slices.Compact(s)` → menghapus elemen duplikat yang letaknya berurutan; agar semua duplikat terhapus, urutkan slice terlebih dahulu.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.16...

A.17. Map

Map adalah tipe data asosiatif yang ada di Go yang berbentuk *key-value pair*. Data/value yang disimpan di map selalu disertai dengan key. Key sendiri harus unik, karena digunakan sebagai penanda (atau identifier) untuk pengaksesan value yang disimpan di map.

Kalau dilihat, `map` mirip seperti slice, hanya saja identifier yang digunakan untuk pengaksesan bukanlah index numerik, melainkan bisa dalam tipe data apapun sesuai dengan yang diinginkan.

A.17.1. Penggunaan Map

Cara pengaplikasian map cukup mudah, dengan menuliskan *keyword* `map` diikuti tipe data key dan value-nya. Silakan perhatikan contoh di bawah ini agar lebih jelas.

```
var chicken map[string]int
chicken = map[string]int{}

chicken["januari"] = 50
chicken["februari"] = 40

fmt.Println("januari", chicken["januari"]) // januari 50
fmt.Println("mei", chicken["mei"])         // mei 0
```

Variabel `chicken` dideklarasikan bertipe data map, dengan key ditentukan tipenya adalah `string` dan tipe value-nya `int`. Dari kode tersebut bisa dilihat bagaimana cara penerapan *keyword* `map` untuk pembuatan variabel.

Kode `map[string]int` merepresentasikan tipe data `map` dengan key bertipe `string` dan value bertipe `int`.

Zero value atau nilai default variabel `map` adalah `nil`. Dari sini maka penting untuk menginisialisasi nilai awal map agar tidak `nil`. Jika dibiarkan `nil`, ketika map digunakan untuk menampung data pasti memunculkan error.

Cara untuk inisialisasi map dengan menambahkan kurung kurawal buka tutup di akhir penulisan map, contoh: `map[string]int{}`.

Cara menambahkan item pada map adalah dengan menuliskan variabel-nya, kemudian diikuti dengan `key` pada kurung siku variabel (mirip seperti cara pengaksesan elemen slice), lalu operator `=`, kemudian nilai/data yang ingin disimpan. Contohnya seperti `chicken["februari"] = 40`. Sedangkan cara mengakses item map dengan cukup dengan menuliskan nama variabel diikuti kurung siku dan `key`.

Pengisian data pada map bersifat **overwrite**, artinya jika variabel sudah memiliki item dengan key yang sama, maka value item yang lama (dengan key sama) akan ditimpa dengan value baru.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab16.go
januari 50
mei 0
novalagung:belajar-golang $
```

Pengaksesan item menggunakan key yang belum tersimpan di map, menghasilkan data berupa nilai default sesuai tipe data value. Contohnya kode `chicken["mei"]` menghasilkan nilai 0 (nilai default tipe `int`), hal ini karena variabel map `chicken` tidak memiliki item dengan key `"mei"`.

A.17.2. Inisialisasi Nilai Map

Zero value dari map adalah `nil`. Disarankan untuk menginisialisasi secara eksplisit nilai awalnya agar tidak `nil`.

```
var data map[string]int
data["one"] = 1
// akan muncul error!

data = map[string]int{}
data["one"] = 1
// tidak ada error
```

Nilai variabel bertipe map bisa didefinisikan di awal, caranya dengan menambahkan kurung kurawal setelah tipe data, kemudian menuliskan key dan value di dalam kurung kurawal tersebut. Cara ini sekilas mirip dengan definisi nilai array/slice namun dalam bentuk key-value.

```
// cara horizontal
var chicken1 = map[string]int{"januari": 50, "februari": 40}

// cara vertical
var chicken2 = map[string]int{
    "januari":  50,
    "februari": 40,
}
```

Key dan value dituliskan dengan pembatas tanda titik dua (`:`). Sedangkan tiap itemnya dituliskan dengan pembatas tanda koma (`,`). Khusus deklarasi dengan gaya vertikal, tanda koma perlu dituliskan setelah item terakhir.

Variabel `map` bisa di-inisialisasi dengan tanpa nilai awal, caranya menggunakan tanda kurung kurawal, contoh: `map[string]int{}`. Atau bisa juga dengan menggunakan fungsi *builtin* `make()`. Contohnya bisa dilihat pada kode berikut. Kedua cara di bawah ini intinya adalah sama.

```
var chicken3 = map[string]int{}
var chicken4 = make(map[string]int)
```

Map juga bisa dibuat menggunakan `new`, tetapi itu bukan cara inisialisasi yang umum. Hasil dereference-nya adalah nil map, contohnya `var chicken5 = *new(map[string]int)`. Nil map bisa dibaca, tetapi tidak bisa langsung diisi item baru sebelum diinisialisasi. Topik pointer nantinya dibahas lebih detail pada chapter A.23. Pointer.

A.17.3. Iterasi Item Map Menggunakan `for` - `range`

Item variabel `map` bisa di iterasi menggunakan `for` - `range`. Cara penerapannya masih sama seperti pada slice, dengan perbedaan pada map data yang dikembalikan di tiap perulangan adalah key dan value (bukan indeks dan elemen). Contohnya bisa dilihat pada kode berikut.

```
var chicken = map[string]int{
    "januari":  50,
    "februari": 40,
    "maret":    34,
    "april":    67,
}

for key, val := range chicken {
    fmt.Println(key, "  \t:", val)
}
```

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab16.go
januari         : 50
februari        : 40
maret           : 34
april           : 67
novalagung:belajar-golang $
```

A.17.4. Menghapus Item Map

Fungsi `delete()` digunakan untuk menghapus item dengan key tertentu pada variabel map. Cara penggunaannya, dengan memasukan objek map dan key item yang ingin dihapus sebagai argument pemanggilan fungsi `delete()`.

```
var chicken = map[string]int{"januari": 50, "februari": 40}

fmt.Println(len(chicken)) // 2
fmt.Println(chicken)

delete(chicken, "januari")

fmt.Println(len(chicken)) // 1
fmt.Println(chicken)
```

Operasi di atas membuat item dengan key `"januari"` dalam variabel map `chicken` dihapus.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab16.go
4 items : map[april:67 januari:50 februari:40 maret:34]
3 items : map[februari:40 maret:34 april:67]
novalagung:belajar-golang $
```

Penggunaan fungsi `len()` pada map mengembalikan informasi jumlah item.

A.17.5. Deteksi Keberadaan Item Dengan Key Tertentu

Ada cara untuk mengetahui apakah dalam variabel map terdapat item dengan key tertentu atau tidak, yaitu dengan memanfaatkan 2 variabel sebagai penampung nilai kembalian pengaksesan item. Return value ke-2 sifatnya opsional, boleh ditulis boleh juga tidak. Isinya nilai `bool`, jika berisi `true` menandakan bahwa item yang dicari ada di map, jika `false` maka tidak ada.

```
var chicken = map[string]int{"januari": 50, "februari": 40}
var value, isExist = chicken["mei"]

if isExist {
    fmt.Println(value)
} else {
    fmt.Println("item is not exists")
}
```

A.17.6. Kombinasi Slice & Map

Slice dan `map` bisa dikombinasikan, dan pada praktiknya cukup sering digunakan, contohnya untuk keperluan penyimpanan data array yang berisikan informasi siswa, dan banyak lainnya.

Cara penerapannya cukup mudah, contohnya `[]map[string]int`, tipe tersebut artinya adalah sebuah slice yang tipe setiap elemen-nya adalah `map[string]int`. Agar lebih jelas, silakan praktikkan contoh berikut.

```
var chickens = []map[string]string{
    map[string]string{"name": "chicken blue", "gender": "male"},
    map[string]string{"name": "chicken red", "gender": "male"},
    map[string]string{"name": "chicken yellow", "gender": "female"},
}

for _, chicken := range chickens {
    fmt.Println(chicken["gender"], chicken["name"])
}
```

Variabel `chickens` di atas berisikan 3 buah item bertipe `map[string]string`. Ketiga item tersebut dideklarasikan memiliki 2 key yang sama, yaitu `name` dan `gender`.

Penulisan tipe data tiap item adalah opsional. Boleh ditulis atau tidak. Contoh alternatif penulisan:

```
var chickens = []map[string]string{
    {"name": "chicken blue",   "gender": "male"},
    {"name": "chicken red",    "gender": "male"},
    {"name": "chicken yellow", "gender": "female"},
}
```

Dalam `[]map[string]string`, tiap elemen bisa saja memiliki key yang berbeda-beda, contohnya seperti kode berikut.

```
var data = []map[string]string{
    {"name": "chicken blue", "gender": "male", "color": "brown"},
    {"address": "mangga street", "id": "k001"},
    {"community": "chicken lovers"},
}
```

A.17.7. Package `maps` (Go 1.21+)

Go 1.21 memperkenalkan package baru `maps` yang menyediakan fungsi-fungsi generik untuk operasi map. Berikut beberapa fungsi yang umum digunakan.

```go
package main

import (
    "fmt"
    "maps"
)

func main() {
    var chicken = map[string]int{
        "januari":  50,
        "februari": 40,
        "maret":    34,
    }

    // clone map (salinan dangkal)
    var chickenClone = maps.Clone(chicken)
    fmt.Println("clone  :", chickenClone)

    // cek apakah dua map sama persis
    fmt.Println("equal  :", maps.Equal(chicken, chickenClone))

    // hapus semua item yang nilainya di bawah 45
    maps.DeleteFunc(chicken, func(k string, v int) bool {
        return v < 45
    })
    fmt.Println("setelah DeleteFunc:", chicken)

    // salin semua item dari satu map ke map lain
    var extra = map[string]int{"april": 70}
    maps.Copy(chicken, extra)
    fmt.Println("setelah Copy:", chicken)
}
```

Penjelasan fungsi-fungsi yang digunakan:

- `maps.Clone(m)` → membuat salinan dangkal (*shallow copy*) dari map `m`. Perubahan pada map hasil clone tidak memengaruhi map aslinya.
- `maps.Equal(m1, m2)` → mengembalikan `true` jika kedua map memiliki pasangan key-value yang identik.
- `maps.DeleteFunc(m, fn)` → menghapus semua item dari map `m` yang memenuhi kondisi fungsi `fn`. Fungsi `fn` menerima key dan value, mengembalikan `bool`.
- `maps.Copy(dst, src)` → menyalin semua item dari map `src` ke map `dst`. Jika key sudah ada di `dst`, nilainya ditimpa.

Sejak Go 1.23, package `maps` juga menyediakan `maps.Keys()` dan `maps.Values()` untuk mengambil semua key atau semua value dari map dalam bentuk *iterator* (bertipe `iter.Seq`). Keduanya bisa digunakan langsung dengan

`for` - `range` (fitur range-over-func, lihat A.14.8).

```
for k := range maps.Keys(chicken) {
    fmt.Println(k)
}

for v := range maps.Values(chicken) {
    fmt.Println(v)
}
```

A.17.8. Fungsi Built-in `clear()` (Go 1.21+)

Sejak Go 1.21, tersedia fungsi built-in `clear()` yang bisa digunakan untuk menghapus semua item dari map sekaligus.

```
package main

import "fmt"

func main() {
    var chicken = map[string]int{
        "januari":  50,
        "februari": 40,
        "maret":    34,
    }

    fmt.Println("sebelum clear:", len(chicken), chicken)

    clear(chicken)

    fmt.Println("sesudah clear:", len(chicken), chicken)
}
```

Berbeda dengan fungsi `delete()` yang hanya menghapus satu item berdasarkan key tertentu, `clear()` menghapus seluruh isi map sekaligus. Setelah `clear()` dipanggil, `len(chicken)` akan bernilai `0` dan map kembali ke kondisi kosong (namun tetap terinisialisasi, bukan `nil`).

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.17...

A.18. Fungsi

Dalam konteks pemrograman, fungsi adalah sekumpulan blok kode yang dibungkus dengan nama tertentu. Penerapan fungsi yang tepat akan menjadikan kode lebih modular dan juga *dry* (singkatan dari *don't repeat yourself*) yang artinya kita tidak perlu menuliskan banyak kode untuk kegunaan yang sama berulang kali. Cukup deklarasikan sekali saja blok kode sebagai suatu fungsi, lalu panggil sesuai kebutuhan.

Pada chapter ini kita akan belajar tentang penerapannya di Go.

A.18.1. Penerapan Fungsi

Mungkin pembaca sadar, bahwa sebenarnya kita sudah mengimplementasikan fungsi pada banyak praktik sebelumnya, yaitu fungsi `main()`. Fungsi `main()` sendiri merupakan fungsi utama pada program Go, yang akan dieksekusi ketika program dijalankan.

Selain fungsi `main()`, kita juga bisa membuat fungsi lainnya. Dan caranya cukup mudah, yaitu dengan menuliskan keyword `func` kemudian diikuti nama fungsi, lalu kurung `()` (yang bisa diisi parameter), dan diakhiri dengan kurung kurawal untuk membungkus blok kode.

Parameter merupakan variabel yang menempel di fungsi yang nilainya ditentukan saat pemanggilan fungsi tersebut. Parameter sifatnya opsional, suatu fungsi bisa tidak memiliki parameter, atau bisa saja memiliki satu atau banyak parameter (tergantung kebutuhan).

> Data yang digunakan sebagai value parameter saat pemanggilan fungsi biasa disebut dengan argument parameter (atau argument).

Agar lebih jelas, silakan lihat dan praktikkan kode contoh implementasi fungsi berikut ini:

```go
package main

import "fmt"
import "strings"

func main() {
    var names = []string{"John", "Wick"}
    printMessage("halo", names)
}

func printMessage(message string, arr []string) {
    var nameString = strings.Join(arr, " ")
    fmt.Println(message, nameString)
}
```

Pada kode di atas, sebuah fungsi baru dibuat dengan nama `printMessage()` memiliki 2 buah parameter yaitu string `message` dan slice string `arr`.

Fungsi tersebut dipanggil dalam `main()`, dalam pemanggilannya disisipkan dua buah argument parameter.

1. Argument parameter pertama adalah string `"halo"` yang ditampung parameter `message`
2. Argument parameter ke-2 adalah slice string `names` yang nilainya ditampung oleh parameter `arr`

Di dalam `printMessage()`, nilai `arr` yang merupakan slice string digabungkan menjadi sebuah string dengan pembatas adalah karakter **spasi**. Penggabungan slice dapat dilakukan dengan memanfaatkan fungsi `strings.Join()` (berada di dalam package `strings`).

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab17.go
halo John Wick
novalagung:belajar-golang $
```

A.18.2. Fungsi Dengan Return Value / Nilai Balik

Selain parameter, fungsi bisa memiliki attribute **return value** atau nilai balik. Fungsi yang memiliki return value, saat deklarasinya harus ditentukan terlebih dahulu tipe data dari nilai baliknya.

> Fungsi yang tidak mengembalikan nilai apapun (contohnya seperti fungsi `main()` dan `printMessage()`) biasa disebut dengan **void function**

Program berikut merupakan contoh penerapan fungsi yang memiliki return value.

```go
package main

import (
    "fmt"
    "math/rand"
    "time"
)

var randomizer = rand.New(rand.NewSource(time.Now().Unix()))

func main() {
    var randomValue int

    randomValue = randomWithRange(2, 10)
    fmt.Println("random number:", randomValue)

    randomValue = randomWithRange(2, 10)
    fmt.Println("random number:", randomValue)

    randomValue = randomWithRange(2, 10)
    fmt.Println("random number:", randomValue)
}

func randomWithRange(minNum, maxNum int) int {
    var value = randomizer.Int()%(maxNum-minNum+1) + minNum
    return value
}
```

Fungsi `randomWithRange()` didesain untuk *generate* angka acak sesuai dengan range yang ditentukan lewat parameter, yang kemudian angka tersebut dijadikan nilai balik fungsi.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab17.go
random number: 9
random number: 6
random number: 2
novalagung:belajar-golang $
```

Cara menentukan tipe data nilai balik fungsi adalah dengan menuliskan tipe data yang diinginkan setelah kurung parameter. Bisa dilihat pada kode di atas, bahwa `int` merupakan tipe data nilai balik fungsi `randomWithRange()`.

```go
func randomWithRange(minNum, maxNum int) int
```

Sedangkan cara untuk mengembalikan nilai itu sendiri adalah dengan menggunakan keyword `return` diikuti data yang dikembalikan. Pada contoh di atas, `return value` artinya nilai variabel `value` dijadikan nilai kembalian fungsi.

Eksekusi keyword `return` akan menjadikan proses dalam blok fungsi berhenti pada saat itu juga. Semua statement setelah keyword tersebut tidak akan dieksekusi.

Dari kode di atas mungkin ada beberapa hal yang belum pernah kita lakukan pada pembahasan-pembahasan sebelumnya, kita akan bahas satu-persatu.

A.18.3. Penggunaan Fungsi `rand.New()`

Fungsi `rand.New()` digunakan untuk membuat object randomizer, yang dari object tersebut kita bisa mendapatkan nilai random/acak hasil generator. Dalam penerapannya, fungsi `rand.New()` membutuhkan argument yaitu random source seed, yang bisa kita buat lewat statement `rand.NewSource(time.Now().Unix())`.

```
var randomizer = rand.New(rand.NewSource(time.Now().Unix()))
```

> Dalam penggunaan fungsi `rand.NewSource()`, argument bisa diisi dengan nilai apapun, salah satunya adalah `time.Now().Unix()`.
>
> Lebih jelasnya mengenai random dan apa peran seed dibahas pada chapter A.39. Random.

Fungsi `rand.New()` berada dalam package `math/rand`. Package tersebut harus di-import terlebih dahulu sebelum bisa menggunakan fungsi-fungsi yang ada di dalamnya. Package `time` juga perlu di-import karena di contoh ini fungsi `time.Now().Unix()` digunakan.

> Sejak Go 1.20, fungsi-fungsi global `math/rand` seperti `rand.Intn()` dan `rand.Float64()` sudah di-*seed* secara otomatis. Untuk keperluan random sederhana, tidak perlu lagi membuat randomizer manual dengan `rand.New(rand.NewSource(...))`. Penggunaan randomizer manual masih disarankan jika butuh hasil random yang *reproducible* (hasil sama untuk seed yang sama). Lebih jelasnya dibahas di chapter A.39. Random.

A.18.4. Import Banyak Package

Penulisan keyword `import` untuk banyak package bisa dilakukan dengan dua cara, dengan menuliskannya di tiap package, atau cukup sekali saja, bebas silakan pilih sesuai selera.

```
import "fmt"
import "math/rand"
import "time"

// atau

import (
    "fmt"
    "math/rand"
    "time"
)
```

A.18.5. Deklarasi Parameter Bertipe Data Sama

Khusus untuk fungsi yang tipe data parameternya sama, bisa ditulis dengan gaya yang unik. Tipe datanya dituliskan cukup sekali saja di akhir. Contohnya bisa dilihat pada kode berikut.

```
func nameOfFunc(paramA type, paramB type, paramC type) returnType
func nameOfFunc(paramA, paramB, paramC type) returnType

func randomWithRange(minNum int, maxNum int) int
func randomWithRange(minNum, maxNum int) int
```

A.18.6. Penggunaan Keyword `return` Untuk Menghentikan Proses Dalam Fungsi

Selain sebagai penanda nilai balik, keyword `return` juga bisa dimanfaatkan untuk menghentikan proses dalam blok fungsi di mana ia ditulis. Contohnya bisa dilihat pada kode berikut.

```go
package main

import "fmt"

func main() {
    divideNumber(10, 2)
    divideNumber(4, 0)
    divideNumber(8, -4)
}

func divideNumber(m, n int) {
    if n == 0 {
        fmt.Printf("invalid divider. %d cannot be divided by %d\n", m, n)
        return
    }

    var res = m / n
    fmt.Printf("%d / %d = %d\n", m, n, res)
}
```

Fungsi `divideNumber()` dirancang tidak memiliki nilai balik. Fungsi ini dibuat untuk membungkus proses pembagian 2 bilangan, lalu menampilkan hasilnya.

Di dalamnya terdapat proses validasi nilai variabel pembagi, jika nilainya adalah 0, maka akan ditampilkan pesan bahwa pembagian tidak bisa dilakukan, lalu proses dihentikan pada saat itu juga (dengan memanfaatkan keyword `return`). Jika nilai pembagi valid, maka proses pembagian diteruskan.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab17.go
10 / 2 = 5
invalid divider. 4 cannot divided by 0
8 / -4 = -2
novalagung:belajar-golang $
```

Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.18...

A.19. Fungsi Multiple Return

Di Go, suatu fungsi bisa saja mengembalikan nilai balik lebih dari 1 buah. Teknik ini bisa menjadi alternatif selain menggunakan tipe data kolektif seperti `map`, slice, atau `struct` sebagai nilai balik. Pada chapter ini kita akan belajar penerapannya.

A.19.1. Penerapan Fungsi Multiple Return

Cara membuat fungsi agar memiliki banyak nilai balik tidaklah sulit, caranya pada saat deklarasi fungsi, tulis semua tipe data nilai balik yang ingin dikembalikan. Kemudian dalam body fungsi, pada penggunaan keyword `return`, tulis semua data yang ingin dikembalikan. Contoh:

```
package main

import "fmt"
import "math"

func calculate(d float64) (float64, float64) {
    // hitung luas
    var area = math.Pi * math.Pow(d/2, 2)
    // hitung keliling
    var circumference = math.Pi * d

    // kembalikan 2 nilai
    return area, circumference
}
```

Fungsi `calculate()` di atas memiliki satu buah parameter yaitu `d` (diameter). Di dalam fungsi terdapat operasi perhitungan nilai **luas** dan **keliling** dari nilai `d`. Kedua hasilnya kemudian dijadikan sebagai return value.

Cara pendefinisian banyak nilai balik bisa dilihat pada kode di atas, langsung tulis tipe data semua nilai balik dipisah tanda koma, lalu ditambahkan kurung di antaranya.

```
func calculate(d float64) (float64, float64)
```

Tak lupa di bagian penulisan keyword `return` harus dituliskan juga semua data yang dijadikan nilai balik (dengan pemisah tanda koma).

```
return area, circumference
```

Sekarang, coba panggil fungsi `calculate()` yang sudah dibuat untuk mencari nilai luas dan keliling dari suatu diameter.

```
func main() {
    var diameter float64 = 15
    var area, circumference = calculate(diameter)

    fmt.Printf("luas lingkaran\t\t: %.2f \n", area)
    fmt.Printf("keliling lingkaran\t: %.2f \n", circumference)
}
```

Output program:

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab18.go
luas lingkaran          : 176.71
keliling linkgkaran     : 47.12
novalagung:belajar-golang $
```

Fungsi `calculate()` memiliki banyak nilai balik, maka dalam pemanggilannya harus disiapkan juga sejumlah variabel untuk menampung nilai balik fungsi (sesuai dengan jumlah nilai balik yang dideklarasikan).

```
var area, circumference = calculate(diameter)
```

A.19.2. Fungsi Dengan Predefined Return Value

Keunikan lainnya yang jarang ditemui di bahasa lain adalah, di Go variabel yang digunakan sebagai nilai balik bisa didefinisikan di awal.

```
func calculate(d float64) (area float64, circumference float64) {
    area = math.Pi * math.Pow(d/2, 2)
    circumference = math.Pi * d

    return
}
```

Fungsi `calculate` kita modifikasi menjadi lebih sederhana. Bisa dilihat di kode di atas, ada cukup banyak perbedaan dibanding fungsi `calculate` sebelumnya. Perhatikan kode berikut.

```
func calculate(d float64) (area float64, circumference float64) {
```

Fungsi dideklarasikan memiliki 2 buah tipe data, dan variabel yang nantinya dijadikan nilai balik juga dideklarasikan. Variabel `area` yang bertipe `float64`, dan `circumference` bertipe `float64`.

Karena variabel nilai balik sudah ditentukan di awal, untuk mengembalikan nilai cukup dengan memanggil `return` tanpa perlu diikuti variabel apapun. Nilai terakhir `area` dan `circumference` sebelum pemanggilan keyword `return` adalah hasil dari fungsi di atas.

A.19.3. Penjelasan tambahan

Ada beberapa hal baru dari kode di atas yang perlu dibahas, diantaranya `math.Pow()` dan `math.Pi`.

◉ Penggunaan Fungsi `math.Pow()`

Fungsi `math.Pow()` digunakan untuk operasi pangkat nilai. `math.Pow(2, 3)` berarti 2 pangkat 3, hasilnya 8. Fungsi ini berada dalam package `math`.

◉ Penggunaan Konstanta `math.Pi`

`math.Pi` adalah konstanta bawaan `package math` yang merepresentasikan **Pi** (π ≈ 3.14159).

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.19...

A.20. Fungsi Variadic

Go mengadopsi konsep **variadic function** atau pembuatan fungsi dengan parameter bisa menampung nilai sejenis yang tidak terbatas jumlahnya.

Parameter variadic memiliki sifat yang mirip dengan slice, yaitu nilai dari parameter-parameter yang disisipkan bertipe data sama, dan kesemuanya cukup ditampung oleh satu variabel saja. Cara pengaksesan tiap nilai juga mirip, yaitu dengan menggunakan index.

Pada chapter ini kita akan belajar mengenai cara penerapan fungsi variadic.

A.20.1. Penerapan Fungsi Variadic

Deklarasi parameter variadic sama dengan cara deklarasi variabel biasa, pembedanya adalah pada parameter jenis ini ditambahkan tanda titik tiga kali (`...`) tepat setelah penulisan variabel, sebelum tipe data. Nantinya semua nilai yang disisipkan sebagai parameter akan ditampung oleh variabel tersebut.

Contoh program:

```go
package main

import "fmt"

func main() {
    var avg = calculate(2, 4, 3, 5, 4, 3, 3, 5, 5, 3)
    var msg = fmt.Sprintf("Rata-rata : %.2f", avg)
    fmt.Println(msg)
}

func calculate(numbers ...int) float64 {
    var total int = 0
    for _, number := range numbers {
        total += number
    }

    var avg = float64(total) / float64(len(numbers))
    return avg
}
```

Output program:

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab19.go
Rata-rata : 3.70
novalagung:belajar-golang $
```

Bisa dilihat pada fungsi `calculate()` , parameter `numbers` dideklarasikan dengan disisipkan tanda 3 titik (`...`), menandakan bahwa `numbers` adalah sebuah parameter variadic dengan tipe data `int` .

```
func calculate(numbers ...int) float64 {
```

Pemanggilan fungsi dilakukan seperti biasa, hanya saja jumlah parameter yang disisipkan bisa banyak.

```
var avg = calculate(2, 4, 3, 5, 4, 3, 3, 5, 5, 3)
```

Nilai tiap parameter bisa diakses seperti cara pengaksesan tiap elemen slice. Pada contoh di atas metode yang dipilih adalah `for` - `range`.

```
for _, number := range numbers {
```

A.20.2. Penjelasan tambahan

Berikut merupakan penjelasan tambahan untuk beberapa hal dari kode yang sudah dipraktikkan:

◉ Penggunaan Fungsi `fmt.Sprintf()`

Fungsi `fmt.Sprintf()` pada dasarnya sama dengan `fmt.Printf()`, hanya saja fungsi ini tidak menampilkan nilai, melainkan mengembalikan nilainya dalam bentuk string. Pada case di atas, nilai kembalian `fmt.Sprintf()` ditampung oleh variabel `msg`.

Selain `fmt.Sprintf()`, ada juga `fmt.Sprint()` dan `fmt.Sprintln()`.

◉ Penggunaan Fungsi `float64()`

Sebelumnya sudah dibahas bahwa `float64` merupakan tipe data. Tipe data jika ditulis sebagai fungsi (penandanya ada tanda kurungnya) menandakan bahwa digunakan untuk keperluan **casting**. Casting sendiri adalah teknik untuk konversi tipe sebuah data ke tipe lain. Sebagian besar tipe data dasar yang telah dipelajari pada chapter A.9. Variabel bisa di-casting.

Cara penerapan casting: panggil saja tipe data yang diinginkan seperti pemanggilan fungsi, lalu masukkan data yang ingin dikonversi sebagai argument pemanggilan fungsi tersebut.

Pada contoh di atas, variabel `total` yang tipenya adalah `int`, dikonversi menjadi `float64`, begitu juga `len(numbers)` yang menghasilkan `int` dikonversi ke `float64`.

Variabel `avg` perlu dijadikan `float64` karena penghitungan rata-rata lebih sering menghasilkan nilai desimal.

Operasi bilangan (perkalian, pembagian, dan lainnya) di Go hanya bisa dilakukan jika tipe datanya sejenis. Maka dari itulah perlu adanya casting ke tipe `float64` pada tiap operand.

A.20.3. Pengisian Parameter Fungsi Variadic Menggunakan Data Slice

Slice bisa digunakan sebagai argument pada fungsi variadic. Caranya penerapannya: tulis saja nama variabel tapi disertai dengan tanda titik tiga kali, dituliskan tepat setelah nama variabel yang dijadikan parameter. Contohnya bisa dilihat pada kode berikut:

```
var numbers = []int{2, 4, 3, 5, 4, 3, 3, 5, 5, 3}
var avg = calculate(numbers...)
var msg = fmt.Sprintf("Rata-rata : %.2f", avg)

fmt.Println(msg)
```

Pada kode di atas, variabel `numbers` bertipe data slice int, disisipkan pada pemanggilan fungsi `calculate()` sebagai argument parameter fungsi variadic (bisa dilihat tanda 3 titik setelah penulisan variabel). Teknik ini sangat berguna pada case dimana sebuah data slice perlu untuk digunakan sebagai argument parameter variadic.

Agar lebih jelas, perhatikan 2 kode berikut. Intinya sama, hanya cara penulisannya yang berbeda.

```
var numbers = []int{2, 4, 3, 5, 4, 3, 3, 5, 5, 3}
var avg = calculate(numbers...)

// atau

var avg = calculate(2, 4, 3, 5, 4, 3, 3, 5, 5, 3)
```

Pada deklarasi parameter fungsi variadic, tanda 3 titik (`...`) dituliskan sebelum tipe data parameter. Sedangkan pada pemanggilan fungsi dengan menyisipkan parameter array, tanda tersebut dituliskan di belakang variabelnya.

A.20.4. Fungsi Dengan Parameter Biasa & Variadic

Parameter variadic bisa dikombinasikan dengan parameter biasa, dengan syarat parameter variadic-nya harus diposisikan di akhir. Contohnya bisa dilihat pada kode berikut.

```
import "fmt"
import "strings"

func yourHobbies(name string, hobbies ...string) {
    var hobbiesAsString = strings.Join(hobbies, ", ")

    fmt.Printf("Hello, my name is: %s\n", name)
    fmt.Printf("My hobbies are: %s\n", hobbiesAsString)
}
```

Nilai parameter pertama fungsi `yourHobbies()` akan ditampung oleh `name`, sedangkan nilai parameter kedua dan seterusnya akan ditampung oleh `hobbies` sebagai slice.

Cara pemanggilannya masih sama seperti pada fungsi biasa, contoh:

```
func main() {
    yourHobbies("wick", "sleeping", "eating")
}
```

Jika parameter kedua dan seterusnya ingin diisi dengan data dari slice, maka gunakan tanda titik tiga kali seperti ini:

```
func main() {
    var hobbies = []string{"sleeping", "eating"}
    yourHobbies("wick", hobbies...)
}
```

Output program:

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab19.go
Hello, my name is: wick
My hobbies are: sleeping, eating
novalagung:belajar-golang $
```

Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.20...

A.21. Fungsi Closure

Definisi **Closure** adalah suatu *anonymous function* (atau fungsi tanpa nama) yang disimpan dalam variabel, dan bisa mengakses variabel dari *scope* di mana ia dideklarasikan. Dengan adanya closure, kita bisa mendesain beberapa hal di antaranya: membuat fungsi di dalam fungsi, atau bahkan membuat fungsi yang mengembalikan fungsi. Closure biasa dimanfaatkan untuk membungkus suatu proses yang hanya dijalankan sekali saja atau hanya dipakai pada blok tertentu saja.

A.21.1. Closure Disimpan Sebagai Variabel

Sebuah fungsi tanpa nama bisa disimpan dalam variabel. Variabel closure memiliki sifat seperti fungsi yang disimpannya.

Di bawah ini adalah contoh program sederhana yang menerapkan closure untuk pencarian nilai terendah dan tertinggi dari data array. Logika pencarian dibungkus dalam closure yang ditampung oleh variabel `getMinMax`.

```
package main

import "fmt"

func main() {
    var getMinMax = func(n []int) (int, int) {
        var minNum, maxNum int
        for i, e := range n {
            switch {
            case i == 0:
                maxNum, minNum = e, e
            case e > maxNum:
                maxNum = e
            case e < minNum:
                minNum = e
            }
        }
        return minNum, maxNum
    }

    var numbers = []int{2, 3, 4, 3, 4, 2, 3}
    var minNum, maxNum = getMinMax(numbers)
    fmt.Printf("data : %v\nmin  : %v\nmax  : %v\n", numbers, minNum, maxNum)
}
```

Bisa dilihat pada kode di atas bagaimana cara deklarasi closure dan cara pemanggilannya. Sedikit berbeda memang dibanding pembuatan fungsi biasa, pada closure fungsi ditulis tanpa memiliki nama lalu ditampung ke variabel.

```
var getMinMax = func(n []int) (int, int) {
    // ...
}
```

Cara pemanggilan closure adalah dengan memperlakukan variabel closure seperti fungsi, dituliskan seperti pemanggilan fungsi.

```
var minNum, maxNum = getMinMax(numbers)
```

Output program:

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab20.go
data : [2 3 4 3 4 2 3]
min  : 2
max  : 4
novalagung:belajar-golang $
```

A.21.2. Penjelasan tambahan

Berikut merupakan penjelasan tambahan untuk beberapa hal dari kode yang sudah dipraktikkan:

◉ Penggunaan Template String `%v`

Template `%v` digunakan untuk menampilkan data tanpa melihat tipe datanya. Jadi bisa digunakan untuk menampilkan data array, int, float, bool, dan lainnya. Bisa dilihat di contoh statement, data bertipe array dan numerik ditampilkan menggunakan `%v`.

```
fmt.Printf("data : %v\nmin  : %v\nmax  : %v\n", numbers, minNum, maxNum)
```

Template `%v` ini biasa dimanfaatkan untuk menampilkan sebuah data yang tipe nya bisa dinamis atau belum diketahui. Biasa digunakan untuk keperluan debugging, misalnya untuk menampilkan data bertipe `any` atau `interface{}`.

> Pembahasan mengenai tipe data `any` atau `interface{}` ada di chapter A.27. Interface

◉ Immediately-Invoked Function Expression (IIFE)

Closure jenis IIFE ini eksekusinya adalah langsung saat deklarasi. Teknik ini biasa diterapkan untuk membungkus proses yang hanya dilakukan sekali. IIFE bisa memiliki nilai balik atau bisa juga tidak.

Di bawah ini merupakan contoh sederhana penerapan metode IIFE untuk filtering data array.

```go
package main

import "fmt"

func main() {
    var numbers = []int{2, 3, 0, 4, 3, 2, 0, 4, 2, 0, 3}

    var newNumbers = func(minNum int) []int {
        var r []int
        for _, e := range numbers {
            if e < minNum {
                continue
            }
            r = append(r, e)
        }
        return r
    }(3)

    fmt.Println("original number :", numbers)
    fmt.Println("filtered number :", newNumbers)
}
```

Output program:

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab20.go
original number : [2 3 0 4 3 2 0 4 2 0 3]
filtered number : [3 4 3 4 3]
novalagung:belajar-golang $
```

Ciri khas dari penulisan IIFE adalah adanya tanda kurung parameter yang ditulis di akhir deklarasi closure. Jika IIFE memiliki parameter, maka argument-nya juga ditulis. Contoh:

```go
var newNumbers = func(minNum int) []int {
    // ...
}(3)
```

Di contoh sederhana di atas, IIFE menghasilkan nilai balik yang ditampung variabel `newNumbers`. Perlu diperhatikan bahwa yang ditampung adalah **nilai kembaliannya** bukan body fungsi atau **closure**-nya.

> Closure bisa juga dengan gaya manifest typing, caranya dengan menuliskan skema closure-nya sebagai tipe data. Contoh:
>
> `var closure (func (string, int, []string) int)`
>
> `closure = func (a string, b int, c []string) int {`
>
> `    // ..`
>
> `}`

A.21.3. Closure Sebagai Nilai Kembalian

Salah satu keunikan lain dari closure adalah: closure bisa dijadikan sebagai nilai balik fungsi. Cukup aneh, tapi pada kondisi tertentu teknik ini sangat berguna. Sebagai contoh, di bawah ini dideklarasikan sebuah fungsi bernama `findMax()` yang salah satu nilai kembaliannya adalah berupa closure.

```
package main

import "fmt"

func findMax(numbers []int, maxNum int) (int, func() []int) {
    var res []int
    for _, e := range numbers {
        if e <= maxNum {
            res = append(res, e)
        }
    }
    return len(res), func() []int {
        return res
    }
}
```

Nilai kembalian ke-2 pada fungsi di atas adalah closure dengan skema `func() []int`. Bisa dilihat di bagian akhir, ada fungsi tanpa nama yang dikembalikan.

```
return len(res), func() []int {
    return res
}
```

> Fungsi tanpa nama yang akan dikembalikan boleh disimpan pada variabel terlebih dahulu. Contohnya:
>
> `var getNumbers = func() []int {`
> `    return res`
> `}`
> `return len(res), getNumbers`

Tentang fungsi `findMax()` sendiri, fungsi ini dibuat untuk mempermudah pencarian angka-angka yang nilainya di bawah atau sama dengan angka tertentu. Fungsi ini mengembalikan dua buah nilai balik:

- Nilai balik pertama adalah jumlah angkanya.
- Nilai balik kedua berupa closure yang mengembalikan angka-angka yang dicari.

Berikut merupakan contoh implementasi fungsi tersebut:

```go
func main() {
    var maxNum = 3
    var numbers = []int{2, 3, 0, 4, 3, 2, 0, 4, 2, 0, 3}
    var howMany, getNumbers = findMax(numbers, maxNum)
    var theNumbers = getNumbers()

    fmt.Println("numbers\t:", numbers)
    fmt.Printf("find \t: %d\n\n", maxNum)

    fmt.Println("found \t:", howMany)    // 9
    fmt.Println("value \t:", theNumbers) // [2 3 0 3 2 0 2 0 3]
}
```

Output program:

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab20.go
numbers : [2 3 0 4 3 2 0 4 2 0 3]
find    : 3

found   : 9
value   : [2 3 0 3 2 0 2 0 3]
novalagung:belajar-golang $
```

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.21...

A.22. Fungsi Sebagai Parameter

Pada chapter sebelumnya kita telah belajar tentang fungsi yang mengembalikan nilai balik berupa fungsi. Kali ini topiknya tidak kalah unik, yaitu tentang fungsi yang memiliki parameter sebuah fungsi.

Di Go, fungsi bisa dijadikan sebagai tipe data variabel, maka sangat memungkinkan untuk menjadikannya sebagai parameter.

A.22.1. Penerapan Fungsi Sebagai Parameter

Cara membuat parameter fungsi adalah dengan langsung menuliskan skema fungsi nya sebagai tipe data. Contohnya bisa dilihat pada kode berikut.

```
package main

import "fmt"
import "strings"

func filter(data []string, callback func(string) bool) []string {
    var result []string
    for _, each := range data {
        if filtered := callback(each); filtered {
            result = append(result, each)
        }
    }
    return result
}
```

Parameter `callback` merupakan sebuah closure yang dideklarasikan bertipe `func(string) bool`. Closure tersebut dipanggil di tiap perulangan dalam fungsi `filter()`.

Fungsi `filter()` sendiri kita buat untuk filtering data array (yang datanya didapat dari parameter pertama), dengan kondisi filter bisa ditentukan sendiri. Di bawah ini adalah contoh pemanfaatan fungsi tersebut.

```go
func main() {
    var data = []string{"wick", "jason", "ethan"}
    var dataContainsO = filter(data, func(each string) bool {
        return strings.Contains(each, "o")
    })
    var dataLength5 = filter(data, func(each string) bool {
        return len(each) == 5
    })

    fmt.Println("data asli \t\t:", data)
    // data asli : [wick jason ethan]

    fmt.Println("filter ada huruf \"o\"\t:", dataContainsO)
    // filter ada huruf "o" : [jason]

    fmt.Println("filter jumlah huruf \"5\"\t:", dataLength5)
    // filter jumlah huruf "5" : [jason ethan]
}
```

Ada cukup banyak hal yang terjadi di dalam tiap pemanggilan fungsi `filter()` di atas. Berikut adalah penjelasannya:

1. Data array (yang didapat dari parameter pertama) akan di-looping.
2. Di tiap perulangannya, closure `callback` dipanggil, dengan disisipkan data tiap elemen perulangan sebagai parameter.
3. Closure `callback` berisikan kondisi filtering, dengan hasil bertipe `bool` yang kemudian dijadikan nilai balik dikembalikan.
4. Di dalam fungsi `filter()` sendiri, ada proses seleksi kondisi (yang nilainya didapat dari hasil eksekusi closure `callback`). Ketika kondisinya bernilai `true`, maka data elemen yang sedang diulang dinyatakan lolos proses filtering.
5. Data yang lolos ditampung variabel `result`. Variabel tersebut dijadikan sebagai nilai balik fungsi `filter()`.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab21.go
data asli               : [wick jason ethan]
filter ada huruf "o"    : [jason]
filter jumlah huruf "5" : [jason ethan]
novalagung:belajar-golang $
```

Pada `dataContainsO`, parameter kedua fungsi `filter()` berisikan statement untuk deteksi apakah terdapat substring `"o"` di dalam nilai variabel `each` (yang merupakan data tiap elemen), jika iya, maka kondisi filter bernilai `true`, dan sebaliknya.

Pada contoh ke-2 (`dataLength5`), closure `callback` berisikan statement untuk deteksi jumlah karakter tiap elemen. Jika ada elemen yang jumlah karakternya adalah 5, berarti elemen tersebut lolos filter.

Memang butuh usaha ekstra untuk memahami pemanfaatan closure sebagai parameter fungsi. Tapi setelah paham, penerapan teknik ini pada kondisi yang tepat akan sangat berguna.

A.22.2. Alias Skema Closure

Kita sudah mempelajari bahwa closure bisa dimanfaatkan sebagai tipe parameter, contohnya seperti pada fungsi `filter()`. Di fungsi tersebut kebetulan skema tipe parameter closure-nya tidak terlalu panjang, hanya ada satu buah parameter dan satu buah nilai balik.

Untuk fungsi yang skema-nya cukup panjang, akan lebih baik jika menggunakan alias dalam pendefinisiannya, apalagi ketika ada parameter fungsi lain yang juga menggunakan skema yang sama, maka kita tidak perlu menuliskan skema panjang fungsi tersebut berulang-ulang.

Membuat alias fungsi berarti menjadikan skema fungsi tersebut menjadi tipe data baru. Caranya dengan menggunakan keyword `type`. Contoh:

```
type FilterCallback func(string) bool


func filter(data []string, callback FilterCallback) []string {
    // ...
}
```

Skema `func(string) bool` diubah menjadi tipe dengan nama `FilterCallback`. Tipe tersebut kemudian digunakan sebagai tipe data parameter `callback`.

A.22.3. Penjelasan tambahan

Di bawah ini merupakan penjelasan tambahan mengenai fungsi `strings.Contains()`.

◉ Penggunaan Fungsi `strings.Contains()`

Inti dari fungsi ini adalah untuk deteksi apakah sebuah substring adalah bagian dari string, jika iya maka akan bernilai `true`, dan sebaliknya. Contoh penggunaannya:

```
var result = strings.Contains("Golang", "ang")
// true
```

Variabel `result` bernilai `true` karena string `"ang"` merupakan bagian dari string `"Golang"`.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.22...

A.23. Pointer

Pointer adalah *reference* atau alamat memori. Variabel pointer berarti variabel yang berisi alamat memori suatu nilai. Sebagai contoh sebuah variabel bertipe integer memiliki nilai **4**, maka yang dimaksud pointer adalah **alamat memori di mana nilai 4 disimpan**, bukan nilai 4 itu sendiri.

Variabel-variabel yang memiliki *reference* atau alamat pointer yang sama, saling berhubungan satu sama lain dan nilainya pasti sama. Ketika ada perubahan nilai, maka akan memberikan efek kepada variabel lain (yang referensi-nya sama) yaitu nilainya ikut berubah.

A.23.1. Penerapan Pointer

Variabel bertipe pointer ditandai dengan adanya tanda **asterisk** (`*`) tepat sebelum penulisan tipe data ketika deklarasi.

```
var number *int
var name *string
```

Nilai default variabel pointer adalah `nil` (kosong). Variabel pointer tidak bisa menampung nilai yang bukan pointer, dan sebaliknya variabel biasa tidak bisa menampung nilai pointer.

Ada dua hal penting yang perlu diketahui mengenai pointer:

- Variabel biasa bisa diambil nilai pointernya, caranya dengan menambahkan tanda **ampersand** (`&`) tepat sebelum nama variabel. Metode ini disebut dengan **referencing**.
- Dan sebaliknya, nilai asli variabel pointer juga bisa diambil, dengan cara menambahkan tanda **asterisk** (`*`) tepat sebelum nama variabel. Metode ini disebut dengan **dereferencing**.

OK, langsung saja kita praktikkan.

```
var numberA int = 4
var numberB *int = &numberA

fmt.Println("numberA (value)   :", numberA)  // 4
fmt.Println("numberA (address) :", &numberA) // 0xc20800a220

fmt.Println("numberB (value)   :", *numberB) // 4
fmt.Println("numberB (address) :", numberB)  // 0xc20800a220
```

Variabel `numberB` dideklarasikan bertipe pointer `int` dengan nilai awal adalah referensi variabel `numberA` (bisa dilihat pada kode `&numberA`). Dengan ini, variabel `numberA` dan `numberB` menampung data dengan referensi alamat memori yang sama.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab22.go
numberA (value)   : 4
numberA (address) : 0xc20800a220
numberB (value)   : 4
numberB (address) : 0xc20800a220
novalagung:belajar-golang $
```

Variabel pointer jika di-print akan menghasilkan string alamat memori (dalam notasi heksadesimal), contohnya seperti `numberB` yang diprint menghasilkan `0xc20800a220`.

Nilai asli sebuah variabel pointer bisa didapatkan dengan cara di-dereference terlebih dahulu (bisa dilihat pada kode `*numberB`).

A.23.2. Efek Perubahan Nilai Pointer

Ketika salah satu variabel pointer diubah nilainya, sedang ada variabel lain yang memiliki referensi memori yang sama, maka nilai variabel lain tersebut juga akan berubah.

```go
var numberA int = 4
var numberB *int = &numberA

fmt.Println("numberA (value)   :", numberA)
fmt.Println("numberA (address) :", &numberA)
fmt.Println("numberB (value)   :", *numberB)
fmt.Println("numberB (address) :", numberB)

fmt.Println("")

numberA = 5

fmt.Println("numberA (value)   :", numberA)
fmt.Println("numberA (address) :", &numberA)
fmt.Println("numberB (value)   :", *numberB)
fmt.Println("numberB (address) :", numberB)
```

Variabel `numberA` dan `numberB` memiliki referensi memori yang sama. Perubahan pada salah satu nilai variabel tersebut akan memberikan efek pada variabel lainnya. Pada contoh di atas, `numberA` nilainya diubah menjadi `5`, membuat nilai asli variabel `numberB` ikut berubah menjadi `5`.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab22.go
numberA (value)   : 4
numberA (address) : 0xc20800a220
numberB (value)   : 4
numberB (address) : 0xc20800a220

numberA (value)   : 5
numberA (address) : 0xc20800a220
numberB (value)   : 5
numberB (address) : 0xc20800a220
novalagung:belajar-golang $
```

A.23.3. Parameter Pointer

Parameter bisa juga dirancang sebagai pointer. Cara penerapannya kurang lebih sama, dengan cara mendeklarasikan parameter sebagai pointer.

```
package main

import "fmt"

func main() {
    var number = 4
    fmt.Println("before :", number) // 4

    change(&number, 10)
    fmt.Println("after  :", number) // 10
}

func change(original *int, value int) {
    *original = value
}
```

Fungsi `change()` memiliki 2 parameter, yaitu `original` yang tipenya adalah pointer `int`, dan `value` yang bertipe `int`. Di dalam fungsi tersebut nilai asli parameter pointer `original` diubah.

Fungsi `change()` kemudian diimplementasikan di `main`. Variabel `number` yang nilai awalnya adalah `4` diambil referensi-nya lalu digunakan sebagai parameter pada pemanggilan fungsi `change()`.

Nilai variabel `number` berubah menjadi `10` karena perubahan yang terjadi di dalam fungsi `change` adalah pada variabel pointer.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab22.go
before : 4
after  : 10
novalagung:belajar-golang $
```

Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.23...

A.24. Struct

Go tidak mengadopsi konsep class seperti pada beberapa bahasa pemrograman OOP lainnya. Namun Go memiliki tipe data struktur Struct.

Struct adalah kumpulan definisi variabel (atau property) dan atau fungsi (atau method), yang dibungkus sebagai tipe data baru dengan nama tertentu. Property dalam struct, tipe datanya bisa bervariasi. Mirip seperti `map`, hanya saja key-nya sudah didefinisikan di awal, dan tipe data tiap itemnya bisa berbeda.

Dari sebuah struct, kita bisa buat variabel baru, yang memiliki atribut sesuai skema struct tersebut. Kita sepakati dalam buku ini, variabel tersebut dipanggil dengan istilah **object** atau **variabel object**.

> Konsep struct di golang mirip dengan konsep **class** pada OOP, meski sebenarnya memiliki perbedaan. Di sini penulis menggunakan konsep OOP sebagai analogi, untuk mempermudah pembaca untuk memahami pembelajaran di chapter ini.

Dengan memanfaatkan struct, penyimpanan data yang sifatnya kolektif menjadi lebih mudah, lebih rapi, dan mudah untuk dikelola.

A.24.1. Deklarasi Struct

Kombinasi keyword `type` dan `struct` digunakan untuk deklarasi struct. Di bawah ini merupakan contoh cara penerapannya.

```
type student struct {
    name string
    grade int
}
```

Struct `student` dideklarasikan memiliki 2 property, yaitu `name` dan `grade`. Property adalah istilah untuk variabel yang menempel ke struct.

A.24.2. Penerapan Struct Untuk Membuat Object

Struct `student` yang sudah disiapkan di atas kita gunakan untuk membuat variabel objek. Variabel tersebut tipe datanya adalah `student`. Kemudian dari variabel object, kita bisa mengakses isi property variabel. Contoh:

```
func main() {
    var s1 student
    s1.name = "john wick"
    s1.grade = 2

    fmt.Println("name  :", s1.name)
    fmt.Println("grade :", s1.grade)
}
```

Cara membuat variabel objek sama seperti pembuatan variabel biasa. Tinggal tulis saja nama variabel diikuti nama struct, contoh: `var s1 student`.

Semua property variabel objek pada awalnya memiliki zero value sesuai tipe datanya. Misalnya, 0 untuk tipe `int`, dan string kosong `""` untuk string.

Property variabel objek bisa diakses nilainya menggunakan notasi titik, contohnya `s1.name`. Nilai property-nya juga bisa diubah, contohnya `s1.grade = 2`.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab23.go
name  : john wick
grade : 2
novalagung:belajar-golang $
```

A.24.3. Inisialisasi Object Struct

Cara inisialisasi variabel objek adalah dengan menuliskan nama struct yang telah dibuat diikuti dengan kurung kurawal. Nilai masing-masing property bisa diisi pada saat inisialisasi.

Pada contoh berikut, terdapat 3 buah variabel objek yang dideklarasikan dengan cara berbeda.

```
var s1 = student{}
s1.name = "wick"
s1.grade = 2

var s2 = student{"ethan", 2}

var s3 = student{name: "jason"}

fmt.Println("student 1 :", s1.name)
fmt.Println("student 2 :", s2.name)
fmt.Println("student 3 :", s3.name)
```

Pada kode di atas, variabel `s1` menampung objek cetakan `student`. Variabel tersebut kemudian di-set nilai property-nya.

Variabel objek `s2` dideklarasikan dengan metode yang sama dengan `s1`, pembedanya di `s2` nilai propertinya diisi langsung ketika deklarasi. Nilai pertama akan menjadi nilai property pertama (yaitu `name`), dan selanjutnya berurutan.

Pada deklarasi `s3`, dilakukan juga pengisian property ketika pencetakan objek. Hanya saja, yang diisi hanya `name` saja. Cara ini cukup efektif jika digunakan untuk membuat objek baru yang nilai property-nya tidak semua harus disiapkan di awal. Keistimewaan lain menggunakan cara ini adalah penentuan nilai property bisa dilakukan dengan tidak berurutan. Contohnya:

```
var s4 = student{name: "wayne", grade: 2}
var s5 = student{grade: 2, name: "bruce"}
```

A.24.4. Variabel Objek Pointer

Objek yang dibuat dari tipe struct bisa diambil nilai pointer-nya, dan bisa disimpan pada variabel objek yang bertipe struct pointer. Contoh penerapannya:

```
var s1 = student{name: "wick", grade: 2}

var s2 *student = &s1
fmt.Println("student 1, name :", s1.name)
fmt.Println("student 2, name :", s2.name)

s2.name = "ethan"
fmt.Println("student 1, name :", s1.name)
fmt.Println("student 2, name :", s2.name)
```

`s2` adalah variabel pointer hasil cetakan struct `student`. `s2` menampung nilai referensi `s1`, menjadikan setiap perubahan pada property variabel tersebut, akan juga berpengaruh pada variabel objek `s1`.

Meskipun `s2` bukan variabel asli, property nya tetap bisa diakses seperti biasa. Inilah keistimewaan property dalam objek pointer, tanpa perlu di-dereferensi nilai asli property tetap bisa diakses. Pengisian nilai pada property tersebut juga bisa langsung menggunakan nilai asli, contohnya seperti `s2.name = "ethan"`.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab23.go
student 1, name : wick
student 4, name : wick
student 1, name : ethan
student 4, name : ethan
novalagung:belajar-golang $
```

A.24.5. Embedded Struct

Embedded struct adalah mekanisme untuk menempelkan sebuah struct sebagai properti struct lain. Agar lebih mudah dipahami, mari kita bahas kode berikut.

```go
package main

import "fmt"

type person struct {
    name string
    age  int
}

type student struct {
    grade int
    person
}

func main() {
    var s1 = student{}
    s1.name = "wick"
    s1.age = 21
    s1.grade = 2

    fmt.Println("name  :", s1.name)
    fmt.Println("age   :", s1.age)
    fmt.Println("person age:", s1.person.age)
    fmt.Println("grade :", s1.grade)
}
```

Pada kode di atas, disiapkan struct `person` dengan properti yang tersedia adalah `name` dan `age`. Disiapkan juga struct `student` dengan property `grade`. Struct `person` di-embed ke dalam struct `student`. Caranya cukup mudah, yaitu dengan menuliskan nama struct yang ingin di-embed ke dalam body `struct` target.

Embedded struct adalah **mutable**, nilai property-nya nya bisa diubah.

Khusus untuk properti yang bukan merupakan properti asli (melainkan properti turunan dari struct lain), pengaksesannya dilakukan dengan cara mengakses struct *parent*-nya terlebih dahulu, contohnya `s1.person.age`. Nilai yang dikembalikan memiliki referensi yang sama dengan `s1.age`.

A.24.6. Embedded Struct Dengan Nama Property Yang Sama

Jika salah satu nama properti sebuah struct memiliki kesamaan dengan properti milik struct lain yang di-embed, maka pengaksesan property-nya harus dilakukan secara eksplisit atau jelas. Silakan lihat kode berikut agar lebih jelas.

```
package main

import "fmt"

type person struct {
    name string
    age  int
}

type student struct {
    person
    age   int
    grade int
}

func main() {
    var s1 = student{}
    s1.name = "wick"
    s1.age = 21        // age of student
    s1.person.age = 22 // age of person

    fmt.Println(s1.name)
    fmt.Println(s1.age)
    fmt.Println(s1.person.age)
}
```

Struct `person` di-embed ke dalam struct `student`, dan kedua struct tersebut kebetulan salah satu nama property-nya ada yang sama, yaitu `age`. Cara mengakses property `age` milik struct `person` lewat objek struct `student`, adalah dengan menuliskan nama struct yang di-embed kemudian nama property-nya, contohnya: `s1.person.age = 22`.

A.24.7. Pengisian Nilai Sub-Struct

Pengisian nilai property sub-struct bisa dilakukan dengan langsung memasukkan variabel objek yang tercetak dari struct yang sama.

```
var p1 = person{name: "wick", age: 21}
var s1 = student{person: p1, grade: 2}

fmt.Println("name  :", s1.name)
fmt.Println("age   :", s1.age)
fmt.Println("grade :", s1.grade)
```

Pada deklarasi `s1`, property `person` diisi variabel objek `p1`.

A.24.8. Anonymous Struct

Anonymous struct adalah struct yang tidak dideklarasikan di awal sebagai tipe data baru, melainkan langsung ketika pembuatan objek. Teknik ini cukup efisien digunakan pada *use case* pembuatan variabel objek yang struct-nya hanya dipakai sekali.

```
package main

import "fmt"

type person struct {
    name string
    age  int
}

func main() {
    var s1 = struct {
        person
        grade int
    }{}
    s1.person = person{"wick", 21}
    s1.grade = 2

    fmt.Println("name  :", s1.person.name)
    fmt.Println("age   :", s1.person.age)
    fmt.Println("grade :", s1.grade)
}
```

Pada kode di atas, variabel `s1` langsung diisi objek anonymous struct yang memiliki property `grade`, dan property `person` yang merupakan embedded struct.

Salah satu aturan yang perlu diingat dalam pembuatan anonymous struct adalah, deklarasi harus diikuti dengan inisialisasi. Bisa dilihat pada `s1` setelah deklarasi struktur struct, terdapat kurung kurawal untuk inisialisasi objek. Meskipun nilai tidak diisikan di awal, kurung kurawal tetap harus ditulis.

```
// anonymous struct tanpa pengisian property
var s1 = struct {
    person
    grade int
}{}

// anonymous struct dengan pengisian property
var s2 = struct {
    person
    grade int
}{
    person: person{"wick", 21},
    grade:  2,
}
```

A.24.9. Kombinasi Slice & Struct

Slice dan `struct` bisa dikombinasikan seperti pada slice dan `map`, penggunaannya pun mirip, cukup tambahkan tanda `[]` sebelum tipe data pada saat deklarasi.

```
type person struct {
    name string
    age  int
}

var allStudents = []person{
    {name: "Wick", age: 23},
    {name: "Ethan", age: 23},
    {name: "Bourne", age: 22},
}

for _, student := range allStudents {
    fmt.Println(student.name, "age is", student.age)
}
```

A.24.10. Inisialisasi Slice Anonymous Struct

Anonymous struct bisa dijadikan sebagai tipe sebuah slice. Dan nilai awalnya juga bisa diinisialisasi langsung pada saat deklarasi. Berikut adalah contohnya:

```
var allStudents = []struct {
    person
    grade int
}{
    {person: person{"wick", 21}, grade: 2},
    {person: person{"ethan", 22}, grade: 3},
    {person: person{"bond", 21}, grade: 3},
}

for _, student := range allStudents {
    fmt.Println(student)
}
```

A.24.11. Deklarasi Anonymous Struct Menggunakan Keyword var

Cara lain untuk deklarasi anonymous struct adalah dengan menggunakan keyword `var`.

```
var student struct {
    person
    grade int
}

student.person = person{"wick", 21}
student.grade = 2
```

Statement `type student struct` adalah contoh cara deklarasi struct. Maknanya akan berbeda ketika keyword `type` diganti `var`, seperti pada contoh di atas `var student struct`, yang artinya dicetak sebuah objek dari anonymous struct kemudian disimpan pada variabel bernama `student`.

Deklarasi anonymous struct menggunakan metode ini juga bisa dilakukan dengan disertai inisialisasi data.

```
// hanya deklarasi
var student struct {
    grade int
}

// deklarasi sekaligus inisialisasi
var student = struct {
    grade int
} {
    12,
}
```

A.24.12. Nested struct

Nested struct adalah anonymous struct yang di-embed ke sebuah struct. Deklarasinya langsung di dalam struct peng-embed. Contoh:

```
type student struct {
    person struct {
        name string
        age  int
    }
    grade   int
    hobbies []string
}
```

Teknik ini biasa digunakan ketika decoding data **JSON** yang struktur datanya cukup kompleks dengan proses decode hanya sekali.

A.24.13. Deklarasi Dan Inisialisasi Struct Secara Horizontal

Deklarasi struct bisa dituliskan secara horizontal, caranya bisa dilihat pada kode berikut:

```
type person struct { name string; age int; hobbies []string }
```

Tanda semi-colon (`;`) digunakan sebagai pembatas deklarasi property yang dituliskan secara horizontal. Inisialisasi nilai juga bisa dituliskan dengan metode ini. Contohnya:

```
var p1 = struct { name string; age int } { age: 22, name: "wick" }
var p2 = struct { name string; age int } { "ethan", 23 }
```

A.24.14. Tag property dalam struct

Tag merupakan informasi opsional yang bisa ditambahkan pada property struct.

```
type person struct {
    name string `tag1`
    age  int    `tag2`
}
```

Tag biasa dimanfaatkan untuk keperluan encode/decode data. Informasi tag juga bisa diakses lewat reflect. Nantinya akan ada pembahasan yang lebih detail mengenai pemanfaatan tag dalam struct, terutama ketika sudah masuk chapter JSON.

A.24.15. Type Alias

Sebuah tipe data, seperti struct, bisa dibuatkan alias baru, caranya dengan `type NamaAlias = TargetStruct`. Contoh:

```
type Person struct {
    name string
    age  int
}
type People = Person

var p1 = Person{"wick", 21}
fmt.Println(p1)

var p2 = People{"wick", 21}
fmt.Println(p2)
```

Pada kode di atas, sebuah alias bernama `People` dibuat untuk struct `Person`.

Casting dari objek (yang dicetak lewat struct tertentu) ke tipe yang merupakan alias dari struct pencetak, hasilnya selalu valid. Berlaku juga sebaliknya.

```
people := People{"wick", 21}
fmt.Println(Person(people))

person := Person{"wick", 21}
fmt.Println(People(person))
```

Pembuatan struct baru juga bisa dilakukan lewat teknik type alias. Silakan perhatikan kode berikut.

```
type People1 struct {
    name string
    age  int
}
type People2 = struct {
    name string
    age  int
}
```

Struct `People1` dideklarasikan, kemudian struct alias `People2` juga dideklarasikan. Struct `People2` merupakan alias dari anonymous struct. Penggunaan teknik type alias untuk anonymous struct menghasilkan output yang ekuivalen dengan pendeklarasian struct.

Teknik type alias ini tidak dirancang hanya untuk pembuatan alias pada tipe struct saja, semua jenis tipe data bisa dibuatkan alias. Contohnya seperti pada kode berikut, ada tipe data baru bernama `Number` yang merupakan alias dari tipe data `int`.

```
type Number = int
var num Number = 12
```

Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.24...

A.25. Method

Method adalah fungsi yang menempel pada suatu tipe data, misalnya custom `struct`. Method bisa diakses lewat variabel objek yang dibuat dari tipe custom struct tersebut.

Keunggulan method dibanding fungsi biasa adalah method memiliki akses ke property struct hingga level akses *private*. Selain itu, dengan menggunakan method, suatu proses bisa di-enkapsulasi dengan baik.

> Perihal topik level nantinya dibahas secara terpisah pada chapter berikutnya

A.25.1. Penerapan Method

Cara penerapan method sedikit berbeda dibanding fungsi. Saat proses deklarasi, pada method perlu ditentukan juga siapa pemiliknya. Contohnya bisa dilihat pada kode berikut, dua method diciptakan sebagai property dari struct bernama `student`.

```
package main

import "fmt"
import "strings"

type student struct {
    name  string
    grade int
}

func (s student) sayHello() {
    fmt.Println("halo", s.name)
}

func (s student) getNameAt(i int) string {
    return strings.Split(s.name, " ")[i-1]
}
```

Cara deklarasi method mirip seperti fungsi, tapi dalam penulisannya perlu ditambahkan deklarasi variabel objek di sela-sela keyword `func` dan nama fungsi. Pada contoh di atas struct `student` ditentukan sebagai pemilik method.

`func (s student) sayHello()` maksudnya adalah fungsi `sayHello` dideklarasikan sebagai method milik struct `student`. Di contoh, struct `student` memiliki dua buah method yaitu `sayHello()` dan `getNameAt()`.

Contoh pemanfaatan method bisa dilihat pada kode berikut.

```
func main() {
    var s1 = student{"john wick", 21}
    s1.sayHello()

    var name = s1.getNameAt(2)
    fmt.Println("nama panggilan :", name)
}
```

Output program:

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab24.go
halo john wick
nama panggilan : wick
novalagung:belajar-golang $
```

Cara mengakses method sama seperti pada pengaksesan property, yaitu dengan cukup panggil saja nama methodnya.

```
s1.sayHello()
var name = s1.getNameAt(2)
```

Method memiliki sifat yang sama persis dengan fungsi biasa, yaitu bisa memiliki parameter, nilai balik, dan sifat-sifat lainnya.

Dari segi sintaks, perbedaan yang paling terlihat hanya di bagian penulisan deklarasi dan cara pengaksesan. Silakan lihat kode berikut agar lebih jelas:

```
func sayHello() { }
func (s student) sayHello() { }

func getNameAt(i int) string { }
func (s student) getNameAt(i int) string { }
```

A.25.2. Method Pointer

Method pointer adalah method di mana variabel objek pemilik method tersebut berbentuk pointer.

Kelebihan method jenis ini adalah ketika kita melakukan manipulasi nilai pada property lain yang masih satu struct, nilai pada property tersebut bisa diubah di-level reference-nya. Lebih jelasnya perhatikan kode berikut.

```go
package main

import "fmt"

type student struct {
    name  string
    grade int
}

func (s student) changeName1(name string) {
    fmt.Println("---> on changeName1, name changed to", name)
    s.name = name
}

func (s *student) changeName2(name string) {
    fmt.Println("---> on changeName2, name changed to", name)
    s.name = name
}

func main() {
    var s1 = student{"john wick", 21}
    fmt.Println("s1 before", s1.name)
    // john wick

    s1.changeName1("jason bourne")
    fmt.Println("s1 after changeName1", s1.name)
    // john wick

    s1.changeName2("ethan hunt")
    fmt.Println("s1 after changeName2", s1.name)
    // ethan hunt
}
```

Output program:

```
novalagung:chapter-24 $ go run 2-method-pointer.go
s1 before john wick
---> on changeName1, name changed to jason bourne
s1 after changeName1 john wick
---> on changeName2, name changed to ethan hunt
s1 after changeName2 ethan hunt
```

Setelah statement `s1.changeName1("jason bourne")` dieksekusi, nilai `s1.name` tidak berubah. Sebenarnya nilainya berubah tapi hanya dalam method `changeName1()` saja, nilai pada reference objek-nya tidak berubah.

Keistimewaan lain method pointer adalah method itu sendiri bisa dipanggil dari objek pointer maupun objek biasa.

```
// pengaksesan method dari variabel objek biasa
var s1 = student{"john wick", 21}
s1.sayHello()

// pengaksesan method dari variabel objek pointer
var s2 = &student{"ethan hunt", 22}
s2.sayHello()
```

A.25.3. Penjelasan tambahan

Berikut merupakan penjelasan tambahan untuk beberapa hal dari kode yang sudah dipraktikkan:

◉ Penggunaan Fungsi `strings.Split()`

Pada chapter ini ada fungsi baru yang kita gunakan saat praktik, yaitu `strings.Split()`. Fungsi ini berguna untuk memisahkan string menggunakan pemisah yang kita tentukan sendiri. Hasilnya berupa slice berisikan kumpulan substring.

```
strings.Split("ethan hunt", " ")
// ["ethan", "hunt"]
```

Pada contoh di atas, string `"ethan hunt"` dipisah menggunakan separator spasi `" "`, hasilnya adalah slice berisikan 2 elemen, `"ethan"` dan `"hunt"`.

A.25.4. Apakah `fmt.Println()` & `strings.Split()` Juga Merupakan Method?

Setelah tahu apa itu method dan bagaimana penggunaannya, mungkin akan muncul di benak kita bahwa kode seperti `fmt.Println()`, `strings.Split()` dan lainnya-yang-berada-pada-package-lain adalah merupakan method. Jawabannya, **bukan!**. `fmt` di situ bukanlah variabel objek, dan `Println()` bukan merupakan method.

`fmt` adalah nama **package** yang di-import (bisa dilihat pada kode `import "fmt"`). Sedangkan `Println()` adalah **nama fungsi**. Untuk mengakses fungsi yang berada pada package lain, harus dituliskan juga nama package-nya, contoh:

- Statement `fmt.Println()` berarti pengaksesan fungsi `Println()` yang berada di package `fmt`
- Statement `strings.Split()` berarti pengaksesan fungsi `Split()` yang berada di package `strings`

Lebih jelasnya dibahas pada chapter selanjutnya.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.25...

A.26. Properti Public dan Private (Exported vs Unexported)

Chapter ini membahas tentang *property modifier* public dan private yang ada di pemrograman Go. Peran dari *property modifier* adalah sebagai penentu kapan suatu struct, fungsi, atau method bisa diakses dari package lain dan kapan tidak.

Di Go sebenarnya tidak ada istilah *public modifier* dan *private modifier*. Yang ada adalah **exported** (yang kalau di bahasa lain ekuivalen dengan *public modifier*), dan **unexported** untuk *private modifier*.

A.26.1. Intro

Intro ini ditulis agar pembaca tau ekspektasi chapter ini sebenarnya apa.

Pembahasan kali ini memiliki beberapa perbedaan dibanding chapter lainnya. Jika pembaca mengikuti pembelajaran di chapter ini secara berurutan, dan benar-benar membaca penjelasan serta pembahasan yang sudah tertulis, maka nantinya **pasti menemui 3 buah error**.

Di setiap error tersebut, sebenarnya sudah terlampir informasi berikut:

1. Screenshot error
2. Penjelasan penyebab terjadinya error
3. Cara resolve atau mengatasi error

Penulis menerima cukup banyak email dari pembaca mengenai beberapa error di chapter ini. Kesimpulan penulis:

Pembaca bingung karena mendapati error, dan tidak tau apa yang harus dilakukan. Padahal sudah ada keterangan yang cukup jelas bahwa error tersebut pasti muncul, dan sudah disediakan juga penjelasan beserta cara mengatasinya. Ini kemungkinan besar disebabkan karena pembaca hanya copy-paste source code dari chapter ini, tanpa benar-benar membaca penjelasan yang padahal sudah ditulis cukup detail.

> Saya sangat anjurkan untuk **tidak hanya *copas* source code, usahakan dibaca! dipelajari! dan dipahami!** *No hard feeling* ya 👌😁

A.26.2. Exported Package dan Unexported Package

Pengembangan aplikasi dalam *real development* pasti membutuhkan banyak sekali file program. Tidak mungkin dalam satu buah project semua source code ditulis di hanya 1 package `main` saja, umumnya akan dipisah ke beberapa package berbeda yang masing-masing punya tugas sendiri yang berbeda satu sama lain.

Project folder selain berisikan file-file `.go` juga bisa berisikan sub-folder lainnya. Di Go, setiap folder atau sub-folder adalah satu package, file-file yang ada di dalam sebuah folder package-nya harus sama. Dan package pada file-file tersebut harus berbeda dengan package pada file-file lainnya yang berada pada folder berbeda.

> Sederhananya, 1 folder adalah 1 package.

Dalam sebuah package, biasanya kita menulis sangat banyak komponen, bisa berupa fungsi, struct, variabel, atau lainnya. Komponen-komponen tersebut bisa secara leluasa dipergunakan di kode yang masih berada di dalam package yang sama. Contohnya seperti program yang telah kita praktikkan pada chapter sebelum-sebelumnya, dalam package `main` ada banyak yang di-*define*: fungsi, variabel, closure, struct, dan lainnya; semuanya bisa langsung dimanfaatkan.

Jika dalam satu program terdapat lebih dari 1 package, atau ada package lain selain `main`, maka komponen dalam package lain tersebut tidak bisa diakses secara bebas dari file yang package-nya `main`, perlu dilihat dulu level akses yang sudah ditentukan apa.

Go mengenal 2 jenis level akses atau hak akses:

- Hak akses **Exported** atau **public**. Menandakan bahwa komponen boleh untuk diakses dari package lain
- Hak akses **Unexported** atau **private**. Berarti komponen hanya bisa diakses dari file yang package-nya sama, bisa dalam satu file yang sama atau di file berbeda yang masih 1 folder yang package-nya pastinya sama.

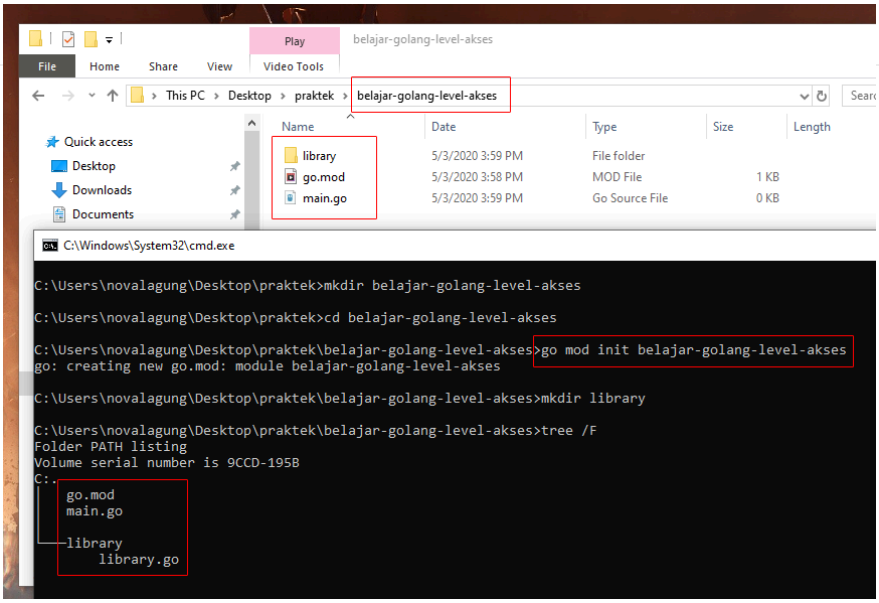
Cara menentukan level akses atau modifier di Go sangat mudah, yaitu dengan mengacu ke **character case** huruf pertama nama fungsi, struct, variabel, atau lainnya. Ketika namanya diawali dengan huruf kapital maka level aksesnya adalah *exported* (atau *public*). Dan sebaliknya, jika diawali huruf kecil, berarti *unexported* (atau private).

A.26.3. Penggunaan Package, Import, Dan Hak Akses *Exported* dan *Unexported*

Agar lebih mudah dipahami, maka langsung saja kita praktikkan.

Pertama buat folder proyek baru bernama `belajar-golang-level-akses`, gunakan nama folder tersebut sebagai nama project. Kemudian buat file baru bernama `main.go` di dalamnya, lalu tentukan nama package file tersebut sebagai **main**.

Kemudian, buat sub-folder baru bernama `library` di dalam folder `belajar-golang-level-akses`. Di dalam folder `library`, buat file baru `library.go`, set nama package-nya **library**.



Buka file `library.go` lalu isi dengan kode berikut.

```
package library

import "fmt"

func SayHello() {
    fmt.Println("hello")
}

func introduce(name string) {
    fmt.Println("nama saya", name)
}
```

File `library.go` yang telah dibuat ditentukan nama package-nya adalah `library` (sesuai dengan nama folder), isinya dua buah fungsi `SayHello()` dan `introduce()`.

- Fungsi `SayHello()`, level aksesnya adalah publik, ditandai dengan nama fungsi diawali huruf besar.
- Fungsi `introduce()` dengan level akses private, ditandai oleh huruf kecil di awal nama fungsi.

Selanjutnya kita siapkan beberapa kode tambahan untuk keperluan testing apakah memang fungsi yang ber-modifier private dalam package `library` tidak bisa diakses dari package lain.

Buka file `main.go`, lalu tulis kode berikut.

```go
package main

import "belajar-golang-level-akses/library"

func main() {
    library.SayHello()
    library.introduce("ethan")
}
```

Bisa dilihat bahwa package `library` yang telah dibuat tadi, di-import ke dalam package `main`.

Di awal telah ditentukan bahwa nama project (yang juga merupakan nama folder) adalah `belajar-golang-level-akses`, maka untuk import package lain yang merupakan subfolder, pada syntax import harus dituliskan lengkap, contoh: `belajar-golang-level-akses/library`.

> Penanda root folder adalah tempat di mana file `go.mod` berada

Kembali ke pembahasan kode, silakan perhatikan kode berikut:

```go
library.SayHello()
library.introduce("ethan")
```

Cara pemanggilan fungsi yang berada dalam package lain adalah dengan menuliskan nama package target diikut dengan nama fungsi menggunakan *dot notation* atau tanda titik, seperti `library.SayHello()` atau `library.introduce("ethan")`.

OK, sekarang coba jalankan kode yang sudah disiapkan di atas, hasilnya error.

```
novalagung:belajar-golang-level-akses $ go run main.go
# command-line-arguments
./main.go:7: cannot refer to unexported name library.introduce
./main.go:7: undefined: library.introduce
novalagung:belajar-golang-level-akses $
```

Error di atas disebabkan oleh fungsi `introduce()` yang berada dalam package `library` memiliki level akses *unexported* (atau *private*), maka fungsi ini tidak bisa diakses dari package lain (pada kasus ini package `main`). Solusi agar bisa diakses adalah dengan mengubah level aksesnya ke *exported* (atau *public*), atau bisa dengan mengubah cara pemanggilannya.

Ok, sekarang kita akan coba cara ke-2, yaitu mengubah cara pemanggilannya. Tambahkan parameter `name` pada fungsi `SayHello()`, lalu masih di dalam fungsi tersebut panggil fungsi `introduce()` dan gunakan parameter `name`-nya.

```go
func SayHello(name string) {
    fmt.Println("hello")
    introduce(name)
}
```

Di fungsi `main()`, cukup panggil fungsi `library.SayHello()` saja. Isi parameternya dengan nilai string apapun, misalnya `"ethan"`.

```
func main() {
    library.SayHello("ethan")
}
```

Coba jalankan lagi.

```
novalagung:belajar-golang-level-akses $ go run main.go
hello
nama saya ethan
novalagung:belajar-golang-level-akses $
```

A.26.4. Penggunaan Hak Akses *Exported* dan *Unexported* pada Struct dan Propertinya

Level akses *exported* (atau public) dan *unexported* (atau private) juga bisa diterapkan di fungsi, struct, method, maupun property variabel. Cara penggunaannya sama seperti pada pembahasan sebelumnya, yaitu dengan menentukan **character case** huruf pertama nama komponen, apakah huruf besar atau kecil.

Ok, lanjut ke praktik berikutnya. Hapus isi file `library.go`, lalu buat struct baru dengan nama `student` di dalamnya.

```
package library

type student struct {
    Name  string
    grade int
}
```

Buat contoh sederhana penerapan struct di atas pada file `main.go`.

```
package main

import "belajar-golang-level-akses/library"
import "fmt"

func main() {
    var s1 = library.student{"ethan", 21}
    fmt.Println("name ", s1.Name)
    fmt.Println("grade", s1.grade)
}
```

Setelah itu jalankan program.

```
novalagung:belajar-golang-level-akses $ go run main.go
# command-line-arguments
./main.go:7: cannot refer to unexported name library.student
./main.go:7: undefined: library.student
novalagung:belajar-golang-level-akses $
```

Error muncul lagi, kali ini penyebabnya adalah karena struct `student` level aksesnya adalah *unexported*. Ubah ke bentuk *exported* dengan cara mengubah huruf awalnya menjadi huruf besar, kemudian jalankan ulang.

```go
// file library/library.go
type Student struct {
    Name  string
    grade int
}

// file main.go
var s1 = library.Student{"ethan", 21}
fmt.Println("name ", s1.Name)
fmt.Println("grade", s1.grade)
```

Output program:

```
novalagung:belajar-golang-level-akses $ go run main.go
# command-line-arguments
./main.go:7: implicit assignment of unexported field 'grade' in library.Student
literal
novalagung:belajar-golang-level-akses $
```

Error masih tetap muncul, tapi kali ini berbeda. Error yang baru ini disebabkan karena salah satu properti dari struct `Student` adalah *unexported*. Properti yg dimaksud adalah `grade`. Solusinya ubah ke bentuk *exported*, lalu jalankan ulang program.

```go
// pada library/library.go
type Student struct {
    Name  string
    Grade int
}

// pada main.go
var s1 = library.Student{"ethan", 21}
fmt.Println("name ", s1.Name)
fmt.Println("grade", s1.Grade)
```

Dari contoh program di atas, bisa disimpulkan bahwa untuk menggunakan `struct` yang berada di package lain, selain nama struct-nya harus berbentuk *exported*, properti yang diakses juga harus *exported* juga.

```
novalagung:belajar-golang-level-akses $ go run main.go
name  ethan
grade 21
novalagung:belajar-golang-level-akses $
```

A.26.5. Import Dengan Prefix Tanda Titik

Seperti yang kita tahu, untuk mengakses fungsi/struct/variabel yg berada di package lain, nama package nya perlu ditulis, contohnya seperti pada penggunaan `library.Student` dan `fmt.Println()`.

Di Go, komponen yang berada di package lain yang di-import bisa dijadikan se-level dengan komponen package peng-import, caranya dengan menambahkan tanda titik (`.`) setelah penulisan keyword `import`. Maksud dari se-level di sini adalah, semua property di package lain yg di-import bisa diakses tanpa perlu menuliskan nama package, seolah-olah property tersebut berada di file yang sama. Contoh:

```
import (
    . "belajar-golang-level-akses/library"
    "fmt"
)

func main() {
    var s1 = Student{"ethan", 21}
    fmt.Println("name ", s1.Name)
    fmt.Println("grade", s1.Grade)
}
```

Pada kode di atas package `library` di-import menggunakan tanda titik. Dengan itu, pemanggilan struct `Student` tidak perlu dengan menuliskan nama package nya.

> PERINGATAN!
>
> Penggunaan tanda titik pada saat import package bisa menyebabkan kode menjadi ambigu, karena alasan tersebut teknik import ini kurang direkomendasikan.

A.26.6. Pemanfaatan Alias Saat Import Package

Fungsi yang berada di package lain bisa diakses dengan cara menuliskan nama-package diikuti nama fungsi-nya, contohnya seperti `fmt.Println()`. Package yang sudah di-import tersebut bisa diubah nama pemanggilannya dengan menerapkan teknik alias yang dituliskan saat import. Contohnya bisa dilihat pada kode berikut.

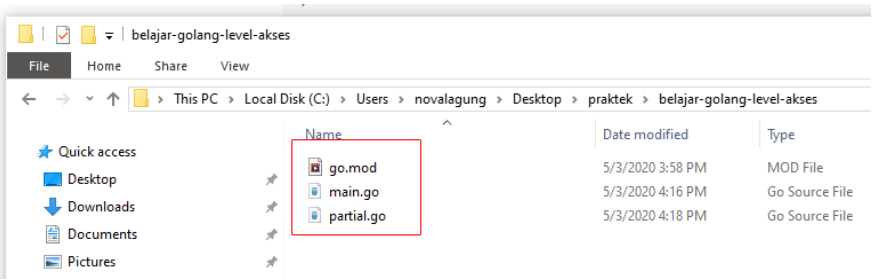
```
import (
    f "fmt"
)

func main() {
    f.Println("Hello World!")
}
```

Pada kode di atas, package `fmt` ditentukan aliasnya adalah `f`, untuk mengakses `Println()` cukup dengan `f.Println()`.

A.26.7. Mengakses Property Dalam File Yang Package-nya Sama

Jika property yang ingin diakses masih dalam satu package tapi file-nya berbeda, cara mengaksesnya bisa langsung dengan memanggil namanya seperti biasa. Hanya saja saat eksekusi, file-file lain yang nama package-nya sama tersebut harus ikut disertakan dalam command `go run`.

Langsung saja kita praktikkan, buat file baru dalam folder `belajar-golang-level-akses` dengan nama `partial.go`.



Tulis kode berikut pada file `partial.go`. File tersebut kita tentukan nama package-nya adalah `main` (sama dengan nama package file `main.go`).

```
package main

import "fmt"

func sayHello(name string) {
    fmt.Println("halo", name)
}
```

Hapus semua isi file `main.go`, ganti dengan kode berikut.

```go
package main

func main() {
    sayHello("ethan")
}
```

Sekarang terdapat 2 file berbeda (`main.go` dan `partial.go`) dengan package adalah sama, `main` . Pada saat `go build` atau `go run` , semua file dengan nama package `main` harus dituliskan sebagai argumen command.

```
go run main.go partial.go
```

Fungsi `sayHello` pada file `partial.go` bisa dikenali meski level aksesnya adalah *unexported*. Hal ini karena kedua file tersebut (`main.go` dan `partial.go`) memiliki nama package yang sama.

> Alternatif yang lebih praktis untuk menjalankan program bisa dengan perintah `go run *.go` , dengan cara ini maka tidak perlu menuliskan nama file-nya satu per satu.

```
novalagung:belajar-golang-level-akses $ go run main.go partial.go
halo ethan
novalagung:belajar-golang-level-akses $
```

A.26.8. Penjelasan Tambahan

◉ Fungsi `init()`

Selain fungsi `main()` , terdapat juga fungsi spesial yaitu `init()` . Fungsi ini otomatis dipanggil saat pertama kali program dijalankan. Jika fungsi ini ditulis di package-package lain yang di-import di `main` , maka semua fungsi `init()` tersebut dipanggil lebih dulu sebelum fungsi `main()` .

Agar lebih jelas mari kita praktikkan. Buka file `library.go` , hapus isinya lalu isi dengan kode berikut.

```go
package library

import "fmt"

var Student = struct {
    Name  string
    Grade int
}{}

func init() {
    Student.Name = "John Wick"
    Student.Grade = 2

    fmt.Println("--> library/library.go imported")
}
```

Pada package tersebut, variabel `Student` dibuat dengan isi anonymous struct. Dalam fungsi init, nilai `Name` dan `Grade` variabel di-set.

Selanjutnya buka file `main.go`, isi dengan kode berikut.

```go
package main

import "belajar-golang-level-akses/library"
import "fmt"

func main() {
    fmt.Printf("Name  : %s\n", library.Student.Name)
    fmt.Printf("Grade : %d\n", library.Student.Grade)
}
```

Package `library` di-import, dan variabel `Student` dikonsumsi pada fungsi `main()`. Sewaktu package di-import, fungsi `init()` yang berada di dalamnya langsung dieksekusi.

Di dalam fungsi `init()`, property variabel objek `Student` diisi dan sebuah pesan ditampilkan ke console.

```
novalagung:belajar-golang-import-init $ go run main.go
--> library/library.go imported
Name  : John Wick
Grade : 2
novalagung:belajar-golang-import-init $
```

Di Go, setiap package masing-masing boleh memiliki fungsi `init()`. Fungsi tersebut hanya akan dieksekusi ketika package di-import dengan urutan eksekusinya adalah sesuai dengan package mana yg di-import terlebih dahulu. Dan kesemua fungsi `init()` dipanggil sebelum fungsi `main()`.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.26...

A.27. Interface

Interface adalah definisi suatu kumpulan method yang tidak memiliki isi, jadi hanya definisi header/schema-nya saja. Kumpulan method tersebut ditulis dalam satu block interface dengan nama tertentu.

Interface merupakan tipe data. Objek bertipe interface memiliki zero value yaitu `nil`. Variabel bertipe interface digunakan untuk menampung nilai objek konkret yang memiliki definisi method minimal sama dengan yang ada di interface.

A.27.1. Penerapan Interface

Untuk menerapkan interface, pertama siapkan deklarasi tipe baru menggunakan keyword `type` dan tipe data `interface` lalu siapkan juga isinya (definisi method-nya).

```
package main

import "fmt"
import "math"

type hitung interface {
    luas() float64
    keliling() float64
}
```

Di atas, interface `hitung` dideklarasikan memiliki 2 buah method yaitu `luas()` dan `keliling()`. Interface ini nantinya digunakan sebagai tipe data pada variabel untuk menampung objek bangun datar hasil dari struct yang akan dibuat.

Dengan adanya interface `hitung` ini, maka perhitungan luas dan keliling bangun datar bisa dilakukan tanpa perlu tahu jenis bangun datarnya sendiri itu apa.

Selanjutnya, siapkan struct bangun datar `lingkaran`, struct ini memiliki definisi method yang sebagian adalah ada di interface `hitung`.

```
type lingkaran struct {
    diameter float64
}

func (l lingkaran) jariJari() float64 {
    return l.diameter / 2
}

func (l lingkaran) luas() float64 {
    return math.Pi * math.Pow(l.jariJari(), 2)
}

func (l lingkaran) keliling() float64 {
    return math.Pi * l.diameter
}
```

Struct `lingkaran` memiliki tiga buah method yaitu `jariJari()`, `luas()`, dan `keliling()`.

Berikutnya, siapkan struct bangun datar `persegi` berikut:

```
type persegi struct {
    sisi float64
}

func (p persegi) luas() float64 {
    return math.Pow(p.sisi, 2)
}

func (p persegi) keliling() float64 {
    return p.sisi * 4
}
```

Perbedaan struct `persegi` dengan `lingkaran` terletak pada method `jariJari()`. Struct `persegi` tidak memiliki method tersebut. Tetapi meski demikian, variabel objek hasil cetakan 2 struct ini akan tetap bisa ditampung oleh variabel cetakan interface `hitung`, karena dua method yang ter-definisi di interface tersebut juga ada pada struct `persegi` dan `lingkaran`, yaitu method `luas()` dan `keliling()`.

Sekarang buat implementasi perhitungan di fungsi `main()`.

```
func main() {
    var bangunDatar hitung

    bangunDatar = persegi{10.0}
    fmt.Println("===== persegi")
    fmt.Println("luas      :", bangunDatar.luas())
    fmt.Println("keliling  :", bangunDatar.keliling())

    bangunDatar = lingkaran{14.0}
    fmt.Println("===== lingkaran")
    fmt.Println("luas      :", bangunDatar.luas())
    fmt.Println("keliling  :", bangunDatar.keliling())
    fmt.Println("jari-jari :", bangunDatar.(lingkaran).jariJari())
}
```

Perhatikan kode di atas. Variabel objek `bangunDatar` bertipe interface `hitung`. Variabel tersebut digunakan untuk menampung objek konkrit buatan struct `lingkaran` dan `persegi`.

Dari variabel tersebut, method `luas()` dan `keliling()` diakses. Secara otomatis Golang akan mengarahkan pemanggilan method pada interface ke method asli milik struct yang bersangkutan.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab26.go
===== persegi
luas      : 100
keliling  : 40
===== lingkaran
luas      : 153.93804002589985
keliling  : 43.982297150257104
jari-jari : 7
novalagung:belajar-golang $
```

Method `jariJari()` pada struct `lingkaran` tidak akan bisa diakses karena tidak terdefinisi dalam interface `hitung`. Pengaksesannya secara paksa menyebabkan error.

Untuk mengakses method yang tidak ter-definisi di interface, variabel-nya harus di-casting terlebih dahulu ke tipe asli variabel konkritnya (pada kasus ini tipenya `lingkaran`), setelahnya method akan bisa diakses.

Cara casting objek interface sedikit unik, yaitu dengan menuliskan nama tipe tujuan dalam kurung, ditempatkan setelah nama interface dengan menggunakan notasi titik (seperti cara mengakses property, hanya saja ada tanda kurung nya). Contohnya bisa dilihat di kode berikut. Statement `bangunDatar.(lingkaran)` adalah contoh casting pada objek interface.

```
var bangunDatar hitung = lingkaran{14.0}
var bangunLingkaran lingkaran = bangunDatar.(lingkaran)

bangunLingkaran.jariJari()
```

> Metode casting pada tipe data interface biasa disebut dengan **type assertion**

Perlu diketahui juga, jika ada interface yang menampung objek konkrit yang mana struct-nya tidak memiliki salah satu method yang terdefinisi di interface, maka error akan muncul. Intinya kembali ke aturan awal, variabel interface hanya bisa menampung objek yang minimal memiliki semua method yang terdefinisi di interface tersebut.

A.27.2. Embedded Interface

Interface bisa di-embed ke interface lain, sama seperti struct. Cara penerapannya juga sama, cukup dengan menuliskan nama interface yang ingin di-embed ke dalam body interface tujuan.

Pada contoh berikut, disiapkan interface bernama `hitung2d` dan `hitung3d`. Kedua interface tersebut kemudian di-embed ke interface baru bernama `hitung`.

```
package main

import "fmt"
import "math"

type hitung2d interface {
    luas() float64
    keliling() float64
}

type hitung3d interface {
    volume() float64
}

type hitung interface {
    hitung2d
    hitung3d
}
```

Interface `hitung2d` berisikan method untuk kalkulasi luas dan keliling, sedang `hitung3d` berisikan method untuk mencari volume bidang. Kedua interface tersebut embed ke interface `hitung`, menjadikannya memiliki kemampuan untuk mengakses method `luas()`, `keliling()`, dan `volume()`.

Next, siapkan struct baru bernama `kubus` yang memiliki method `luas()`, `keliling()`, dan `volume()`.

```go
type kubus struct {
    sisi float64
}

func (k *kubus) volume() float64 {
    return math.Pow(k.sisi, 3)
}

func (k *kubus) luas() float64 {
    return math.Pow(k.sisi, 2) * 6
}

func (k *kubus) keliling() float64 {
    return k.sisi * 12
}
```

Objek hasil cetakan struct `kubus` di atas, nantinya akan ditampung oleh objek cetakan interface `hitung` yang isinya merupakan gabungan interface `hitung2d` dan `hitung3d`.

Terakhir, buat implementasi-nya di fungsi `main()`.

```go
func main() {
    var bangunRuang hitung = &kubus{4}

    fmt.Println("===== kubus")
    fmt.Println("luas      :", bangunRuang.luas())
    fmt.Println("keliling  :", bangunRuang.keliling())
    fmt.Println("volume    :", bangunRuang.volume())
}
```

Bisa dilihat di kode di atas, lewat interface `hitung`, method `luas()`, `keliling()`, dan `volume()` bisa diakses.

Pada chapter A.23. Pointer dijelaskan bahwa method pointer bisa diakses lewat variabel objek biasa dan variabel objek pointer. Variabel objek yang dicetak menggunakan struct yang memiliki method pointer, jika ditampung ke dalam variabel interface, harus diambil referensi-nya terlebih dahulu. Contohnya bisa dilihat pada kode di atas `var bangunRuang hitung = &kubus{4}`.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab26.go
===== kubus
luas      : 96
keliling  : 48
volume    : 64
novalagung:belajar-golang $
```

Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.27...

A.28. Any / interface{} / Interface Kosong

Interface kosong atau *empty interface* yang dinotasikan dengan `interface{}` atau `any`, merupakan tipe data yang sangat spesial karena variabel bertipe ini bisa menampung segala jenis data, baik itu numerik, string, bahkan array, pointer, apapun.

> Dalam konsep pemrograman umum, konsep variabel yang bisa menampung banyak jenis tipe data disebut dengan **dynamic typing**.

A.28.1. Penggunaan `any` / `interface{}`

`any` atau `interface{}` merupakan tipe data, sehingga cara penggunaannya sama seperti tipe data pada umumnya, perbedaannya pada variabel bertipe ini nilainya bisa diisi dengan apapun. Contoh:

```go
package main

import "fmt"

func main() {
    var secret interface{}

    secret = "ethan hunt"
    fmt.Println(secret)

    secret = []string{"apple", "mango", "banana"}
    fmt.Println(secret)

    secret = 12.4
    fmt.Println(secret)
}
```

Keyword `interface` seperti yang kita tau, digunakan untuk pembuatan interface. Tetapi ketika ditambahkan kurung kurawal (`{}`) di belakang-nya (menjadi `interface{}`), maka kegunaannya akan berubah, yaitu sebagai tipe data.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab27.go
data 1: ethan hunt
data 2: [apple manggo banana]
data 3: 12.4
novalagung:belajar-golang $
```

Agar tidak bingung, coba perhatikan kode berikut.

```
var data map[string]interface{}

data = map[string]interface{}{
    "name":      "ethan hunt",
    "grade":     2,
    "breakfast": []string{"apple", "mango", "banana"},
}
```

Pada kode di atas, disiapkan variabel `data` dengan tipe `map[string]interface{}`, yaitu sebuah koleksi dengan key bertipe `string` dan nilai bertipe interface kosong `interface{}`.

Kemudian variabel tersebut di-inisialisasi, ditambahkan lagi kurung kurawal setelah keyword deklarasi untuk kebutuhan pengisian data, `map[string]interface{}{ /* data */ }`.

Dari situ terlihat bahwa `interface{}` bukanlah sebuah objek, melainkan tipe data.

A.28.2. Type Alias `any`

Tipe `any` merupakan alias dari `interface{}`, keduanya adalah sama.

```
var data map[string]any

data = map[string]any{
    "name":      "ethan hunt",
    "grade":     2,
    "breakfast": []string{"apple", "mango", "banana"},
}
```

A.28.3. Casting Variabel Any / Interface Kosong

Variabel bertipe `interface{}` bisa ditampilkan ke layar sebagai `string` dengan memanfaatkan fungsi print, seperti `fmt.Println()`. Tapi perlu diketahui bahwa nilai yang dimunculkan tersebut bukanlah nilai asli, melainkan bentuk text dari nilai aslinya.

Hal ini penting diketahui, karena untuk melakukan operasi yang membutuhkan nilai asli pada variabel yang bertipe `interface{}`, diperlukan casting ke tipe aslinya. Contoh seperti pada kode berikut.

```go
package main

import "fmt"
import "strings"

func main() {
    var secret interface{}

    secret = 2
    var number = secret.(int) * 10
    fmt.Println(secret, "multiplied by 10 is :", number)

    secret = []string{"apple", "mango", "banana"}
    var fruits = strings.Join(secret.([]string), ", ")
    fmt.Println(fruits, "is my favorite fruits")
}
```

Pertama, variabel `secret` menampung nilai bertipe numerik. Ada kebutuhan untuk mengalikan nilai yang ditampung variabel tersebut dengan angka `10`. Maka perlu dilakukan casting ke tipe aslinya, yaitu `int`, setelahnya barulah nilai bisa dioperasikan, yaitu `secret.(int) * 10`.

Pada contoh kedua, `secret` berisikan slice string. Kita memerlukan string tersebut untuk digabungkan dengan pemisah tanda koma. Maka perlu di-casting ke `[]string` terlebih dahulu sebelum bisa digunakan di `strings.Join()`, contohnya pada `strings.Join(secret.([]string), ", ")`.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab27.go
2 multiplied by 10 is : 20
apple, manggo, banana is my favorite fruits
novalagung:belajar-golang $
```

Teknik casting pada `any` disebut dengan **type assertions**.

A.28.4. Casting Variabel Interface Kosong Ke Objek Pointer

Variabel `interface{}` bisa menyimpan data apa saja, termasuk data objek, pointer, ataupun gabungan keduanya. Di bawah ini merupakan contoh penerapan interface untuk menampung data objek pointer.

```
type person struct {
    name string
    age  int
}

var secret interface{} = &person{name: "wick", age: 27}
var name = secret.(*person).name
fmt.Println(name)
```

Variabel `secret` dideklarasikan bertipe `interface{}` menampung referensi objek cetakan struct `person`. Cara casting dari `interface{}` ke struct pointer adalah dengan menuliskan nama struct-nya dan ditambahkan tanda asterisk (`*`) di awal, contohnya seperti `secret.(*person)`. Setelah itu barulah nilai asli bisa diakses.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab27.go
wick
novalagung:belajar-golang $
```

A.28.5. Kombinasi Slice, `map`, dan `interface{}`

Tipe `[]map[string]interface{}` adalah salah satu tipe yang paling sering digunakan untuk menyimpan sekumpulan data berbasis *key-value*. Tipe tersebut merupakan alternatif dari slice struct.

Pada contoh berikut, variabel `person` dideklarasikan berisi data slice `map` berisikan 2 item dengan key adalah `name` dan `age`.

```
var person = []map[string]interface{}{
    {"name": "Wick", "age": 23},
    {"name": "Ethan", "age": 23},
    {"name": "Bourne", "age": 22},
}

for _, each := range person {
    fmt.Println(each["name"], "age is", each["age"])
}
```

Dengan memanfaatkan slice dan `interface{}`, kita bisa membuat data array yang isinya adalah bisa apa saja. Silakan perhatikan contoh berikut.

```go
var fruits = []interface{}{
    map[string]interface{}{"name": "strawberry", "total": 10},
    []string{"mango", "pineapple", "papaya"},
    "orange",
}

for _, each := range fruits {
    fmt.Println(each)
}
```

A.28.6. Interface `nil` vs Pointer `nil`

Ada kode yang sering sekali membingungkan pemula, yaitu: variabel interface yang menyimpan pointer `nil` **tidak sama** dengan interface `nil` itu sendiri.

```go
package main

import "fmt"

type MyError struct {
    msg string
}

func (e *MyError) Error() string {
    return e.msg
}

func getError(fail bool) error {
    var err *MyError // pointer nil
    if fail {
        err = &MyError{"something went wrong"}
    }
    return err // mengembalikan interface yang menyimpan (*MyError)(nil)
}

func main() {
    err := getError(false)
    if err != nil {
        fmt.Println("error:", err) // baris ini TETAP dieksekusi!
    } else {
        fmt.Println("no error")
    }
}
```

Pada contoh di atas, `getError(false)` mengembalikan variabel `err` bertipe `*MyError` yang nilainya `nil`. Namun ketika dikembalikan sebagai `error` (interface), interface tersebut **tidak nil** karena interface menyimpan informasi tipe (`*MyError`) meskipun nilainya `nil`. Akibatnya pengecekan `err != nil` bernilai `true`.

Cara yang benar agar fungsi benar-benar mengembalikan interface nil:

```
func getError(fail bool) error {
    if fail {
        return &MyError{"something went wrong"}
    }
    return nil // kembalikan nil langsung, bukan variabel typed nil
}
```

◉ Kenapa Bisa Terjadi?

Di balik layar, sebuah nilai interface sebenarnya menyimpan dua hal sekaligus:

Bagian	Isi
Tipe	Tipe konkret dari nilai yang disimpan
Nilai	Nilai itu sendiri

Interface baru dianggap `nil` kalau **kedua bagian** tersebut kosong. Kalau salah satu sudah terisi, interface tidak lagi `nil`.

Nah, ketika kita menulis `return err` di mana `err` bertipe `*MyError` dan nilainya `nil`, Go tetap menyimpan informasi tipenya (`*MyError`) ke dalam interface. Bagian tipe sudah terisi, jadi interface tidak `nil`, meskipun nilainya sendiri memang `nil`.

Sebaliknya, `return nil` langsung mengembalikan interface yang benar-benar kosong, tanpa tipe dan tanpa nilai.

Aturan praktisnya: **kalau fungsi mengembalikan tipe interface, selalu kembalikan `nil` secara langsung, bukan lewat variabel bertipe konkret.**

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.28...

A.29. Reflect

Reflection adalah teknik untuk inspeksi variabel, mengambil informasi dari suatu variabel untuk dilihat metadatanya atau untuk keperluan manipulasi. Cakupan informasi yang bisa didapatkan lewat reflection sangat luas, seperti melihat struktur variabel, tipe, nilai pointer, dan banyak lagi.

Go menyediakan package `reflect`, berisikan banyak sekali fungsi untuk keperluan reflection. Pada chapter ini, kita akan belajar tentang dasar penggunaan package tersebut.

Dari banyak fungsi yang tersedia di dalam package tersebut, ada 2 fungsi yang paling penting untuk diketahui, yaitu `reflect.ValueOf()` dan `reflect.TypeOf()`.

- Fungsi `reflect.ValueOf()` akan mengembalikan objek dalam tipe `reflect.Value`, yang berisikan informasi yang berhubungan dengan nilai/data variabel yang diinspeksi.
- Sedangkan `reflect.TypeOf()` mengembalikan objek dalam tipe `reflect.Type`. Objek tersebut berisikan informasi yang berhubungan dengan tipe data variabel yang diinspeksi.

A.29.1. Mencari Tipe Data & Value Menggunakan Reflect

Dengan reflection, tipe data dan nilai variabel dapat diketahui dengan mudah. Contoh penerapannya bisa dilihat pada kode berikut.

```go
package main

import "fmt"
import "reflect"

func main() {
    var number = 23
    var reflectValue = reflect.ValueOf(number)

    fmt.Println("tipe  variabel :", reflectValue.Type())

    if reflectValue.Kind() == reflect.Int {
        fmt.Println("nilai variabel :", reflectValue.Int())
    }
}
```

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab28.go
tipe  variabel : int
nilai variabel : 23
novalagung:belajar-golang $
```

Fungsi `reflect.ValueOf()` memiliki parameter yang bisa menampung segala jenis tipe data. Fungsi tersebut mengembalikan objek dalam tipe `reflect.Value`, yang berisikan informasi mengenai variabel yang bersangkutan.

Objek `reflect.Value` memiliki beberapa method, salah satunya `Type()`. Method ini mengembalikan tipe data variabel yang bersangkutan dalam bentuk `reflect.Type`.

Statement `reflectValue.Int()` menghasilkan nilai `int` dari variabel `number`. Untuk menampilkan nilai variabel reflect, harus dipastikan dulu tipe datanya. Ketika tipe data adalah `int`, maka bisa menggunakan method `Int()`. Ada banyak lagi method milik struct `reflect.Value` yang bisa digunakan untuk pengambilan nilai dalam bentuk tertentu, contohnya: `reflectValue.String()` digunakan untuk mengambil nilai `string`, `reflectValue.Float64()` untuk nilai `float64`, dan lainnya.

Perlu diketahui, fungsi yang digunakan harus sesuai dengan tipe data nilai yang ditampung variabel. Jika fungsi yang digunakan berbeda dengan tipe data variabelnya, maka dipastikan muncul error. Contohnya seperti pada variabel yang nilainya bertipe `float64`, penggunaan method `String()` di situ pasti menghasilkan error.

Diperlukan adanya pengecekan tipe data pada nilai yang disimpan, agar penggunaan method untuk pengambilan nilai bisa tepat. Salah satunya bisa dengan cara yang dicontohkan di atas, yaitu dengan mengecek dahulu apa jenis tipe datanya menggunakan method `Kind()`, setelah itu diambil nilainya dengan method yang sesuai.

List konstanta tipe data dan method yang bisa digunakan dalam *reflection* di Go bisa dilihat di https://pkg.go.dev/reflect#Kind

A.29.2. Pengaksesan Nilai Dalam Bentuk `interface{}`

Jika nilai hanya diperlukan untuk ditampilkan ke output, bisa menggunakan `.Interface()`. Lewat method tersebut segala jenis nilai bisa diakses dengan mudah.

```
var number = 23
var reflectValue = reflect.ValueOf(number)

fmt.Println("tipe  variabel :", reflectValue.Type())
fmt.Println("nilai variabel :", reflectValue.Interface())
```

Fungsi `Interface()` mengembalikan nilai interface kosong atau `interface{}` atau `any`. Nilai aslinya sendiri bisa diakses dengan meng-casting interface kosong tersebut menggunakan teknik *type assertion*.

```
var nilai = reflectValue.Interface().(int)
```

A.29.3. Pengaksesan Informasi Property Variabel Objek

Reflect API bisa digunakan untuk melihat metadata suatu property variabel objek cetakan struct, dengan catatan property-property tersebut bermodifier public. Contohnya bisa dilihat pada kode berikut.

Siapkan sebuah struct bernama `student`.

```
type student struct {
    Name  string
    Grade int
}
```

Buat method baru untuk struct tersebut, dengan nama method `getPropertyInfo()`. Method ini berisikan kode untuk mengambil dan menampilkan informasi tiap property milik struct `student`.

```
func (s *student) getPropertyInfo() {
    var reflectValue = reflect.ValueOf(s)

    if reflectValue.Kind() == reflect.Ptr {
        reflectValue = reflectValue.Elem()
    }

    var reflectType = reflectValue.Type()

    for i := 0; i < reflectValue.NumField(); i++ {
        fmt.Println("nama      :", reflectType.Field(i).Name)
        fmt.Println("tipe data :", reflectType.Field(i).Type)
        fmt.Println("nilai     :", reflectValue.Field(i).Interface())
        fmt.Println("")
    }
}
```

Terakhir, lakukan uji coba method `getPropertyInfo()` di fungsi `main()`.

```
func main() {
    var s1 = &student{Name: "wick", Grade: 2}
    s1.getPropertyInfo()
}
```

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab28.go
nama      : Name
tipe data : string
nilai     : wick

nama      : Grade
tipe data : int
nilai     : 2
```

Di dalam method `getPropertyInfo()` terjadi beberapa hal. Pertama objek `reflect.Value` dari variabel `s` diambil. Setelah itu dilakukan pengecekan apakah variabel objek tersebut merupakan pointer atau tidak (bisa dilihat dari `if reflectValue.Kind() == reflect.Ptr`, jika bernilai `true` maka variabel adalah pointer). Jika ternyata variabel memang berisi pointer, maka perlu diambil data objek reflect aslinya via method `Elem()`.

Masih di dalam method `getPropertyInfo()`, dilakukan perulangan sebanyak jumlah property yang ada pada struct `student`. Method `NumField()` mengembalikan jumlah property publik yang ada dalam struct.

Di tiap perulangan, informasi tiap property struct diambil berurutan dengan lewat method `Field()`. Method ini ada pada tipe `reflect.Value` dan `reflect.Type`.

- `reflectType.Field(i).Name` mengembalikan nama property
- `reflectType.Field(i).Type` mengembalikan tipe data property
- `reflectValue.Field(i).Interface()` mengembalikan nilai property dalam bentuk `interface{}`

Pengambilan informasi property, selain menggunakan indeks, bisa diambil berdasarkan nama field dengan menggunakan method `FieldByName()`.

A.29.4. Pengaksesan Informasi Method Variabel Objek

Informasi mengenai method juga bisa diakses lewat reflect, syaratnya masih sama seperti pada pengaksesan property, yaitu harus bermodifier public.

Pada contoh di bawah ini informasi method `SetName()` akan diambil lewat reflection. Siapkan method baru di struct `student`, dengan nama `SetName()`.

```go
func (s *student) SetName(name string) {
    s.Name = name
}
```

Buat contoh penerapannya di fungsi `main()`.

```go
func main() {
    var s1 = &student{Name: "john wick", Grade: 2}
    fmt.Println("nama :", s1.Name)

    var reflectValue = reflect.ValueOf(s1)
    var method = reflectValue.MethodByName("SetName")
    method.Call([]reflect.Value{
        reflect.ValueOf("wick"),
    })

    fmt.Println("nama :", s1.Name)
}
```

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab28.go
nama : john wick
nama : wick
novalagung:belajar-golang $
```

Pada kode di atas, disiapkan variabel `s1` yang merupakan instance struct `student`. Variabel tersebut memiliki property `Name` yang nilainya ditentukan di awal, yaitu string `"john wick"`.

Setelah itu, data *reflection* nilai objek tersebut diambil, *reflection* method `SetName` juga diambil. Pengambilan *reflection* method dilakukan menggunakan `MethodByName` dengan argument adalah nama method yang diinginkan, atau bisa juga lewat indeks method-nya (menggunakan `Method(i)`).

Setelah *reflection* method yang dicari sudah didapatkan, `Call()` dipanggil untuk eksekusi method.

Jika eksekusi method diikuti pengisian parameter, maka parameternya harus ditulis dalam bentuk array `[]reflect.Value` berurutan sesuai urutan deklarasi parameter-nya. Dan nilai yang dimasukkan ke array tersebut harus dalam bentuk `reflect.Value` (gunakan `reflect.ValueOf()` untuk pengambilannya).

```go
[]reflect.Value{
    reflect.ValueOf("wick"),
}
```

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.29...

A.30. Goroutine

Goroutine secara konsep mirip seperti *thread*, meskipun sebenarnya berbeda. Sebuah *native thread* bisa berisikan sangat banyak goroutine. Mungkin lebih pas kalau goroutine disebut sebagai **mini thread**. Goroutine sangat ringan, hanya dibutuhkan sekitar **2kB** memori saja untuk satu buah goroutine. Eksekusi goroutine bersifat *asynchronous*, menjadikannya tidak saling tunggu dengan goroutine lain.

> Karena goroutine sangat ringan, maka eksekusi banyak goroutine bukan masalah. Akan tetapi jika jumlah goroutine sangat banyak sekali (contoh 1 juta goroutine dijalankan pada komputer dengan RAM terbatas), memang proses akan jauh lebih cepat selesai, tapi memory/RAM pasti bengkak.
>
> Selain itu, dalam pengaplikasiannya jangan hanya terpaku pada size goroutine yang kecil tersebut, tapi pertimbangkan juga kode/proses/logic yang dibuat di dalam goroutine itu sekompleks apa, karena hal tersebut sangat berpengaruh dengan konsumsi resource hardware.

Goroutine merupakan salah satu bagian paling penting dalam *concurrent programming* di Go. Salah satu yang membuat goroutine sangat istimewa adalah eksekusi-nya dijalankan di multi core processor. Kita bisa tentukan berapa banyak core yang aktif, makin banyak akan makin cepat.

Mulai chapter **A.30** ini hingga **A.35**, lalu dilanjut **A.60** dan **A.61**, kita akan membahas tentang fitur-fitur yang disediakan Go untuk kebutuhan *concurrent programming*.

> Concurrency atau konkurensi berbeda dengan paralel. Paralel adalah eksekusi banyak proses secara bersamaan. Sedangkan konkurensi adalah komposisi dari sebuah proses. Konkurensi merupakan struktur, sedangkan paralel adalah bagaimana eksekusinya berlangsung.

A.30.1. Penerapan Goroutine

Untuk menerapkan goroutine, proses yang akan dieksekusi sebagai goroutine harus dibungkus ke dalam sebuah fungsi, ini hukumnya wajib. Kemudian nantinya saat pemanggilan fungsi, tambahkan keyword `go` di depannya, dengan ini maka goroutine baru dibuat dengan tugas adalah menjalankan proses yang ada dalam fungsi tersebut.

Berikut merupakan contoh implementasi sederhana tentang goroutine. Program di bawah ini menampilkan 10 baris teks, 5 dieksekusi dengan cara biasa, dan 5 lainnya dieksekusi sebagai goroutine baru.

```go
package main

import "fmt"
import "runtime"

func print(till int, message string) {
    for i := 0; i < till; i++ {
        fmt.Println((i + 1), message)
    }
}

func main() {
    runtime.GOMAXPROCS(2)

    go print(5, "halo")
    print(5, "apa kabar")

    var input string
    fmt.Scanln(&input)
}
```

Pada kode di atas, fungsi `runtime.GOMAXPROCS(n)` digunakan untuk menentukan jumlah core yang diaktifkan untuk eksekusi program.

Pembuatan goroutine baru ditandai dengan keyword `go`. Contohnya pada statement `go print(5, "halo")`, di situ fungsi `print()` dieksekusi sebagai goroutine baru.

Fungsi `fmt.Scanln()` mengakibatkan proses jalannya aplikasi berhenti di baris itu (**blocking**) hingga user menekan tombol enter. Hal ini perlu dilakukan karena ada kemungkinan waktu selesainya eksekusi goroutine `print()` lebih lama dibanding waktu selesainya goroutine utama `main()`, mengingat bahwa keduanya sama-sama asynchronous. Jika itu terjadi, goroutine yang belum selesai secara paksa dihentikan prosesnya karena goroutine utama sudah selesai dijalankan.

Output program:

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab29.go
1 apa kabar
2 apa kabar
3 apa kabar
1 halo
4 apa kabar
2 halo
5 apa kabar
3 halo
4 halo
5 halo

novalagung:belajar-golang $ go run bab29.go
1 apa kabar
1 halo
2 apa kabar
3 apa kabar
4 apa kabar
5 apa kabar
2 halo
3 halo
4 halo
5 halo
```

Bisa dilihat di output, tulisan `"halo"` dan `"apa kabar"` bermunculan selang-seling. Ini disebabkan karena statement `print(5, "halo")` dijalankan sebagai goroutine, menjadikannya tidak saling tunggu dengan `print(5, "apa kabar")`.

Pada gambar di atas, program dieksekusi 2 kali. Hasil eksekusi pertama berbeda dengan kedua, penyebabnya adalah karena kita menggunakan 2 prosesor. Goroutine mana yang dieksekusi terlebih dahulu tergantung kedua prosesor tersebut.

A.30.2. Penjelasan tambahan

Berikut merupakan penjelasan tambahan untuk beberapa hal dari kode yang sudah dipraktikkan:

◉ Penggunaan Fungsi `runtime.GOMAXPROCS()`

Fungsi ini digunakan untuk menentukan jumlah core atau processor yang digunakan dalam eksekusi program.

Jumlah yang diinputkan secara otomatis akan disesuaikan dengan jumlah asli *logical processor* yang ada. Jika jumlahnya lebih, maka dianggap menggunakan sejumlah prosesor yang ada.

> Sejak Go 1.5, nilai `GOMAXPROCS` sudah otomatis diatur sama dengan jumlah CPU yang tersedia. Pemanggilan `runtime.GOMAXPROCS()` secara eksplisit seperti di atas umumnya tidak diperlukan di kode produksi. Di chapter ini digunakan agar contoh bisa menunjukkan eksekusi goroutine yang benar-benar paralel.

◉ Penggunaan Fungsi `fmt.Scanln()`

Fungsi ini akan meng-capture semua karakter sebelum user menekan tombol enter, lalu menyimpannya pada variabel.

```
func Scanln(a ...interface{}) (n int, err error)
```

Kode di atas merupakan skema fungsi `fmt.Scanln()`. Fungsi tersebut bisa menampung parameter bertipe `interface{}` berjumlah tak terbatas. Tiap parameter akan menampung karakter-karakter inputan user yang sudah dipisah dengan tanda spasi. Agar lebih jelas, silakan perhatikan contoh berikut.

```
var s1, s2, s3 string
fmt.Scanln(&s1, &s2, &s3)

// user inputs: "trafalgar d law"

fmt.Println(s1) // trafalgar
fmt.Println(s2) // d
fmt.Println(s3) // law
```

Bisa dilihat pada kode di atas, untuk menampung inputan text `trafalgar d law`, dibutuhkan 3 buah variabel. Juga perlu diperhatikan bahwa yang disisipkan sebagai parameter pada pemanggilan fungsi `fmt.Scanln()` adalah referensi variabel, bukan nilai aslinya.

> Penggunaan `fmt.Scanln()` di atas hanya untuk kesederhanaan contoh pertama goroutine. Untuk sinkronisasi goroutine di kode nyata, gunakan `sync.WaitGroup` yang dibahas pada chapter A.60. WaitGroup.

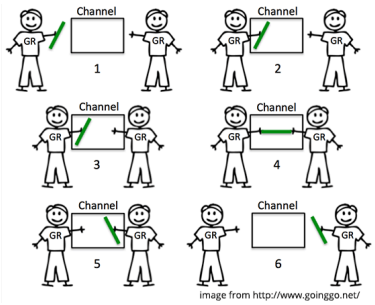
Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.30...

A.31. Channel

Channel digunakan untuk menghubungkan goroutine satu dengan goroutine lain dengan mekanisme serah terima data, jadi harus ada data yang dikirim dari goroutine A untuk kemudian diterima di goroutine B.

Peran channel adalah sebagai media perantara bagi pengirim data dan juga penerima data. Jadi channel adalah *thread safe*, aman digunakan di banyak goroutine.

Pengiriman dan penerimaan data pada channel bersifat **blocking** atau **synchronous**. Artinya, statement di-bawah syntax pengiriman dan penerimaan data via channel hanya akan dieksekusi setelah proses serah terima berlangsung dan selesai.



A.31.1. Penerapan Channel

Channel berbentuk variabel, dibuat dengan menggunakan kombinasi fungsi *builtin* `make()` dan *keyword* `chan`.

Program berikut adalah contoh implementasi channel. 3 buah goroutine dieksekusi, di masing-masing goroutine terdapat proses pengiriman data lewat channel. Kesemua data tersebut nantinya diterima oleh di goroutine utama yaitu proses yang dijalankan di dalam blok fungsi `main()`.

```
package main

import (
    "fmt"
    "runtime"
)

func main() {
    runtime.GOMAXPROCS(2)

    var messages = make(chan string)

    var sayHelloTo = func(who string) {
        var data = fmt.Sprintf("hello %s", who)
        messages <- data
    }

    go sayHelloTo("wick")
    go sayHelloTo("hunt")
    go sayHelloTo("bourne")

    var message1 = <-messages
    fmt.Println(message1)

    var message2 = <-messages
    fmt.Println(message2)

    var message3 = <-messages
    fmt.Println(message3)
}
```

Pada kode di atas, variabel `messages` dideklarasikan bertipe channel `string`. Contoh cara pembuatan channel bisa dilihat di situ, yaitu dengan memanggil fungsi `make()` dengan isi adalah keyword `chan` diikuti dengan tipe data channel yang diinginkan.

```
var messages = make(chan string)
```

Selain itu disiapkan juga closure `sayHelloTo` yang tugasnya membuat sebuah pesan string yang kemudian dikirim via channel. Pesan string tersebut dikirim lewat channel `messages`. Tanda `<-` jika dituliskan di sebelah kiri nama variabel, berarti sedang berlangsung proses pengiriman data dari variabel yang berada di kanan lewat channel yang berada di kiri (pada konteks ini, variabel `data` dikirim lewat channel `messages`).

```
var sayHelloTo = func(who string) {
    var data = fmt.Sprintf("hello %s", who)
    messages <- data
}
```

Fungsi `sayHelloTo` dieksekusi tiga kali sebagai goroutine berbeda. Menjadikan tiga proses ini berjalan secara **asynchronous** atau tidak saling tunggu.

> Sekali lagi perlu diingat bahwa eksekusi goroutine adalah *asynchronous*, sedangkan serah-terima data antar channel adalah *synchronous*.

```
go sayHelloTo("wick")
go sayHelloTo("hunt")
go sayHelloTo("bourne")
```

Dari ketiga fungsi tersebut, goroutine yang selesai paling awal akan mengirim data lebih dulu, datanya kemudian diterima variabel `message1`. Tanda `<-` jika dituliskan di sebelah kiri channel, menandakan proses penerimaan data dari channel yang di kanan, untuk disimpan ke variabel yang di kiri.

```
var message1 = <-messages
fmt.Println(message1)
```

Penerimaan channel bersifat blocking. Artinya:

- Statement `var message1 = <-messages` hingga setelahnya tidak akan dieksekusi sebelum ada data yang dikirim lewat channel.
- Berlaku juga dengan statement `messages <- data`. Statement dibawahnya tidak akan dieksekusi hingga data yang dikirim ke channel `messages` benar-benar diterima oleh penerima, yaitu variabel `message1`.

Ke semua data yang dikirim dari tiga goroutine berbeda tersebut nantinya diterima oleh `message1`, `message2`, `message3`; untuk kemudian ditampilkan.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab30.go
hello wick
hello bourne
hello hunt
novalagung:belajar-golang $ go run bab30.go
hello wick
hello hunt
hello bourne
novalagung:belajar-golang $ go run bab30.go
hello hunt
hello bourne
hello wick
novalagung:belajar-golang $
```

Dari screenshot output di atas bisa dilihat bahwa text yang dikembalikan oleh `sayHelloTo` tidak selalu berurutan, meskipun penerimaan datanya adalah berurutan. Hal ini dikarenakan, pengiriman data adalah dari 3 goroutine yang berbeda, yang kita tidak tau mana yang prosesnya selesai lebih dulu. Goroutine yang dieksekusi lebih awal belum tentu selesai lebih awal, yang jelas proses yang selesai lebih awal datanya akan diterima lebih awal.

Karena pengiriman dan penerimaan data lewat channel bersifat **blocking**, tidak perlu memanfaatkan sifat blocking dari fungsi seperti `fmt.Scanln()` (atau lainnya) untuk mengantisipasi goroutine utama (yaitu `main`) selesai sebelum ketiga goroutine di atas selesai.

A.31.2. Channel Sebagai Tipe Data Parameter

Variabel channel bisa di-pass ke fungsi lain via parameter. Cukup tambahkan keyword `chan` pada deklarasi parameter agar operasi pass channel variabel bisa dilakukan.

Siapkan fungsi `printMessage()` dengan parameter adalah channel. Lalu ambil data yang dikirimkan lewat channel tersebut untuk ditampilkan.

```
func printMessage(what chan string) {
    fmt.Println(<-what)
}
```

Setelah itu ubah implementasi di fungsi `main()`.

```
func main() {
    runtime.GOMAXPROCS(2)

    var messages = make(chan string)

    for _, each := range []string{"wick", "hunt", "bourne"} {
        go func(who string) {
            var data = fmt.Sprintf("hello %s", who)
            messages <- data
        }(each)
    }

    for i := 0; i < 3; i++ {
        printMessage(messages)
    }
}
```

Output program di atas sama dengan program sebelumnya.

Parameter `what` pada fungsi `printMessage()` bertipe channel `string`, bisa dilihat dari kode `chan string` pada cara deklarasinya. Operasi serah-terima data akan bisa dilakukan pada variabel tersebut, dan akan berdampak juga pada variabel `messages` di fungsi `main()`.

Passing channel sebagai parameter menyalin nilai channel-nya. Nilai tersebut tetap mereferensikan underlying channel yang sama, sehingga operasi send, receive, dan close lewat parameter akan memengaruhi channel yang sama

dengan variabel asal.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab30.go
hello hunt
hello bourne
hello wick
novalagung:belajar-golang $ go run bab30.go
hello wick
hello bourne
hello hunt
novalagung:belajar-golang $
```

A.31.3. Penjelasan tambahan

Berikut merupakan penjelasan tambahan untuk beberapa hal dari kode yang sudah dipraktikkan:

◉ Iterasi Data Slice/Array Langsung Pada Saat Inisialisasi

Data slice yang baru diinisialisasi bisa langsung di-iterasi, caranya mudah dengan menuliskannya langsung setelah keyword `range`.

```
for _, each := range []string{"wick", "hunt", "bourne"} {
    fmt.Println(each)
}
```

◉ Argument Parameter Goroutine

Perhatikan kode berikut yang digunakan di contoh A.31.2:

```
for _, each := range []string{"wick", "hunt", "bourne"} {
    go func(who string) {
        // gunakan who, bukan each
    }(each)
}
```

Kenapa `each` tidak langsung dipakai di dalam goroutine, melainkan diteruskan lewat argumen `who`?

Goroutine berjalan secara asynchronous, artinya eksekusinya bisa terjadi kapan saja, tidak selalu langsung saat `go func(...)` dipanggil. Masalahnya, variabel `each` pada `for` - `range` di versi Go sebelum 1.22 hanya punya satu alokasi memori yang dipakai ulang di setiap iterasi. Jadi kalau goroutine baru benar-benar berjalan saat loop sudah selesai, nilai `each` yang terbaca bisa saja sudah berubah ke nilai iterasi terakhir.

Dengan meneruskan `each` sebagai argumen, tiap goroutine mendapatkan salinan nilainya sendiri sejak awal, tidak peduli kapan goroutine tersebut akhirnya dieksekusi.

Sejak Go 1.22, setiap iterasi `for` - `range` sudah mendapat variabel yang benar-benar terpisah, sehingga masalah ini tidak terjadi lagi dan pola ini tidak lagi wajib. Tapi karena banyak kode yang masih ditulis untuk Go versi lama, pola ini tetap sering ditemukan.

◉ Eksekusi Goroutine Pada IIFE

Eksekusi goroutine tidak harus pada fungsi atau closure yang sudah terdefinisi. Sebuah IIFE juga bisa dijalankan sebagai goroutine baru. Caranya dengan langsung menambahkan keyword `go` pada waktu deklarasi-eksekusi IIFE-nya.

```
var messages = make(chan string)

go func(who string) {
    var data = fmt.Sprintf("hello %s", who)
    messages <- data
}("wick")

var message = <-messages
fmt.Println(message)
```

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.31...

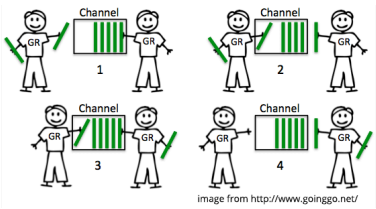
A.32. Buffered Channel

Proses transfer data pada channel secara default dilakukan dengan metode **un-buffered** atau tidak di-buffer di memori. Ketika terjadi proses kirim data via channel dari sebuah goroutine, maka harus ada goroutine lain yang menerima data dari channel yang sama, dengan proses serah-terima yang bersifat blocking. Maksudnya, baris kode setelah kode pengiriman dan juga penerimaan data tidak akan diproses sebelum proses serah-terima itu sendiri selesai.

Buffered channel sedikit berbeda. Pada channel jenis ini, ditentukan angka jumlah buffer-nya. Angka tersebut menjadi penentu jumlah data yang bisa dikirimkan bersamaan. Selama jumlah data yang dikirim tidak melebihi jumlah buffer, maka pengiriman akan berjalan **asynchronous** (tidak blocking).

Ketika jumlah data yang dikirim sudah melewati batas buffer, maka pengiriman data hanya bisa dilakukan ketika salah satu data yang sudah terkirim adalah sudah diambil dari channel di goroutine penerima, sehingga ada slot channel yang kosong.

Proses pengiriman data pada buffered channel adalah *asynchronous* ketika jumlah data yang dikirim tidak melebihi batas buffer. Namun pada bagian channel penerimaan data selalu bersifat *synchronous* atau blocking.



A.32.1. Penerapan Buffered Channel

Penerapan buffered channel pada dasarnya mirip seperti channel biasa. Perbedaannya hanya pada penulisan deklarasinya, perlu ditambahkan angka buffer sebagai argumen `make()`.

Berikut adalah contoh penerapan buffered channel. Program di bawah ini merupakan pembuktian bahwa pengiriman data lewat buffered channel adalah asynchronous selama jumlah data yang sedang di-buffer oleh channel tidak melebihi kapasitas buffer.

```go
package main

import (
    "fmt"
    "runtime"
    "time"
)

func main() {
    runtime.GOMAXPROCS(2)

    messages := make(chan int, 3)

    go func() {
        for {
            i := <-messages
            fmt.Println("receive data", i)
        }
    }()

    for i := 0; i < 5; i++ {
        fmt.Println("send data", i)
        messages <- i
    }

    time.Sleep(1 * time.Second)
}
```

Pada kode di atas, parameter kedua fungsi `make()` adalah representasi jumlah buffer. Kapasitas buffered channel ditentukan oleh nilai tersebut, `make(chan int, 3)` berarti maksimal 3 data bisa dikirim tanpa blocking.

Terdapat juga IIFE goroutine yang isinya proses penerimaan data dari channel `messages`, untuk kemudian datanya ditampilkan. Setelah goroutine tersebut dieksekusi, perulangan dijalankan dan pada setiap iterasi dilakukan pengiriman data. Total ada 5 data dikirim lewat channel `messages` secara sekuensial.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab31.go
send data 0
send data 1
send data 2
send data 3
receive data 0
receive data 1
receive data 2
send data 4
receive data 3
receive data 4
novalagung:belajar-golang $ go run bab31.go
send data 0
send data 1
send data 2
send data 3
receive data 0
receive data 1
receive data 2
send data 4
novalagung:belajar-golang $
```

Terlihat di output, proses pengiriman data dengan nilai `i` = 3 dan 4 diikuti dengan proses penerimaan data yang transfernya bersifat *synchronous* atau blocking.

Pengiriman data indeks ke 0, 1, dan 2 akan berjalan secara asynchronous, hal ini karena channel ditentukan nilai buffer-nya sebanyak 3 (ingat, jika nilai buffer adalah 3, maka maksimal 3 data yang bisa di-buffer tanpa blocking). Pengiriman selanjutnya (indeks 3 dan 4) hanya akan terjadi jika ada salah satu data yang sebelumnya telah dikirimkan sudah diterima (dengan serah terima data yang bersifat blocking), sehingga ada slot buffer yang kosong.

Karena pengiriman dan penerimaan data via buffered channel tidak selalu synchronous (tergantung jumlah buffer-nya), maka ada kemungkinan eksekusi program selesai namun tidak semua data diterima via channel `messages`. Karena alasan ini pada bagian akhir ditambahkan statement `time.Sleep(1 * time.Second)` agar ada jeda 1 detik sebelum program selesai.

> `time.Sleep()` di sini hanya sebagai cara mudah untuk contoh awal. Pendekatan ini tidak *reliable* di kode produksi karena tidak ada jaminan durasi sleep selalu cukup. Cara yang tepat adalah menggunakan `sync.WaitGroup` atau menutup channel dan meng-iterasinya dengan `for range` (dibahas di chapter A.34. Channel Range & Close dan A.60. WaitGroup).

◉ Fungsi `time.Sleep()`

Fungsi ini digunakan untuk menambahkan delay sebelum statement berikutnya dieksekusi. Durasi delay ditentukan oleh parameter, misal `1 * time.Second` maka durasi delay adalah 1 detik.

Lebih jelasnya mengenai fungsi `time.Sleep()` dan `time.Second` dibahas pada chapter terpisah, yaitu Time Duration.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.32...

A.33. Channel - Select

Channel membuat manajemen goroutine menjadi sangat mudah di Go. Namun perlu diingat, fungsi utama channel adalah bukan untuk kontrol eksekusi goroutine, melainkan untuk sharing data atau komunikasi goroutine.

> Pada chapter A.60. sync.WaitGroup akan dibahas secara komprehensif tentang cara yang lebih optimal untuk kontrol eksekusi goroutine.

Tergantung jenis kasusnya, ada kalanya kita butuh lebih dari satu channel untuk komunikasi data antar goroutine. Penerimaan data pada banyak goroutine penerapannya masih sama, yaitu dengan menambahkan karakter `<-` pada statement. Selain itu, ada juga cara lain yaitu menggunakan keyword `select`. Keyword ini mempermudah kontrol penerimaan data via satu atau lebih dari satu channel.

Cara penggunaan `select` untuk kontrol channel sama seperti penggunaan `switch` untuk seleksi kondisi.

A.33.1. Penerapan Keyword `select`

Program berikut merupakan contoh sederhana penerapan keyword `select`. Di sini disiapkan 2 buah goroutine, satu untuk menghitung rata-rata dari data array numerik, dan satu lagi untuk pencarian nilai tertinggi. Hasil operasi di masing-masing goroutine dikirimkan ke fungsi `main()` via channel (ada dua channel). Di fungsi `main()` sendiri, data tersebut diterima dengan memanfaatkan keyword `select`.

Ok, langsung saja kita praktik. Pertama, siapkan 2 fungsi yang sudah dibahas di atas. Fungsi pertama digunakan untuk mencari rata-rata, dan fungsi kedua untuk penentuan nilai tertinggi dari sebuah slice.

```go
package main

import "fmt"
import "runtime"

func getAverage(numbers []int, ch chan float64) {
    var sum = 0
    for _, e := range numbers {
        sum += e
    }
    ch <- float64(sum) / float64(len(numbers))
}

func getMax(numbers []int, ch chan int) {
    var maxNum = numbers[0]
    for _, e := range numbers {
        if maxNum < e {
            maxNum = e
        }
    }
    ch <- maxNum
}
```

Kedua fungsi tersebut dijalankan sebagai goroutine. Di akhir blok masing-masing fungsi, hasil kalkulasi dikirimkan via channel yang sudah dipersiapkan, yaitu `ch1` untuk menampung data rata-rata, `ch2` untuk data nilai tertinggi.

Ok lanjut, buat implementasinya pada fungsi `main()`.

```go
func main() {
    runtime.GOMAXPROCS(2)

    var numbers = []int{3, 4, 3, 5, 6, 3, 2, 2, 6, 3, 4, 6, 3}
    fmt.Println("numbers :", numbers)

    var ch1 = make(chan float64)
    go getAverage(numbers, ch1)

    var ch2 = make(chan int)
    go getMax(numbers, ch2)

    for i := 0; i < 2; i++ {
        select {
        case avg := <-ch1:
            fmt.Printf("Avg \t: %.2f \n", avg)
        case maxNum := <-ch2:
            fmt.Printf("Max \t: %d \n", maxNum)
        }
    }
}
```

Pada kode di atas, pengiriman data pada channel `ch1` dan `ch2` dikontrol menggunakan `select`. Terdapat 2 buah `case` kondisi penerimaan data dari kedua channel tersebut.

- Kondisi `case avg := <-ch1` akan terpenuhi ketika ada penerimaan data dari channel `ch1`, yang kemudian akan ditampung oleh variabel `avg`.
- Kondisi `case maxNum := <-ch2` akan terpenuhi ketika ada penerimaan data dari channel `ch2`, yang kemudian akan ditampung oleh variabel `maxNum`.

Karena ada 2 buah channel, maka perlu disiapkan perulangan 2 kali sebelum penggunaan keyword `select`.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab32.go
numbers : [3 4 3 5 6 3 2 2 6 3 4 6 3]
Avg     : 3.85
Max     : 6
novalagung:belajar-golang $ go run bab32.go
numbers : [3 4 3 5 6 3 2 2 6 3 4 6 3]
Max     : 6
Avg     : 3.85
novalagung:belajar-golang $
```

Cukup mudah bukan?

Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.33...

A.34. Channel - Range dan Close

Proses penerimaan/*retrieving* data dari banyak channel bisa lebih mudah dilakukan dengan memanfaatkan kombinasi keyword `for` - `range`. Penerapannya cukup mudah, yaitu dengan menuliskan keyword `for` - `range` pada variabel channel.

Cara kerjanya:

- Transaksi data via channel men-trigger perulangan `for` - `range`. Perulangan akan berlangsung seiring terjadinya pengiriman data ke channel yang di-iterasi.
- Perulangan tersebut hanya akan berhenti jika channel di-**close** atau dinonaktifkan via fungsi `close()`. Channel yang sudah di-close tidak bisa digunakan lagi untuk mengirim data. Untuk menerima data, channel yang sudah di-close masih bisa dibaca hingga data buffered habis; setelah itu penerimaan menghasilkan zero value dan status `ok == false`.

A.34.1. Penerapan `for` - `range` - `close`

Berikut adalah contoh program pengaplikasian `for`, `range`, dan `close` untuk penerimaan data dari channel.

Pertama siapkan fungsi `sendMessage()` yang tugasnya mengirim data via channel. Di dalam fungsi ini dijalankan perulangan sebanyak 20 kali, ditiap perulangannya data dikirim ke channel. Channel di-close setelah semua data selesai dikirim.

```
func sendMessage(ch chan<- string) {
    for i := 0; i < 20; i++ {
        ch <- fmt.Sprintf("data %d", i)
    }
    close(ch)
}
```

Siapkan juga fungsi `printMessage()` untuk handle penerimaan data. Di dalam fungsi tersebut, channel di-looping menggunakan `for` - `range`. Di setiap iterasi, data yang diterima dari channel ditampilkan.

```
func printMessage(ch <-chan string) {
    for message := range ch {
        fmt.Println(message)
    }
}
```

Selanjutnya, buat channel baru dalam fungsi `main()`, jalankan `sendMessage()` sebagai goroutine. Dengan ini 20 data yang berada dalam fungsi tersebut dikirimkan via goroutine baru. Tak lupa jalankan juga fungsi `printMessage()`.

```
func main() {
    runtime.GOMAXPROCS(2)

    var messages = make(chan string)
    go sendMessage(messages)
    printMessage(messages)
}
```

Setelah 20 data yang dikirim sukses diterima, channel `ch` dinonaktifkan dengan adanya statement `close(ch)`. Statement tersebut menghentikan perulangan channel dalam `printMessage()`.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab33.go
data 0
data 1
data 2
data 3
data 4
data 5
data 6
data 7
data 8
data 9
data 10
data 11
data 12
data 13
data 14
data 15
data 16
data 17
data 18
data 19
novalagung:belajar-golang $
```

A.34.2. Penjelasan tambahan

Berikut merupakan penjelasan tambahan untuk beberapa hal dari kode yang sudah dipraktikkan:

◉ Channel Direction

Go mendesain API channel untuk mendukung level akses channel, apakah hanya sebagai penerima, pengirim, atau penerima sekaligus pengirim. Konsep ini disebut dengan **channel direction**.

Cara pemberian level akses adalah dengan menambahkan tanda `<-` sebelum atau setelah keyword `chan`. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat di list berikut.

Sintaks	Penjelasan
`ch chan string`	Parameter `ch` untuk **mengirim** dan **menerima** data
`ch chan<- string`	Parameter `ch` hanya untuk **mengirim** data
`ch <-chan string`	Parameter `ch` hanya untuk **menerima** data

Pada kode di atas bisa dilihat bahwa secara default channel akan memiliki kemampuan untuk mengirim dan menerima data. Untuk mengubah channel tersebut agar hanya bisa mengirim atau menerima saja, dengan memanfaatkan simbol `<-` .

Sebagai contoh fungsi `sendMessage(ch chan<- string)` yang parameter `ch` dideklarasikan dengan level akses untuk pengiriman data saja. Channel tersebut hanya bisa digunakan untuk mengirim, contohnya: `ch <- fmt.Sprintf("data %d", i)` .

Dan sebaliknya pada fungsi `printMessage(ch <-chan string)` , channel `ch` hanya bisa digunakan untuk menerima data saja.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.34...

A.35. Channel - Timeout

Teknik channel timeout digunakan untuk kontrol waktu penerimaan data pada channel, berapa lama channel tersebut harus menunggu hingga akhirnya suatu penerimaan data dianggap timeout.

Durasi penerimaan kita tentukan sendiri. Ketika tidak ada aktivitas penerimaan data dalam durasi tersebut, blok timeout dijalankan.

A.35.1. Penerapan Channel Timeout

Berikut adalah program sederhana contoh pengaplikasian timeout pada channel. Sebuah goroutine dijalankan dengan tugas adalah mengirimkan data secara berulang dalam interval tertentu, dengan durasi interval-nya sendiri adalah acak/random.

```go
package main

import "fmt"
import "math/rand"
import "runtime"
import "time"

func sendData(ch chan<- int) {
    randomizer := rand.New(rand.NewSource(time.Now().Unix()))

    for i := 0; true; i++ {
        ch <- i
        time.Sleep(time.Duration(randomizer.Int()%10+1) * time.Second)
    }
}
```

> Sejak Go 1.20, fungsi global `math/rand` sudah otomatis di-seed sehingga tidak perlu membuat randomizer terpisah untuk penggunaan umum. Namun dalam konteks goroutine, menggunakan instance `rand.New` lokal per goroutine menghindari lock contention pada global rand.

Selanjutnya, disiapkan perulangan tanpa henti, yang di setiap perulangan ada seleksi kondisi channel menggunakan `select`.

```
func retrieveData(ch <-chan int) {
loop:
    for {
        select {
        case data := <-ch:
            fmt.Print(`receive data "`, data, `"`, "\n")
        case <-time.After(time.Second * 5):
            fmt.Println("timeout. no activities under 5 seconds")
            break loop
        }
    }
}
```

Ada 2 blok kondisi pada `select` tersebut.

- Kondisi `case data := <-ch:` , akan terpenuhi ketika ada serah terima data pada channel `ch` .
- Kondisi `case <-time.After(time.Second * 5):` , akan terpenuhi ketika tidak ada aktivitas penerimaan data dari channel dalam durasi 5 detik. Blok inilah yang kita sebut sebagai blok timeout.

Terakhir, kedua fungsi tersebut dipanggil di `main()` .

```
func main() {
    runtime.GOMAXPROCS(2)

    var ch = make(chan int)

    go sendData(ch)
    retrieveData(ch)
}
```

Muncul output setiap kali ada penerimaan data dengan delay waktu acak. Ketika dalam durasi 5 detik tidak ada aktivitas penerimaan sama sekali, maka dianggap timeout dan perulangan pengecekkan channel dihentikan.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab34.go
receive data "0"
receive data "1"
receive data "2"
receive data "3"
timeout. no activities under 5 seconds
novalagung:belajar-golang $ go run bab34.go
receive data "0"
timeout. no activities under 5 seconds
novalagung:belajar-golang $ go run bab34.go
receive data "0"
timeout. no activities under 5 seconds
novalagung:belajar-golang $ go run bab34.go
receive data "0"
receive data "1"
timeout. no activities under 5 seconds
novalagung:belajar-golang $
```

Source code praktik chapter ini tersedia di Github

https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.35...

A.36. Defer & Exit

Defer digunakan untuk mengakhirkan eksekusi sebuah statement tepat sebelum blok fungsi selesai. Sedangkan **Exit** digunakan untuk menghentikan program secara paksa (ingat, menghentikan program, tidak seperti `return` yang hanya menghentikan blok kode).

A.36.1. Penerapan keyword `defer`

Seperti yang sudah dijelaskan singkat di atas, bahwa defer digunakan untuk mengakhirkan eksekusi baris kode **dalam skope blok fungsi**. Ketika eksekusi blok sudah hampir selesai, statement yang di-defer dijalankan.

Defer bisa ditempatkan di mana saja, awal maupun akhir blok. Tetapi tidak mempengaruhi kapan waktu dieksekusinya, akan selalu dieksekusi di akhir.

```go
package main

import "fmt"

func main() {
    defer fmt.Println("halo")
    fmt.Println("selamat datang")
}
```

Output program:

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab35.go
selamat datang
halo
novalagung:belajar-golang $
```

Keyword `defer` di atas akan mengakhirkan eksekusi `fmt.Println("halo")`, efeknya pesan `"halo"` akan muncul setelah `"selamat datang"`.

Statement yang di-defer akan tetap muncul meskipun blok kode diberhentikan ditengah jalan menggunakan `return`. Contohnya seperti pada kode berikut.

```go
func main() {
    orderSomeFood("pizza")
    orderSomeFood("burger")
}

func orderSomeFood(menu string) {
    defer fmt.Println("Terimakasih, silakan tunggu")
    if menu == "pizza" {
        fmt.Print("Pilihan tepat!", " ")
        fmt.Print("Pizza ditempat kami paling enak!", "\n")
        return
    }

    fmt.Println("Pesanan anda:", menu)
}
```

Output program:

```
novalagung:chapter-35 $ go run 2-defer-return.go
Pilihan tepat! Pizza ditempat kami paling enak!
Terimakasih, silakan tunggu
Pesanan anda: burger
Terimakasih, silakan tunggu
novalagung:chapter-35 $
```

Info tambahan, ketika ada banyak statement yang di-defer, maka seluruhnya akan dieksekusi di akhir secara terbalik berurutan dengan ketentuan statement yang terakhir di-defer dieksekusi lebih dahulu (LIFO: *last in, first out*).

A.36.2. Kombinasi `defer` dan IIFE

Penulis ingatkan lagi bahwa eksekusi defer adalah di akhir blok fungsi, bukan blok lainnya seperti blok seleksi kondisi.

```go
func main() {
    number := 3

    if number == 3 {
        fmt.Println("halo 1")
        defer fmt.Println("halo 3")
    }

    fmt.Println("halo 2")
}
```

Output program:

```
halo 1
halo 2
halo 3
```

Pada contoh di atas `halo 3` akan tetap diprint setelah `halo 2` meskipun statement defer dipergunakan dalam blok seleksi kondisi `if`. Hal ini karena defer eksekusinya terjadi pada akhir blok fungsi (dalam contoh di atas `main()`), bukan pada akhir blok `if`.

Agar `halo 3` bisa dimunculkan di akhir blok `if`, maka harus dibungkus dengan IIFE. Contoh:

```go
func main() {
    number := 3

    if number == 3 {
        fmt.Println("halo 1")
        func() {
            defer fmt.Println("halo 3")
        }()
    }

    fmt.Println("halo 2")
}
```

Output program:

```
halo 1
halo 3
halo 2
```

Bisa dilihat `halo 3` muncul sebelum `halo 2`, karena dalam blok seleksi kondisi `if` eksekusi defer terjadi dalam blok fungsi anonymous (IIFE).

A.36.3. Penerapan Fungsi `os.Exit()`

Exit digunakan untuk menghentikan program secara paksa pada saat itu juga. Semua statement setelah exit tidak akan dieksekusi, termasuk juga defer.

Fungsi `os.Exit()` berada dalam package `os`. Fungsi ini memiliki sebuah parameter bertipe numerik yang wajib diisi. Angka yang dimasukkan akan muncul sebagai **exit status** ketika program berhenti.

```go
package main

import "fmt"
import "os"

func main() {
    defer fmt.Println("halo")
    os.Exit(1)
    fmt.Println("selamat datang")
}
```

Meskipun `defer fmt.Println("halo")` ditempatkan sebelum `os.Exit()`, statement tersebut tidak akan dieksekusi, karena di-tengah fungsi program dihentikan secara paksa.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab35.go
exit status 1
novalagung:belajar-golang $
```

A.36.4. Penerapan `defer` di Dalam Loop

Perlu diperhatikan bahwa `defer` di dalam `for` loop tidak dieksekusi di setiap akhir iterasi, melainkan di akhir fungsi. Ini bisa menyebabkan *resource leak* jika tidak ditangani dengan benar.

Contoh yang bermasalah:

```go
func processFiles(paths []string) {
    for _, path := range paths {
        f, err := os.Open(path)
        if err != nil {
            continue
        }
        defer f.Close() // salah: f.Close() baru dipanggil saat processFiles()
        // proses file...
    }
}
```

Semua file dibuka dan `f.Close()` baru dipanggil setelah perulangan selesai, bukan di setiap akhir iterasi. Ini berarti semua file tetap terbuka selama proses berlangsung, yang bisa menyebabkan file descriptor habis.

Solusinya adalah membungkus logika tiap iterasi dalam fungsi terpisah atau IIFE:

```go
func processFiles(paths []string) {
    for _, path := range paths {
        func() {
            f, err := os.Open(path)
            if err != nil {
                return
            }
            defer f.Close() // benar: dipanggil di akhir IIFE ini
            // proses file...
        }()
    }
}
```

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.36...

A.37. Error, Panic, dan Recover

Error merupakan topik yang sangat penting dalam pemrograman Go, salah satu alasannya karena Go tidak mengadopsi konsep exception.

Pada chapter ini kita akan belajar tentang pemanfaatan error dan cara membuat custom error. Selain itu, kita juga akan belajar tentang penggunaan **panic** untuk memunculkan panic error, dan **recover** untuk mengatasinya.

A.37.1. Pemanfaatan Error

Di go, `error` merupakan sebuah tipe data. Error memiliki beberapa property yang salah satunya adalah method `Error()`. Method ini mengembalikan detail pesan error dalam string. Error termasuk tipe yang isinya bisa `nil`.

Pada praktik pemrograman Go, pembaca akan menemui banyak sekali fungsi yang mengembalikan nilai balik lebih dari satu, yang biasanya salah satunya adalah bertipe `error`.

Contohnya seperti pada fungsi `strconv.Atoi()`. Fungsi tersebut digunakan untuk konversi data string menjadi numerik. Fungsi ini mengembalikan 2 nilai balik. Nilai balik pertama adalah hasil konversi, dan nilai balik kedua adalah `error`. Ketika konversi berjalan mulus, nilai balik kedua akan bernilai `nil`. Sedangkan ketika konversi gagal, penyebabnya bisa langsung diketahui dari error yang dikembalikan.

Di bawah ini merupakan contoh program sederhana untuk deteksi inputan dari user, apakah numerik atau bukan. Pada kode tersebut kita akan belajar mengenai pemanfaatan error.

```go
package main

import (
    "fmt"
    "strconv"
)

func main() {
    var input string
    fmt.Print("Type some number: ")
    fmt.Scanln(&input)

    var number int
    var err error
    number, err = strconv.Atoi(input)

    if err == nil {
        fmt.Println(number, "is number")
    } else {
        fmt.Println(input, "is not number")
        fmt.Println(err.Error())
    }
}
```

Jalankan program, maka muncul tulisan `"Type some number: "`. Ketik angka bebas, jika sudah maka enter.

Statement `fmt.Scanln(&input)` dipergunakan untuk men-capture inputan yang diketik oleh user sebelum dia menekan enter, lalu menyimpannya sebagai string ke variabel `input`.

Selanjutnya variabel tersebut dikonversi ke tipe numerik menggunakan `strconv.Atoi()`. Fungsi tersebut mengembalikan 2 data, ditampung oleh `number` dan `err`.

Data pertama (`number`) berisi hasil konversi. Dan data kedua `err`, berisi informasi errornya (jika memang terjadi error ketika proses konversi).

Setelah itu dilakukan pengecekan, ketika tidak ada error, `number` ditampilkan. Dan jika ada error, `input` ditampilkan beserta pesan errornya.

Pesan error bisa didapat dari method `Error()` milik tipe `error`.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab36.go
Type some number: 24
24 is number
novalagung:belajar-golang $ go run bab36.go
Type some number: 2a
2a is not number
strconv.ParseInt: parsing "2a": invalid syntax
novalagung:belajar-golang $
```

A.37.2. Membuat Custom Error

Selain memanfaatkan error hasil kembalian suatu fungsi internal yang tersedia, kita juga bisa membuat objek error sendiri dengan menggunakan fungsi `errors.New()` (harus import package `errors` terlebih dahulu).

Pada contoh berikut ditunjukkan bagaimana cara membuat custom error. Pertama siapkan fungsi dengan nama `validate()`, yang nantinya digunakan untuk pengecekan input, apakah inputan kosong atau tidak. Ketika kosong, maka error baru akan dibuat.

```
package main

import (
    "errors"
    "fmt"
    "strings"
)

func validate(input string) (bool, error) {
    if strings.TrimSpace(input) == "" {
        return false, errors.New("cannot be empty")
    }
    return true, nil
}
```

Selanjutnya di fungsi main, buat proses sederhana untuk capture inputan user. Manfaatkan fungsi `validate()` untuk mengecek inputannya.

```
func main() {
    var name string
    fmt.Print("Type your name: ")
    fmt.Scanln(&name)

    if valid, err := validate(name); valid {
        fmt.Println("halo", name)
    } else {
        fmt.Println(err.Error())
    }
}
```

Fungsi `validate()` mengembalikan 2 data. Data pertama adalah nilai `bool` yang menandakan inputan apakah valid atau tidak. Data ke-2 adalah pesan error-nya (jika inputan tidak valid).

Fungsi `strings.TrimSpace()` digunakan untuk menghilangkan karakter spasi sebelum dan sesudah string. Ini dibutuhkan karena user bisa saja menginputkan spasi lalu enter.

Ketika inputan tidak valid, maka error baru dibuat dengan memanfaatkan fungsi `errors.New()`.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab36.go
Type your name: wick
halo wick
novalagung:belajar-golang $ go run bab36.go
Type your name:
cannot be empty
novalagung:belajar-golang $
```

Selain menggunakan `errors.New()`, objek error bisa dibuat via fungsi `fmt.Errorf()`. Pengaplikasiannya mirip, perbedaannya fungsi `fmt.Errorf()` mendukung format string.

A.37.3. Penggunaan `panic`

Panic digunakan untuk menampilkan *stack trace* error sekaligus menghentikan flow goroutine. Setelah ada panic, proses akan terhenti, apapun setelah tidak di-eksekusi kecuali proses yang sudah di-defer sebelumnya (akan muncul sebelum panic error).

> Perlu diingat bahwa `main()` juga merupakan goroutine, maka behaviour yang sama adalah berlaku.

Panic menampilkan pesan error di console, sama seperti `fmt.Println()`. Informasi error yang ditampilkan adalah stack trace error, isinya sangat detail dan heboh.

Kembali ke praktik, pada program yang telah kita buat tadi, ubah `fmt.Println()` yang berada di dalam blok kondisi `else` pada fungsi main menjadi `panic()`, lalu tambahkan `fmt.Println()` setelahnya.

```go
func main() {
    var name string
    fmt.Print("Type your name: ")
    fmt.Scanln(&name)

    if valid, err := validate(name); valid {
        fmt.Println("halo", name)
    } else {
        panic(err.Error())
        fmt.Println("end")
    }
}
```

Jalankan program lalu langsung tekan enter, maka panic error muncul dan baris kode setelahnya tidak dijalankan.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab36.go
Type your first name: wick
halo wick
novalagung:belajar-golang $ go run bab36.go
Type your first name:
panic: cannot be empty

goroutine 1 [running]:
main.main()
        /Users/novalagung/Documents/go/src/belajar-golang/bab36.go:26 +0x37c
exit status 2
novalagung:belajar-golang $
```

A.37.4. Penggunaan `recover`

Recover berguna untuk meng-handle panic error. Pada saat panic error muncul, recover men-take-over goroutine yang sedang panic dan efek sampingnya pesan panic tidak muncul dan eksekusi program adalah tidak error.

Ok, mari kita modifikasi sedikit fungsi di-atas untuk mempraktikkan bagaimana cara penggunaan recover. Tambahkan fungsi `catch()`, dalam fungsi ini terdapat statement `recover()` yang dia akan mengembalikan pesan panic error yang seharusnya muncul.

Untuk menggunakan recover, fungsi/closure/IIFE di mana `recover()` berada harus dieksekusi dengan cara di-defer.

```go
func catch() {
    if r := recover(); r != nil {
        fmt.Println("Error occurred", r)
    } else {
        fmt.Println("Application running perfectly")
    }
}

func main() {
    defer catch()

    var name string
    fmt.Print("Type your name: ")
    fmt.Scanln(&name)

    if valid, err := validate(name); valid {
        fmt.Println("halo", name)
    } else {
        panic(err.Error())
        fmt.Println("end")
    }
}
```

Output program:

```
[novalagung:chapter-36 $ go run 4-recover.go
Type your name: john
halo john
Application running perfectly
[novalagung:chapter-36 $
[novalagung:chapter-36 $ go run 4-recover.go
Type your name:
Error occured cannot be empty
novalagung:chapter-36 $
```

A.37.5. Pemanfaatan `recover` pada IIFE

Contoh penerapan recover pada IIFE:

```go
func main() {
    defer func() {
        if r := recover(); r != nil {
            fmt.Println("Panic occurred", r)
        } else {
            fmt.Println("Application running perfectly")
        }
    }()

    panic("an error happened")
}
```

Dalam real-world development, ada kalanya recover dibutuhkan tidak dalam blok fungsi terluar, tetapi dalam blok fungsi yg lebih spesifik.

Silakan perhatikan contoh kode recover perulangan berikut. Umumnya, jika terjadi panic error, maka proses proses dalam scope blok fungsi akan terhenti, mengakibatkan perulangan juga akan terhenti secara paksa. Pada contoh berikut kita coba terapkan cara handle panic error tanpa menghentikan perulangan itu sendiri.

```
func main() {
    data := []string{"superman", "aquaman", "wonder woman"}

    for _, each := range data {

        func() {
            // recover untuk IIFE dalam perulangan
            defer func() {
                if r := recover(); r != nil {
                    fmt.Println("Panic occurred on looping", each, "| message:"
                } else {
                    fmt.Println("Application running perfectly")
                }
            }()

            panic("an error happened")
        }()

    }
}
```

Bisa dilihat di dalam perulangan terdapat sebuah IIFE untuk recover panic dan juga ada kode untuk men-trigger panic error secara paksa. Ketika panic error terjadi, maka idealnya perulangan terhenti, tetapi pada contoh di atas tidak, dikarenakan operasi dalam perulangan sudah dibungkus dalam IIFE dan seperti yang kita tau sifat panic error adalah menghentikan proses secara paksa dalam scope blok fungsi.

A.37.6. Fungsi `errors.Join` (Go 1.20+)

Sejak Go 1.20, tersedia fungsi `errors.Join()` untuk menggabungkan beberapa error menjadi satu. Fungsi ini berguna ketika ada beberapa operasi yang masing-masing bisa menghasilkan error dan semuanya ingin dikumpulkan sekaligus.

```go
package main

import (
    "errors"
    "fmt"
)

func main() {
    err1 := errors.New("database connection failed")
    err2 := errors.New("cache unavailable")

    combined := errors.Join(err1, err2)
    fmt.Println(combined)
    // output ↓
    //
    // database connection failed
    // cache unavailable
}
```

`errors.Join()` menggabungkan beberapa error menjadi satu dengan pemisah newline. Jika semua argumen bernilai `nil`, fungsi ini mengembalikan `nil`.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.37...

A.38. Layout Format String

Pada pembahasan-pembahasan sebelumnya kita telah banyak memanfaatkan layout format string, contohnya seperti `%s`, `%d`, `%.2f`, dan lainnya. Layout format string tersebut digunakan untuk keperluan formatting string untuk dimunculkan ke layar ataupun untuk disimpan ke variabel.

Layout format string digunakan dalam konversi data ke bentuk string. Contohnya seperti `%.3f` yang untuk konversi nilai `float64` ke `string` dengan 3 digit desimal.

A.38.1. Persiapan

Pada chapter ini kita akan mempelajari satu per satu layout format string yang tersedia di Golang. Kode berikut adalah sample data yang akan kita digunakan sebagai contoh.

```
type student struct {
    name        string
    height      float64
    age         int32
    isGraduated bool
    hobbies     []string
}

var data = student{
    name:        "wick",
    height:      182.5,
    age:         26,
    isGraduated: false,
    hobbies:     []string{"eating", "sleeping"},
}
```

A.38.2. Layout Format `%b`

Digunakan untuk memformat data numerik, menjadi bentuk string numerik berbasis 2 (biner).

```
fmt.Printf("%b\n", data.age)
// 11010
```

A.38.3. Layout Format `%c`

Digunakan untuk memformat data numerik yang merupakan kode unicode, menjadi bentuk string karakter unicode-nya.

```
fmt.Printf("%c\n", 1400)
// n

fmt.Printf("%c\n", 1235)
// ä
```

A.38.4. Layout Format `%d`

Digunakan untuk memformat data numerik, menjadi bentuk string numerik berbasis 10 (basis bilangan yang kita gunakan).

```
fmt.Printf("%d\n", data.age)
// 26
```

A.38.5. Layout Format `%e` atau `%E`

Digunakan untuk memformat data numerik desimal ke dalam bentuk notasi numerik standar Scientific notation.

```
fmt.Printf("%e\n", data.height)
// 1.825000e+02

fmt.Printf("%E\n", data.height)
// 1.825000E+02
```

1.825000E+02 maksudnya adalah **1.825 x 10^2**, dan hasil operasi tersebut adalah sesuai dengan data asli = **182.5**.

Perbedaan antara `%e` dan `%E` hanya pada bagian huruf besar kecil karakter `e` pada hasil.

A.38.6. Layout Format `%f` atau `%F`

`%F` adalah alias dari `%f`. Keduanya memiliki fungsi yang sama.

Berfungsi untuk memformat data numerik desimal, dengan lebar desimal bisa ditentukan. Secara default lebar digit desimal adalah 6 digit.

```
fmt.Printf("%f\n", data.height)
// 182.500000

fmt.Printf("%.9f\n", data.height)
// 182.500000000

fmt.Printf("%.2f\n", data.height)
// 182.50

fmt.Printf("%.f\n", data.height)
// 182
```

A.38.7. Layout Format `%g` atau `%G`

`%G` adalah alias dari `%g`. Keduanya memiliki fungsi yang sama.

Berfungsi untuk memformat data numerik desimal, dengan lebar desimal bisa ditentukan. Lebar kapasitasnya sangat besar, pas digunakan untuk data yang jumlah digit desimalnya cukup banyak.

Bisa dilihat pada kode berikut perbandingan antara `%e`, `%f`, dan `%g`.

```
fmt.Printf("%e\n", 0.123123123123)
// 1.231231e-01

fmt.Printf("%f\n", 0.123123123123)
// 0.123123

fmt.Printf("%g\n", 0.123123123123)
// 0.123123123123
```

Perbedaan lainnya adalah pada `%g`, lebar digit desimal adalah sesuai dengan datanya, tidak bisa dicustom seperti pada `%f`.

```
fmt.Printf("%g\n", 0.12)
// 0.12

fmt.Printf("%.5g\n", 0.12)
// 0.12
```

A.38.8. Layout Format `%o`

Digunakan untuk memformat data numerik, menjadi bentuk string numerik berbasis 8 (oktal).

```
fmt.Printf("%o\n", data.age)
// 32
```

A.38.9. Layout Format `%p`

Digunakan untuk memformat data pointer, mengembalikan alamat pointer referensi variabel-nya.

Alamat pointer dituliskan dalam bentuk numerik berbasis 16 dengan prefix `0x`.

```
fmt.Printf("%p\n", &data.name)
// 0x2081be0c0
```

A.38.10. Layout Format `%q`

Digunakan untuk **escape** string. Meskipun string yang dipakai menggunakan literal `\` akan tetap di-escape.

```
fmt.Printf("%q\n", `" name \ height "`)
// "\" name \\ height \""
```

A.38.11. Layout Format `%s`

Digunakan untuk memformat data string.

```
fmt.Printf("%s\n", data.name)
// wick
```

A.38.12. Layout Format `%t`

Digunakan untuk memformat data boolean, menampilkan nilai `bool`-nya.

```
fmt.Printf("%t\n", data.isGraduated)
// false
```

A.38.13. Layout Format `%T`

Berfungsi untuk mengambil tipe variabel yang akan diformat.

```
fmt.Printf("%T\n", data.name)
// string

fmt.Printf("%T\n", data.height)
// float64

fmt.Printf("%T\n", data.age)
// int32

fmt.Printf("%T\n", data.isGraduated)
// bool

fmt.Printf("%T\n", data.hobbies)
// []string
```

A.38.14. Layout Format `%v`

Digunakan untuk memformat data apa saja (termasuk data bertipe `interface{}`). Hasil kembaliannya adalah string nilai data aslinya.

Jika data adalah objek cetakan `struct` , maka akan ditampilkan semua secara property berurutan.

```
fmt.Printf("%v\n", data)
// {wick 182.5 26 false [eating sleeping]}
```

A.38.15. Layout Format `%+v`

Digunakan untuk memformat struct, mengembalikan nama tiap property dan nilainya berurutan sesuai dengan struktur struct.

```
fmt.Printf("%+v\n", data)
// {name:wick height:182.5 age:26 isGraduated:false hobbies:[eating sleeping]}
```

A.38.16. Layout Format `%#v`

Digunakan untuk memformat struct, mengembalikan nama dan nilai tiap property sesuai dengan struktur struct dan juga bagaimana objek tersebut dideklarasikan.

```
fmt.Printf("%#v\n", data)
// main.student{name:"wick", height:182.5, age:26, isGraduated:false, hobbies:[
```

Ketika menampilkan objek yang deklarasinya adalah menggunakan teknik *anonymous struct*, maka akan muncul juga struktur anonymous struct nya.

```
var people = struct {
    name   string
    height float64
}{
    name:   "wick",
    height: 182.5,
}

fmt.Printf("%#v\n", people)
// struct { name string; height float64 }{name:"wick", height:182.5}
```

Format ini juga bisa digunakan untuk menampilkan tipe data lain, dan akan dimunculkan strukturnya juga.

A.38.17. Layout Format `%x` atau `%X`

Digunakan untuk memformat data numerik, menjadi bentuk string numerik berbasis 16 (heksadesimal).

```
fmt.Printf("%x\n", data.age)
// 1a
```

Jika digunakan pada tipe data string, maka akan mengembalikan kode heksadesimal tiap karakter.

```
var d = data.name

fmt.Printf("%x%x%x%x\n", d[0], d[1], d[2], d[3])
// 7769636b

fmt.Printf("%x\n", d)
// 7769636b
```

`%x` dan `%X` memiliki fungsi yang sama. Perbedaannya adalah `%X` akan mengembalikan string dalam bentuk *uppercase* atau huruf kapital.

A.38.18. Layout Format `%%`

Cara untuk menulis karakter `%` pada string format.

```
fmt.Printf("%%\n")
// %
```

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.38...

A.39. Random

Pada chapter ini kita akan belajar pemanfaatan package `math/rand` untuk pembuatan data acak atau random.

A.39.1. Definisi

Random Number Generator (RNG) merupakan sebuah perangkat (bisa software, bisa hardware) yang menghasilkan data deret/urutan angka yang sifatnya acak.

RNG bisa berupa hardware yang murni bisa menghasilkan data angka acak, atau bisa saja sebuah pseudo-random yang menghasilkan deret angka-angka yang **terlihat acak** tetapi sebenarnya tidak benar-benar acak. Deret angka tersebut sebenarnya merupakan hasil kalkulasi algoritma deterministik dan probabilitas. Jadi untuk pseudo-random ini, asalkan kita tau *state*-nya maka kita akan bisa menebak hasil deret angka random-nya.

Dalam per-randoman-duniawi terdapat istilah **seed** atau titik mulai (*starting point*). Seed ini digunakan oleh RNG untuk pembuatan angka random.

Sedikit ilustrasi mengenai korelasi antara seed dengan RNG, agar lebih jelas.

- Dimisalkan saya menggunakan seed yaitu angka `10`, maka ketika fungsi RNG dijalankan untuk pertama kalinya, output angka yang dihasilkan pasti `5221277731205826435`. Angka random tersebut pasti *fix* dan akan selalu menjadi hasil pertama ketika seed yang digunakan adalah angka `10`.
- Misalnya lagi, fungsi RNG di-eksekusi untuk ke-dua kalinya, maka angka random kedua yang dihasilkan adalah pasti `3852159813000522384`. Dan seterusnya.
- Misalkan lagi, fungsi RNG di-eksekusi lagi, maka angka random ketiga pasti `8532807521486154107`.
- Jadi untuk seed angka `10`, akan selalu menghasilkan angka random ke-1: `5221277731205826435`, ke-2: `3852159813000522384`, ke-3 `8532807521486154107`. Meskipun fungsi random dijalankan di program yang berbeda, di waktu yang berbeda, di environment yang berbeda, jika seed adalah `10` maka deret angka random yang dihasilkan pasti sama seperti contoh di atas.

A.39.2. Package `math/rand`

Go menyediakan package `math/rand`, isinya banyak sekali API untuk keperluan pembuatan angka random. Package ini mengadopsi **PRNG** atau *pseudo-random* number generator. Deret angka random yang dihasilkan sangat tergantung dengan angka **seed** yang digunakan.

Cara penggunaan package ini sangat mudah, cukup import `math/rand`, lalu tentukan nilai seed, kemudian panggil fungsi untuk generate angka random-nya. Lebih jelasnya silakan cek contoh berikut.

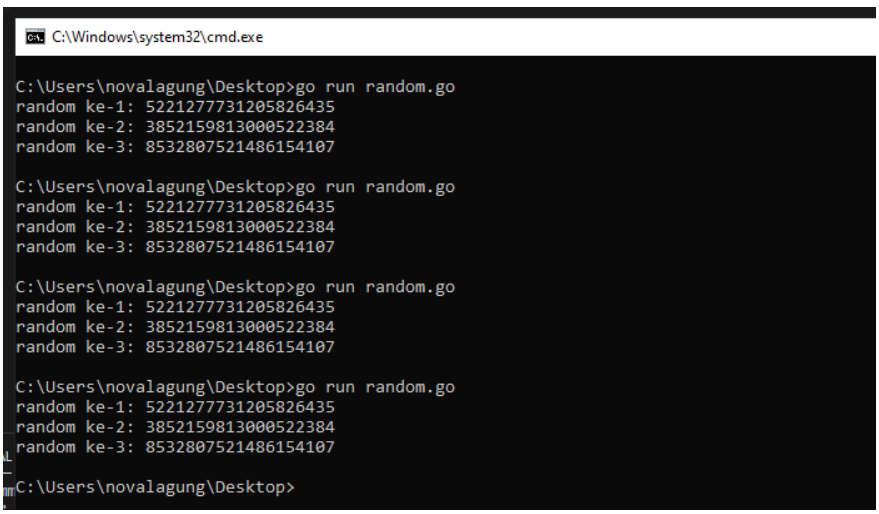
```go
package main

import (
    "fmt"
    "math/rand"
)

func main() {
    randomizer := rand.New(rand.NewSource(10))
    fmt.Println("random ke-1:", randomizer.Int()) // 5221277731205826435
    fmt.Println("random ke-2:", randomizer.Int()) // 3852159813000522384
    fmt.Println("random ke-3:", randomizer.Int()) // 8532807521486154107
}
```

Fungsi `rand.New(rand.NewSource(x))` digunakan untuk membuat object randomizer sekaligus penentuan nilai seed-nya. Dari object randomizer, method `Int()` bisa diakses, gunanya untuk generate angka random dalam bentuk numerik bertipe `int`. Statement `randomizer.Int()` ini setiap kali dipanggil akan menghasilkan angka berbeda, tapi jika diperhatikan angka-angka tersebut tidak berubah, pasti hanya angka-angka itu saja yang muncul.

Silakan coba sendiri kode di atas di local masing-masing, hasilnya pasti:

- Angka random ke-1 akan selalu `5221277731205826435`
- Angka random ke-2 akan selalu `3852159813000522384`
- Angka random ke-3 akan selalu `8532807521486154107`

Jika perlu jalankan program di atas beberapa kali, hasilnya selalu sama untuk angka random ke-1, ke-2, dan seterusnya.



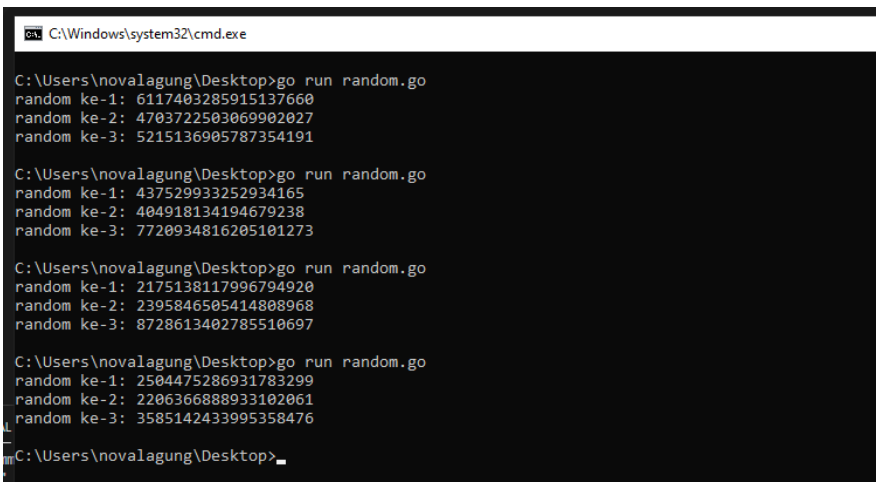
A.39.3. Unique Seed

Lalu bagaimana cara agar angka yang dihasilkan selalu berbeda setiap kali dipanggil? Apakah harus set ulang seed-nya? Jangan, karena kalau seed di-set ulang maka urutan deret random akan berubah. Seed hanya perlu diset sekali di awal. Lalu apa solusi yang benar?

Jadi begini, setiap kali `randomizer.Int()` dipanggil, hasilnya itu selalu berbeda, tapi sangat bisa diprediksi jika kita tau seed-nya. Ada cara agar angka random yang dihasilkan tidak berulang-ulang seperti yang ada di contoh, caranya yaitu dengan menggunakan angka unik sebagai seed, contohnya seperti angka unix nano yang didapat dari informasi waktu sekarang.

Coba modifikasi program dengan kode berikut, lalu jalankan ulang. Jangan lupa meng-import package `time` ya.

```
randomizer := rand.New(rand.NewSource(time.Now().UTC().UnixNano()))
fmt.Println("random ke-1:", randomizer.Int())
fmt.Println("random ke-2:", randomizer.Int())
fmt.Println("random ke-3:", randomizer.Int())
```



Bisa dilihat, setiap program dieksekusi angka random nya selalu berbeda, hal ini karena seed yang digunakan pasti berbeda disetiap eksekusi program. Disitu seed yang digunakan adalah data numerik unix nano dari informasi waktu sekarang.

A.39.4. Random Tipe Data Numerik Lainnya

Di dalam package `math/rand`, ada banyak fungsi untuk generate angka random. Method `Int()` milik object randomizer hanya salah satu dari fungsi yang tersedia di dalam package tersebut, yang gunanya adalah menghasilkan angka random bertipe `int`.

Selain itu, ada juga `randomizer.Float32()` yang menghasilkan angka random bertipe `float32`. Ada juga `randomizer.Uint32()` yang menghasilkan angka random bertipe *unsigned* int, dan lainnya.

Contoh penerapan fungsi-fungsi tersebut:

```
randomizer := rand.New(rand.NewSource(time.Now().UTC().UnixNano()))
fmt.Println("random int:", randomizer.Int())
fmt.Println("random float32:", randomizer.Float32())
fmt.Println("random uint:", randomizer.Uint32())
```

Lebih jelasnya silakan merujuk ke https://pkg.go.dev/math/rand

A.39.5. Angka Random Index Tertentu

Gunakan `randomizer.Intn(n)` untuk mendapatkan angka random dengan batas `0` hingga `n - 1`, contoh: `randomizer.Intn(100)` akan mengembalikan angka acak dari 0 hingga 99.

A.39.6. Random Tipe Data String

Untuk menghasilkan data random string, ada banyak cara yang bisa diterapkan, salah satunya adalah dengan memanfaatkan alfabet dan hasil random numerik.

```
var randomizer = rand.New(rand.NewSource(time.Now().UTC().UnixNano()))
var letters = []rune("abcdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ")

func randomString(length int) string {
    b := make([]rune, length)
    for i := range b {
        b[i] = letters[randomizer.Intn(len(letters))]
    }
    return string(b)
}

func main() {
    fmt.Println("random string 5 karakter:", randomString(5))
}
```

Dengan fungsi di atas kita bisa dengan mudah meng-generate string random dengan panjang karakter yang sudah ditentukan, misal `randomString(10)` akan menghasilkan random string 10 karakter.

A.39.7. Global Random tanpa Seed Manual (Go 1.20+)

Sejak Go 1.20, fungsi-fungsi top-level di package `math/rand` (seperti `rand.Int()`, `rand.Intn()`, dan lainnya) sudah di-seed secara otomatis menggunakan nilai acak. Ini berarti untuk kebutuhan random sederhana yang tidak memerlukan reproduksibilitas, tidak perlu lagi membuat objek randomizer secara manual.

```
package main

import (
    "fmt"
    "math/rand"
)

func main() {
    fmt.Println("random ke-1:", rand.Int())
    fmt.Println("random ke-2:", rand.Int())
    fmt.Println("random ke-3:", rand.Int())
}
```

Perlu diketahui juga bahwa fungsi `rand.Seed()` sudah deprecated sejak Go 1.20 dan sebaiknya tidak lagi digunakan. Sebagai gantinya, gunakan `rand.New(rand.NewSource(seed))` untuk random yang bisa direproduksi (seperti yang sudah kita pelajari di atas), atau cukup gunakan fungsi global tanpa perlu set seed untuk random biasa.

A.39.8. Package `math/rand/v2` (Go 1.22+)

Sejak Go 1.22, Go menyediakan package `math/rand/v2` sebagai versi terbaru dari package random. Package ini memiliki API yang lebih bersih dan menggunakan algoritma yang lebih baik.

Beberapa perbedaan utama dari `math/rand/v2` dibanding versi sebelumnya:

- Method `Intn(n)` berubah nama menjadi `IntN(n)` (huruf N kapital)
- Tidak ada lagi fungsi `Seed()` di level global; semua global function selalu menggunakan seed otomatis
- Untuk random yang bisa direproduksi, gunakan `rand.New(rand.NewPCG(seed1, seed2))`

```go
package main

import (
    "fmt"
    "math/rand/v2"
)

func main() {
    // global random, auto-seeded
    fmt.Println("random int:", rand.Int())
    fmt.Println("random N:", rand.IntN(100))

    // reproducible random dengan seed tetap
    r := rand.New(rand.NewPCG(42, 0))
    fmt.Println("reproducible ke-1:", r.Int64())
    fmt.Println("reproducible ke-2:", r.Int64())
}
```

`rand.NewPCG(seed1, seed2)` menerima dua nilai `uint64` sebagai seed. Kombinasi kedua seed tersebut menentukan urutan angka random yang dihasilkan.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.39...

A.40. Time, Parsing Time, & Format Time

Pada chapter ini kita akan belajar tentang pemanfaatan data bertipe datetime serta method-method-nya, juga tentang **format** & **parsing** data `string` ke tipe `time.Time` dan sebaliknya.

Go menyediakan package `time` yang berisikan banyak sekali komponen yang bisa digunakan untuk keperluan pemanfaatan date dan time. Salah satunya adalah `time.Time`, yang merupakan tipe untuk data tanggal dan waktu di Go.

> Meskipun nama package-nya adalah `time`, yang dicakup adalah **date** dan **time**, jadi bukan hanya waktu saja.

A.40.1. Penggunaan `time.Time`

Tipe `time.Time` merupakan representasi untuk objek date-time. Ada 2 cara yang bisa dipilih untuk membuat data bertipe ini.

1. Menjadikan informasi waktu sekarang sebagai objek `time.Time`, menggunakan `time.Now()`.
2. Atau, membuat objek baru bertipe `time.Time` dengan informasi ditentukan sendiri, menggunakan `time.Date()`.

Berikut merupakan contoh penggunaannya.

```go
package main

import "fmt"
import "time"

func main() {
    var time1 = time.Now()
    fmt.Printf("time1 %v\n", time1)
    // time1 2015-09-01 17:59:31.73600891 +0700 WIB

    var time2 = time.Date(2011, 12, 24, 10, 20, 0, 0, time.UTC)
    fmt.Printf("time2 %v\n", time2)
    // time2 2011-12-24 10:20:00 +0000 UTC
}
```

Fungsi `time.Now()` mengembalikan objek `time.Time` dengan nilai adalah informasi date-time tepat ketika statement tersebut dijalankan. Bisa dilihat pada saat di-print muncul informasi date-time sesuai dengan tanggal program tersebut dieksekusi.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab38.go
time1 2015-10-08 10:02:43.584690264 +0700 WIB
time2 2011-12-24 10:20:00 +0000 UTC
novalagung:belajar-golang $
```

Fungsi `time.Date()` digunakan untuk membuat objek `time.Time` baru yang informasi date-time-nya kita tentukan sendiri. Fungsi ini memiliki 8 buah parameter *mandatory* dengan skema bisa dilihat di kode berikut:

```
time.Date(tahun, bulan, tanggal, jam, menit, detik, nanodetik, timezone)
```

Objek cetakan fungsi `time.Now()` memiliki timezone yang relatif terhadap lokasi kita. Karena kebetulan penulis berlokasi di Jawa Timur, maka akan terdeteksi masuk dalam **GMT+7** atau **WIB**. Berbeda dengan variabel `time2` yang lokasinya sudah kita tentukan secara eksplisit yaitu **UTC**.

Selain menggunakan `time.UTC` untuk penentuan lokasi, tersedia juga `time.Local` yang nilainya adalah relatif terhadap date-time lokal kita.

A.40.2. Method Milik `time.Time`

Tipe data `time.Time` merupakan struct, memiliki beberapa method yang bisa dipakai.

```go
var now = time.Now()
fmt.Println("year:", now.Year(), "month:", now.Month())
// year: 2015 month: 8
```

Kode di atas adalah contoh penggunaan beberapa method milik objek bertipe `time.Time`. Method `Year()` mengembalikan informasi tahun, dan `Month()` mengembalikan informasi angka bulan.

Selain kedua method di atas, ada banyak lagi yang bisa dimanfaatkan. Tabel berikut merupakan list method yang berhubungan dengan *date*, *time*, dan *location* yang dimiliki tipe `time.Time`.

Method	Return Type	Penjelasan
`now.Year()`	`int`	Tahun
`now.YearDay()`	`int`	Hari ke-? di mulai awal tahun
`now.Month()`	`time.Month`	Bulan
`now.Weekday()`	`time.Weekday`	Nama hari. Bisa menggunakan `now.Weekday().String()` untuk mengambil bentuk string-nya
`now.ISOWeek()`	(`int` , `int`)	Tahun dan minggu ke-? mulai awal tahun
`now.Day()`	`int`	Tanggal
`now.Hour()`	`int`	Jam
`now.Minute()`	`int`	Menit
`now.Second()`	`int`	Detik
`now.Nanosecond()`	`int`	Nano detik
`now.Local()`	`time.Time`	Date-time dalam timezone lokal
`now.Location()`	`*time.Location`	Mengambil informasi lokasi, apakah *local* atau *utc*. Bisa menggunakan `now.Location().String()` untuk mengambil bentuk string-nya
`now.Zone()`	(`string` , `int`)	Mengembalikan informasi *timezone offset* dalam string dan numerik. Sebagai contoh `WIB, 25200`
`now.IsZero()`	`bool`	Deteksi apakah nilai object `now` adalah `01 Januari tahun 1, 00:00:00 UTC` . Jika iya maka bernilai `true`
`now.UTC()`	`time.Time`	Date-time dalam timezone `UTC`
`now.Unix()`	`int64`	Date-time dalam format *unix time*
`now.UnixNano()`	`int64`	Date-time dalam format *unix time*. Informasi nano detik juga dimasukkan
`now.String()`	`string`	Date-time dalam string

A.40.3. Parsing dari `string` ke `time.Time`

Data `string` bisa dikonversi menjadi `time.Time` dengan memanfaatkan `time.Parse`. Fungsi ini membutuhkan 2 parameter:

- Parameter ke-1 adalah layout format dari data waktu yang akan diparsing.
- Parameter ke-2 adalah data string yang ingin diparsing.

Contoh penerapannya bisa dilihat di kode berikut.

```
var layoutFormat, value string
var date time.Time

layoutFormat = "2006-01-02 15:04:05"
value = "2015-09-02 08:04:00"
date, _ = time.Parse(layoutFormat, value)
fmt.Println(value, "\t->", date.String())
// 2015-09-02 08:04:00 +0000 UTC

layoutFormat = "02/01/2006 MST"
value = "02/09/2015 WIB"
date, _ = time.Parse(layoutFormat, value)
fmt.Println(value, "\t\t->", date.String())
// 2015-09-02 00:00:00 +0700 WIB
```

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab38.go
2015-09-02 08:04:00     -> 2015-09-02 08:04:00 +0000 UTC
02/09/2015 WIB          -> 2015-09-02 00:00:00 +0700 WIB
novalagung:belajar-golang $
```

Layout format date-time di Go berbeda dibanding bahasa lain. Umumnya layout format yang digunakan adalah seperti `"DD/MM/YYYY"`, di Go tidak.

Go memiliki standar layout format yang cukup unik, contohnya seperti pada kode di atas `"2006-01-02 15:04:05"`. Go menggunakan `2006` untuk parsing tahun, bukan `YYYY`; `01` untuk parsing bulan; `02` untuk parsing hari; dan seterusnya. Detailnya bisa dilihat di tabel berikut.

Layout Format	Penjelasan	Contoh Data
`2006`	Tahun 4 digit	`2015`
`006`	Tahun 3 digit	`015`
`06`	Tahun 2 digit	`15`
`01`	Bulan 2 digit	`05`
`1`	Bulan 1 digit jika di bawah bulan 10, selainnya 2 digit	`5` , `12`
`January`	Nama bulan dalam bahasa inggris	`September` , `August`
`Jan`	Nama bulan dalam bahasa inggris, 3 huruf	`Sep` , `Aug`
`02`	Tanggal 2 digit	`02`
`2`	Tanggal 1 digit jika di bawah bulan 10, selainnya 2 digit	`8` , `31`
`Monday`	Nama hari dalam bahasa inggris	`Saturday` , `Friday`
`Mon`	Nama hari dalam bahasa inggris, 3 huruf	`Sat` , `Fri`
`15`	Jam dengan format **24 jam**	`18`
`03`	Jam dengan format **12 jam** 2 digit	`05` , `11`
`3`	Jam dengan format **12 jam** 1 digit jika di bawah jam 11, selainnya 2 digit	`5` , `11`
`PM`	AM/PM, biasa digunakan dengan format jam **12 jam**	`PM` , `AM`
`04`	Menit 2 digit	`08`
`4`	Menit 1 digit jika di bawah menit 10, selainnya 2 digit	`8` , `24`
`05`	Detik 2 digit	`06`
`5`	Detik 1 digit jika di bawah detik 10, selainnya 2 digit	`6` , `36`
`999999`	Nano detik	`124006`

Layout Format	Penjelasan	Contoh Data
`MST`	Lokasi timezone	`UTC` , `WIB` , `EST`
`Z0700`	Offset timezone	`Z` , `+0700` , `-0200`

A.40.4. Predefined Layout Format Untuk Keperluan Parsing Time

Go juga menyediakan beberapa predefined layout format umum yang bisa dimanfaatkan. Jadi tidak perlu menuliskan kombinasi komponen-komponen layout format.

Salah satu predefined layout yang bisa digunakan adalah `time.RFC822` , ekuivalen dengan layout format `02 Jan 06 15:04 MST` . Berikut adalah contoh penerapannya.

```
var date, _ = time.Parse(time.RFC822, "02 Sep 15 08:00 WIB")
fmt.Println(date.String())
// 2015-09-02 08:00:00 +0700 WIB
```

Ada beberapa layout format lain yang tersedia, silakan lihat tabel berikut.

Predefined Layout Format	Layout Format
`time.ANSIC`	Mon Jan _2 15:04:05 2006
`time.UnixDate`	Mon Jan _2 15:04:05 MST 2006
`time.RubyDate`	Mon Jan 02 15:04:05 -0700 2006
`time.RFC822`	02 Jan 06 15:04 MST
`time.RFC822Z`	02 Jan 06 15:04 -0700
`time.RFC850`	Monday, 02-Jan-06 15:04:05 MST
`time.RFC1123`	Mon, 02 Jan 2006 15:04:05 MST
`time.RFC1123Z`	Mon, 02 Jan 2006 15:04:05 -0700
`time.RFC3339`	2006-01-02T15:04:05Z07:00
`time.RFC3339Nano`	2006-01-02T15:04:05.999999999Z07:00
`time.Kitchen`	3:04PM
`time.Stamp`	Jan _2 15:04:05
`time.StampMilli`	Jan _2 15:04:05.000
`time.StampMicro`	Jan _2 15:04:05.000000
`time.StampNano`	Jan _2 15:04:05.000000000

A.40.5. Format dari `time.Time` ke `string`

Setelah sebelumnya kita belajar tentang cara konversi data dengan tipe `string` ke `time.Time`. Kali ini kita akan belajar kebalikannya, konversi `time.Time` ke `string`.

Method `Format()` milik tipe `time.Time` digunakan untuk membentuk output `string` sesuai dengan layout format yang diinginkan. Contoh bisa dilihat pada kode berikut.

```
var date, _ = time.Parse(time.RFC822, "02 Sep 15 08:00 WIB")

var dateS1 = date.Format("Monday 02, January 2006 15:04 MST")
fmt.Println("dateS1", dateS1)
// Wednesday 02, September 2015 08:00 WIB

var dateS2 = date.Format(time.RFC3339)
fmt.Println("dateS2", dateS2)
// 2015-09-02T08:00:00+07:00
```

Variabel `date` di atas berisikan hasil parsing data dengan format `time.RFC822`. Data tersebut kemudian diformat sebagai string 2 kali dengan layout format berbeda.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab38.go
dateS1 Wednesday 02, September 2015 08:00 WIB
dateS2 2015-09-02T08:00:00+07:00
novalagung:belajar-golang $
```

A.40.6. Handle Error Parsing `time.Time`

Parsing `string` ke `time.Time` memungkinkan terjadinya error, misalnya karena struktur data yang akan di-parse tidak sesuai layout format yang digunakan. Error-tidaknya parsing bisa diketahui lewat nilai kembalian ke-2 fungsi `time.Parse()`. Contoh:

```go
var date, err = time.Parse("06 Jan 15", "02 Sep 15 08:00 WIB")

if err != nil {
    fmt.Println("error", err.Error())
    return
}

fmt.Println(date)
```

Kode di atas menghasilkan error karena format tidak sesuai dengan skema data yang akan diparsing. Layout format yang seharusnya digunakan adalah `06 Jan 15 03:04 MST`.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab38.go
error parsing time "02 Sep 15 08:00 WIB": extra text:  08:00 WIB
novalagung:belajar-golang $
```

A.40.7. Predefined Layout Format Tambahan (Go 1.20+)

Sejak Go 1.20, tersedia tiga predefined layout format baru yang cukup sering digunakan:

Predefined Layout Format	Layout Format
`time.DateTime`	2006-01-02 15:04:05
`time.DateOnly`	2006-01-02
`time.TimeOnly`	15:04:05

Contoh penggunaannya:

```go
package main

import (
    "fmt"
    "time"
)

func main() {
    now := time.Now()

    fmt.Println(now.Format(time.DateTime))
    // contoh: 2026-06-11 14:30:00

    fmt.Println(now.Format(time.DateOnly))
    // contoh: 2026-06-11

    fmt.Println(now.Format(time.TimeOnly))
    // contoh: 14:30:00
}
```

`time.DateTime` ekuivalen dengan layout `"2006-01-02 15:04:05"`, yang merupakan format paling umum digunakan. `time.DateOnly` dan `time.TimeOnly` berguna ketika hanya perlu bagian tanggal atau waktu saja.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.40...

A.41. Timer, Ticker, & Scheduler

Ada beberapa fungsi dalam package `time` yang bisa dimanfaatkan untuk operasi penundaan eksekusi, countdown timer, dan pengaturan jadwal eksekusi sebuah proses.

A.41.1. Fungsi `time.Sleep()`

Fungsi ini digunakan untuk menghentikan program sejenak. `time.Sleep()` bersifat **blocking**, statement di bawahnya tidak akan dieksekusi sampai pemberhentian usai. Contoh sederhana penerapan bisa dilihat pada kode berikut.

```
package main

import "fmt"
import "time"

func main () {
    fmt.Println("start")
    time.Sleep(time.Second * 4)
    fmt.Println("after 4 seconds")
}
```

Hasilnya, tulisan `"start"` muncul, lalu 4 detik kemudian tulisan `"after 4 seconds"` muncul.

A.41.2. Scheduler Menggunakan `time.Sleep()`

Selain untuk blocking proses, fungsi `time.Sleep()` ini bisa dimanfaatkan untuk membuat scheduler sederhana, contohnya seperti berikut, scheduler untuk menampilkan pesan halo setiap 1 detik.

```
for {
    fmt.Println("Hello !!")
    time.Sleep(1 * time.Second)
}
```

A.41.3. Fungsi `time.NewTimer()`

Fungsi ini sedikit berbeda dengan `time.Sleep()`. Fungsi `time.NewTimer()` mengembalikan objek bertipe `*time.Timer` yang memiliki property `C` yang bertipe channel.

Cara kerja fungsi ini: setelah jeda waktu yang ditentukan sebuah data akan dikirimkan lewat channel `c`. Penggunaan fungsi ini harus diikuti dengan statement untuk penerimaan data dari channel `c`.

Untuk lebih jelasnya silakan perhatikan kode berikut.

```
var timer = time.NewTimer(4 * time.Second)
fmt.Println("start")
<-timer.C
fmt.Println("finish")
```

Statement `var timer = time.NewTimer(4 * time.Second)` mengindikasikan bahwa nantinya akan ada data yang dikirimkan ke channel `timer.C` setelah 4 detik berlalu. Baris kode `<-timer.C` menandakan penerimaan data dari channel `timer.C`. Karena penerimaan channel sendiri sifatnya adalah blocking, maka statement `fmt.Println("finish")` baru akan dieksekusi setelah **4 detik**.

Hasil program di atas adalah tulisan `"start"` muncul, lalu setelah 4 detik tulisan `"finish"` muncul.

A.41.4. Fungsi `time.AfterFunc()`

Fungsi `time.AfterFunc()` memiliki 2 parameter. Parameter pertama adalah durasi timer, dan parameter kedua adalah *callback* nya. Callback tersebut akan dieksekusi jika waktu sudah memenuhi durasi timer.

```
var ch = make(chan bool)

time.AfterFunc(4*time.Second, func() {
    fmt.Println("expired")
    ch <- true
})

fmt.Println("start")
<-ch
fmt.Println("finish")
```

Hasil dari kode di atas, tulisan `"start"` muncul kemudian setelah 4 detik berlalu, tulisan `"expired"` muncul.

Di dalam callback terdapat proses transfer data lewat channel, menjadikan tulisan `"finish"` akan muncul tepat setelah tulisan `"expired"` muncul.

Beberapa hal yang perlu diketahui ketika menggunakan fungsi ini:

- Jika tidak ada serah terima data lewat channel, maka eksekusi `time.AfterFunc()` adalah asynchronous (tidak blocking).
- Jika ada serah terima data lewat channel, maka fungsi akan tetap berjalan asynchronous hingga baris kode di mana penerimaan data channel

dilakukan. Proses blocking nya berada pada baris kode penerimaan channel.

A.41.5. Fungsi `time.After()`

Kegunaan fungsi ini mirip seperti `time.Sleep()`. Perbedaannya adalah, fungsi `time.After()` akan mengembalikan data channel, sehingga perlu menggunakan tanda `<-` dalam penerapannya.

```
<-time.After(4 * time.Second)
fmt.Println("expired")
```

Tulisan `"expired"` akan muncul setelah 4 detik.

A.41.6. Scheduler Menggunakan Ticker

Selain fungsi-fungsi untuk keperluan timer, Go juga menyediakan fungsi scheduler (yang di sini kita sebut sebagai ticker).

Cara penggunaan ticker cukup mudah, buat objek ticker baru menggunakan `time.NewTicker()` isi argument dengan durasi yang diinginkan. Dari objek tersebut kita bisa akses properti `.C` yang merupakan channel. Setiap durasi yang sudah ditentukan, objek ticker akan mengirimkan informasi date-time via channel tersebut.

```go
package main

import (
    "fmt"
    "time"
)

func main() {
    done := make(chan bool)
    ticker := time.NewTicker(time.Second)

    go func() {
        time.Sleep(10 * time.Second) // wait for 10 seconds
        done <- true
    }()

    for {
        select {
        case <-done:
            ticker.Stop()
            return
        case t := <-ticker.C:
            fmt.Println("Hello !!", t)
        }
    }
}
```

Pada contoh di atas bisa dilihat, selain ticker disiapkan juga variabel channel `done`. Variabel ini kita gunakan untuk mengontrol kapan ticker harus di stop.

Cara kerja program di atas: teknik `for` - `select` pada channel digunakan untuk mengecek penerimaan data dari channel `done` dan `ticker.C`. By default, channel `ticker.C` akan menerima kiriman data setiap `x` duration yang mana pada kode di atas adalah 1 detik (lihat argumen inisialisasi objek ticker).

Data yang dikirimkan via channel `ticker.C` adalah data date-time kapan event itu terjadi. Pada kode di atas, setiap ada kiriman data via channel tersebut kita tampilkan.

Sebelum blok kode perulangan `for`, bisa kita lihat ada goroutine baru di-dispatch, isinya adalah mengirim data ke channel `done` setelah 10 detik. Data tersebut nantinya akan diterima oleh blok kode `for` - `select`, dan ketika itu terjadi, method `.Stop()` milik objek ticker dipanggil untuk menonaktifkan scheduler pada ticker tersebut.

Jadi, selama 10 detik, di setiap detiknya akan muncul pesan halo.

A.41.7. Kombinasi Timer & Goroutine

Berikut merupakan contoh penerapan timer dan goroutine. Program di bawah ini adalah program tanya-jawab sederhana. Sebuah pertanyaan muncul dan user harus menginputkan jawaban dalam waktu tidak lebih dari 5 detik. Jika 5 detik berlalu dan belum ada jawaban, maka akan muncul pesan *time out*.

OK langsung saja, mari kita buat programnya, pertama, import package yang diperlukan.

```
package main

import "fmt"
import "os"
import "time"
```

Buat fungsi `timer()`, nantinya fungsi ini dieksekusi sebagai goroutine. Di dalam fungsi `timer()` terdapat blok kode jika waktu sudah mencapai `timeout`, maka sebuah data dikirimkan lewat channel `ch`.

```
func timer(timeout int, ch chan<- bool) {
    time.AfterFunc(time.Duration(timeout)*time.Second, func() {
        ch <- true
    })
}
```

Siapkan juga fungsi `watcher()`. Fungsi ini juga akan dieksekusi sebagai goroutine. Tugasnya cukup sederhana, yaitu menerima data dari channel `ch` (jika ada penerimaan data, berarti sudah masuk waktu timeout), lalu menampilkan pesan bahwa waktu telah habis.

```
func watcher(timeout int, ch <-chan bool) {
    <-ch
    fmt.Println("\ntime out! no answer more than", timeout, "seconds")
    os.Exit(0)
}
```

Terakhir, buat implementasi di fungsi `main()`.

```go
func main() {
    var timeout = 5
    var ch = make(chan bool)

    go timer(timeout, ch)
    go watcher(timeout, ch)

    var input string
    fmt.Print("what is 725/25 ? ")
    fmt.Scan(&input)

    if input == "29" {
        fmt.Println("the answer is right!")
    } else {
        fmt.Println("the answer is wrong!")
    }
}
```

Ketika user tidak menginputkan apa-apa dalam kurun waktu 5 detik, pesan timeout muncul lalu program berhenti.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab39.go
what is 725/25 ? 34
the answer is wrong!
novalagung:belajar-golang $ go run bab39.go
what is 725/25 ?
time out! no answer more than 5 seconds
novalagung:belajar-golang $ go run bab39.go
what is 725/25 ? 29
the answer is right!
novalagung:belajar-golang $
```

A.41.8. Perubahan Perilaku Timer di Go 1.23+

Sejak Go 1.23, ada perubahan perilaku penting pada channel yang dikembalikan oleh `time.After()`, `time.NewTimer()`, dan `time.NewTicker()`.

Sebelum Go 1.23, penggunaan `time.After()` dalam loop dapat menyebabkan *memory leak* karena timer yang dibuat tidak dapat di-garbage collect sebelum waktu jatuh tempo, meskipun hasil channel-nya tidak pernah dibaca. Contoh kode yang berpotensi menyebabkan leak di versi Go lama:

```
for {
    select {
    case <-time.After(5 * time.Second):
        fmt.Println("timeout")
    case data := <-someChannel:
        fmt.Println("received:", data)
    }
}
```

Pada kode di atas, setiap iterasi loop membuat timer baru via `time.After()`. Di Go versi lama, timer-timer yang belum jatuh tempo tidak bisa di-GC sehingga memori terus bertambah.

Sejak Go 1.23, perilaku ini diperbaiki: timer yang dikembalikan `time.After()` dapat di-garbage collect jika channel-nya tidak lagi dapat dijangkau, sehingga memory leak tersebut tidak lagi terjadi.

Untuk versi Go di bawah 1.23, solusi yang disarankan adalah menggunakan `time.NewTimer()` secara eksplisit dan memanggil `.Stop()` setelah selesai:

```
timer := time.NewTimer(5 * time.Second)
defer timer.Stop()
<-timer.C
```

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.41...

A.42. Time Duration

Pada chapter ini kita akan belajar tentang tipe data untuk pengolahan durasi waktu yaitu `time.Duration`.

Tipe `time.Duration` ini merepresentasikan durasi, contohnya seperti 1 menit, 2 jam 5 detik, dst. Data dengan tipe ini bisa dihasilkan dari operasi pencarian delta atau selisih dari dua buah objek `time.Time`, atau bisa juga kita buat sendiri.

Tipe ini sangat berguna untuk banyak hal, salah satunya untuk *benchmarking* ataupun operasi-operasi lainnya yang membutuhkan informasi durasi waktu.

A.42.1. Praktik

Mari kita bahas sambil praktik. Silakan tulis kode berikut lalu jalankan.

```
package main

import (
    "fmt"
    "time"
)

func main() {
    start := time.Now()

    time.Sleep(5 * time.Second)

    duration := time.Since(start)

    fmt.Println("time elapsed in seconds:", duration.Seconds())
    fmt.Println("time elapsed in minutes:", duration.Minutes())
    fmt.Println("time elapsed in hours:", duration.Hours())
}
```

Pada kode di atas, sebuah objek waktu bernama `start` dibuat. Tepat setelah baris tersebut, ada statement `time.Sleep()` yang digunakan untuk menghentikan proses selama X, yang durasinya di-set lewat parameter fungsi tersebut. Bisa dilihat durasi yang dipilih adalah `5 * time.Second`.

Tipe data durasi adalah `time.Duration`, yang sebenarnya tipe ini merupakan tipe buatan baru dari `int64`.

Ada beberapa *predefined* konstanta durasi yang perlu kita ketahui:

- `time.Nanosecond` yang nilainya adalah `1`
- `time.Microsecond` yang nilainya adalah `1000`, atau `1000` x `time.Nanosecond`

- `time.Millisecond` yang nilainya adalah `1000000`, atau `1000` x `time.Microsecond`
- `time.Second` yang nilainya adalah `1000000000`, atau `1000` x `time.Millisecond`
- `time.Minute` yang nilainya adalah `60000000000`, atau `60` x `time.Second`
- `time.Hour` yang nilainya adalah `3600000000000`, atau `60` x `time.Minute`

Dari list di atas bisa dicontohkan bahwa sebuah data dengan tipe `time.Duration` yang nilainya `1`, maka artinya durasi adalah **1 nanosecond**.

Kembali ke pembahasan fungsi `time.Sleep()`, fungsi ini membutuhkan argumen/parameter durasi dalam bentuk `time.Duration`. Misalnya saya tulis `time.Sleep(1)` maka yang terjadi adalah, waktu statement tersebut hanya akan menghentikan proses selama **1 nanosecond** saja. Jika ingin menghentikan selama 1 detik, maka harus ditulis `time.Sleep(1000000000)`. Nah daripada menulis angka sepanjang itu, cukup saja tulis dengan `1 * time.Second`, artinya adalah 1 detik. Cukup mudah bukan.

Di atas, kita gunakan `5 * time.Second` sebagai argumen `time.Sleep()`, maka dengan itu proses akan diberhentikan selama 5 detik.

Sekarang jalankan program yang sudah dibuat.

```
C:\Windows\System32\cmd.exe

E:\Workspace\Adam Studio\Ebook\dasarpemrogramangolang-example\chapter-A-time-duration>go run 1-duration.go
time elapsed in seconds: 5.0005332
time elapsed in minutes: 0.08334222
time elapsed in hours: 0.001389037
```

Bisa dilihat, hasilnya adalah semua statement di bawah `time.Sleep()` dieksekusi setelah 5 detik berlalu. Ini merupakan contoh penggunaan tipe data durasi pada fungsi `time.Sleep()`.

A.42.2. Hitung Durasi Menggunakan `time.Since()`

Pada kode di atas, variabel `duration` berisi durasi atau lama waktu antara kapan variabel `start` di-inisialisasi hingga kapan variabel `duration` ini statement-nya dieksekusi.

Cara menghitung durasi bisa menggunakan `time.Since()`. Isi argumen fungsi tersebut dengan variabel bertipe waktu, maka durasi antara waktu pada argument vs ketika statement `time.Since()` akan dihitung.

Pada contoh di atas, karena ada statement `time.Sleep(5 * time.Second)` maka idealnya `time.Since(start)` isinya adalah 5 detik (mungkin lebih sedikit, sekian mili/micro/nano-second, karena eksekusi statement juga butuh waktu).

A.42.3. Method milik tipe `time.Duration`

Tipe `time.Duration` memiliki beberapa method yang sangat-sangat berguna untuk keperluan mengambil nilai durasinya dalam unit tertentu. Misalnya, objek durasi tersebut ingin di-ambil nilainya dalam satuan unit detik, maka gunakan `.Seconds()`. Jika ingin dalam bentuk menit, maka gunakan `.Minutes()`, dan lainnya.

Pada contoh di atas, kita mengambil nilai durasi waktu dalam tiga bentuk, yaitu detik, menit, dan jam. Caranya cukup akses saja method-nya, maka kita akan langsung dapat nilainya, tanpa perlu memikirkan operasi aritmatik konversinya. Cukup mudah bukan.

A.42.4. Kalkulasi Durasi Antara 2 Objek Waktu

Di atas kita sudah membahas cara hitung durasi menggunakan `time.Since()` antara sebuah objek waktu vs kapan statement di-eksekusi. Pada bagian ini, masih mirip, perbedaannya adalah hitung durasi dilakukan pada 2 objek waktu.

Silakan perhatikan contoh berikut. Kode berikut esensinya adalah sama dengan kode di atas.

```
t1 := time.Now()
time.Sleep(5 * time.Second)
t2 := time.Now()

duration := t2.Sub(t1)

fmt.Println("time elapsed in seconds:", duration.Seconds())
fmt.Println("time elapsed in minutes:", duration.Minutes())
fmt.Println("time elapsed in hours:", duration.Hours())
```

Method `.Sub()` milik objek `time.Time` digunakan untuk mencari selisih waktu. Pada contoh di atas, durasi antara waktu `t1` dan waktu `t2` dihitung. Method `.Sub()` ini menghasilkan nilai balik bertipe `time.Duration`.

A.42.5. Konversi Angka ke `time.Duration`

Kita bisa mengalikan angka literal dengan konstanta `time.Duration` untuk menciptakan variabel/objek bertipe durasi. Contohnya seperti yang sudah kita terapkan sebelumnya, yaitu `5 * time.Second` yang menghasilkan data durasi 5 detik. Contoh lainnya:

```
12 * time.Minute           // 12 menit
65 * time.Hour             // 65 jam
150000 * time.Millisecond  // 150k milidetik atau 150 detik
45 * time.Microsecond      // 45 microdetik
233 * time.Nanosecond      // 233 nano detik
```

Mengulas kembali pembahasan dasar di awal-awal chapter, operasi aritmatika di golang hanya bisa dilakukan ketika data adalah 1 tipe. Selebihnya harus ada casting atau konversi tipe data agar bisa dioperasikan.

Tipe `time.Duration` diciptakan menggunakan tipe `int64`. Jadi jika ingin mengalikan `time.Duration` dengan suatu angka, maka pastikan tipe-nya juga sama yaitu `time.Duration`. Jika angka tersebut tidak ditampung dalam variabel terlebih dahulu (contohnya seperti di atas) maka bisa langsung kalikan saja. Jika ditampung ke variabel terlebih dahulu, maka pastikan tipe variabelnya adalah `time.Duration`. Contoh:

```
var n time.Duration = 5
duration := n * time.Second
```

Atau bisa manfaatkan casting untuk mengkonversi data numerik ke tipe `time.Duration`. Contoh:

```
n := 5
duration := time.Duration(n) * time.Second
```

Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.42...

A.43. Konversi Antar Tipe Data

Di beberapa chapter sebelum ini kita telah menerapkan beberapa cara konversi data, contohnya seperti konversi `string` ↔ `int` menggunakan `strconv`, dan `time.Time` ↔ `string`. Pada chapter ini kita akan mempelajarinya lebih detail.

A.43.1. Konversi Menggunakan `strconv`

Package `strconv` berisi banyak fungsi yang sangat membantu kita untuk melakukan konversi. Berikut merupakan beberapa fungsi yang tersedia dalam package tersebut.

◉ Fungsi `strconv.Atoi()`

Fungsi ini digunakan untuk konversi data dari tipe `string` ke `int`. `strconv.Atoi()` menghasilkan 2 buah nilai kembalian, yaitu hasil konversi dan `error` (jika konversi sukses, maka `error` berisi `nil`).

```
package main

import "fmt"
import "strconv"

func main() {
    var str = "124"
    var num, err = strconv.Atoi(str)

    if err == nil {
        fmt.Println(num) // 124
    }
}
```

◉ Fungsi `strconv.Itoa()`

Merupakan kebalikan dari `strconv.Atoi`, berguna untuk konversi `int` ke `string`.

```
var num = 124
var str = strconv.Itoa(num)

fmt.Println(str) // "124"
```

◉ Fungsi `strconv.ParseInt()`

Digunakan untuk konversi `string` berbentuk numerik dengan basis tertentu ke tipe numerik non-desimal dengan lebar data bisa ditentukan.

Pada contoh berikut, string `"124"` dikonversi ke tipe numerik dengan ketentuan basis yang digunakan `10` dan lebar datanya mengikuti tipe `int64` (lihat parameter ketiga).

```
var str = "124"
var num, err = strconv.ParseInt(str, 10, 64)

if err == nil {
    fmt.Println(num) // 124
}
```

Contoh lainnya, string `"1010"` dikonversi ke basis 2 (biner) dengan tipe data hasil adalah `int8`.

```
var str = "1010"
var num, err = strconv.ParseInt(str, 2, 8)

if err == nil {
    fmt.Println(num) // 10
}
```

◉ Fungsi `strconv.FormatInt()`

Berguna untuk konversi data numerik `int64` ke `string` dengan basis numerik bisa ditentukan sendiri.

```
var num = int64(24)
var str = strconv.FormatInt(num, 8)

fmt.Println(str) // 30
```

◉ Fungsi `strconv.ParseFloat()`

Digunakan untuk konversi `string` ke numerik desimal dengan lebar data bisa ditentukan.

```
var str = "24.12"
var num, err = strconv.ParseFloat(str, 32)

if err == nil {
    fmt.Println(num) // 24.1200008392334
}
```

Pada contoh di atas, string `"24.12"` dikonversi ke float dengan lebar tipe data `float32`. Hasil konversi `strconv.ParseFloat` adalah sesuai dengan standar IEEE Standard for Floating-Point Arithmetic.

◉ Fungsi `strconv.FormatFloat()`

Berguna untuk konversi data bertipe `float64` ke `string` dengan format eksponen, lebar digit desimal, dan lebar tipe data bisa ditentukan.

```
var num = float64(24.12)
var str = strconv.FormatFloat(num, 'f', 6, 64)

fmt.Println(str) // 24.120000
```

Pada kode di atas, Data `24.12` yang bertipe `float64` dikonversi ke string dengan format eksponen `f` atau tanpa eksponen, lebar digit desimal 6 digit, dan lebar tipe data `float64`.

Ada beberapa format eksponen yang bisa digunakan. Detailnya bisa dilihat di tabel berikut.

Format Eksponen	Penjelasan
`b`	-ddddp±ddd, a, eksponen biner (basis 2)
`e`	-d.dddde±dd, a, eksponen desimal (basis 10)
`E`	-d.ddddE±dd, a, eksponen desimal (basis 10)
`f`	-ddd.dddd, tanpa eksponen
`g`	Akan menggunakan format eksponen `e` untuk eksponen besar dan `f` untuk selainnya
`G`	Akan menggunakan format eksponen `E` untuk eksponen besar dan `f` untuk selainnya

◉ Fungsi `strconv.ParseBool()`

Digunakan untuk konversi `string` ke `bool`.

```
var str = "true"
var bul, err = strconv.ParseBool(str)

if err == nil {
    fmt.Println(bul) // true
}
```

◉ Fungsi `strconv.FormatBool()`

Digunakan untuk konversi `bool` ke `string`.

```
var bul = true
var str = strconv.FormatBool(bul)

fmt.Println(str) // true
```

A.43.2. Konversi Data Menggunakan Teknik Casting

Cara penerapannya adalah dengan menggunakan nama tipe data sebagai fungsi konversi, kemudian argument pemanggilannya diisi dengan data yang ingin dikonversi tipenya.

```
// konversi nilai 24 bertipe int ke float64
var a float64 = float64(24)
fmt.Println(a) // 24

// konversi nilai 24.00 bertipe float32 ke int32
var b int32 = int32(24.00)
fmt.Println(b) // 24
```

A.43.3. Casting `string` ↔ `byte`

String sebenarnya adalah slice/array `byte`. Di Go sebuah karakter biasa (bukan unicode) direpresentasikan oleh sebuah elemen slice byte. Tiap elemen slice berisi data `int` dengan basis desimal, yang merupakan kode ASCII dari karakter dalam string.

Cara mendapatkan slice byte dari sebuah data string adalah dengan meng-casting-nya ke tipe `[]byte`.

```
var text1 = "halo"
var b = []byte(text1)

fmt.Printf("%d %d %d %d \n", b[0], b[1], b[2], b[3])
// 104 97 108 111
```

Pada contoh di atas, string dalam variabel `text1` dikonversi ke `[]byte`. Tiap elemen slice byte tersebut kemudian ditampilkan satu-per-satu.

Contoh berikut ini merupakan kebalikan dari contoh di atas, data bertipe `[]byte` akan dicari bentuk `string`-nya.

```
var byte1 = []byte{104, 97, 108, 111}
var s = string(byte1)

fmt.Printf("%s \n", s)
// halo
```

Di contoh ke-2 di-atas, beberapa kode byte dituliskan dalam bentuk slice, ditampung variabel `byte1`. Lalu, nilai variabel tersebut di-cast ke `string`, untuk kemudian ditampilkan.

Selain itu, tiap karakter string juga bisa di-casting ke bentuk `int`, hasilnya adalah sama yaitu data byte dalam bentuk numerik basis desimal, dengan ketentuan literal string yang digunakan adalah tanda petik satu (`'`).

Juga berlaku sebaliknya, data numerik jika di-casting ke bentuk string dideteksi sebagai kode ASCII dari karakter yang akan dihasilkan.

```
var c int64 = int64('h')
fmt.Println(c) // 104

var d string = string(rune(104))
fmt.Println(d) // h
```

◉ Tipe Data `rune`

Tipe data `rune` merupakan alias dari `int32` yang digunakan untuk merepresentasikan satu karakter Unicode (*code point*). Perbedaannya dengan `byte` (alias `uint8`) adalah:

- `byte` hanya cukup untuk karakter ASCII (0–127)
- sedangkan `rune` bisa menampung karakter dari berbagai bahasa maupun simbol Unicode lainnya.

Dalam konteks casting string, `rune` dipakai untuk memberi tahu Go bahwa nilai numerik yang kita berikan adalah kode karakter, bukan angka biasa.

> Sejak Go 1.15, `go vet` akan memperingatkan penggunaan `string(N)` di mana `N` adalah nilai numerik integer, karena hasilnya adalah karakter unicode (bukan representasi angka dalam string). Gunakan `string(rune(N))` untuk konversi yang eksplisit dan bebas dari peringatan vet.

A.43.4. Type Assertions Pada Tipe `any` atau Interface Kosong (`interface{}`)

Type assertions merupakan teknik untuk mengambil tipe data konkret dari data yang terbungkus dalam `interface{}` atau `any`. Lebih jelasnya silakan cek contoh berikut.

Variabel `data` disiapkan bertipe `map[string]interface{}`, map tersebut berisikan beberapa item dengan tipe data value-nya berbeda satu sama lain, sementara tipe data untuk key-nya sama yaitu `string`.

```
var data = map[string]interface{}{
    "nama":    "john wick",
    "grade":   2,
    "height":  156.5,
    "isMale":  true,
    "hobbies": []string{"eating", "sleeping"},
}

fmt.Println(data["nama"].(string))
fmt.Println(data["grade"].(int))
fmt.Println(data["height"].(float64))
fmt.Println(data["isMale"].(bool))
fmt.Println(data["hobbies"].([]string))
```

Statement `data["nama"].(string)` maksudnya adalah, nilai `data["nama"]` yang bertipe `interface{}` diambil nilai konkretnya dalam bentuk `string`.

Pada kode di atas, tidak akan terjadi panic error, karena semua operasi type assertion adalah dilakukan menggunakan tipe data yang sudah sesuai dengan tipe data nilai aslinya. Seperti `data["nama"]` yang merupakan `string` pasti bisa di-asertasi ke tipe `string`.

Coba lakukan asertasi ke tipe yang tidak sesuai dengan tipe nilai aslinya, seperti `data["nama"].(int)`, hasilnya adalah panic error.

Nah, dari penjelasan di atas, terlihat bahwa kita harus tahu terlebih dahulu apa tipe data asli dari data yang tersimpan dalam interface. Jika misal tidak tau, maka bisa gunakan teknik di bawah ini untuk pengecekan sukses tidaknya proses asertasi.

Tipe asli data pada variabel `interface{}` bisa diketahui dengan cara meng-casting ke tipe `type`, namun casting ini hanya bisa dilakukan pada `switch`.

```
for _, val := range data {
    switch val.(type) {
    case string:
        fmt.Println(val.(string))
    case int:
        fmt.Println(val.(int))
    case float64:
        fmt.Println(val.(float64))
    case bool:
        fmt.Println(val.(bool))
    case []string:
        fmt.Println(val.([]string))
    default:
        fmt.Println("unexpected type")
    }
}
```

Kombinasi `switch` - `case` bisa dimanfaatkan untuk deteksi tipe konkret data yang bertipe `interface{}`, contoh penerapannya seperti pada kode di atas.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.43...

A.44. Fungsi String

Go menyediakan package `strings`, isinya banyak fungsi untuk keperluan pengolahan data string. Chapter ini berisi pembahasan mengenai penggunaan fungsi yang ada di dalam package tersebut.

A.44.1. Fungsi `strings.Contains()`

Dipakai untuk deteksi apakah string (parameter kedua) merupakan bagian dari string lain (parameter pertama). Nilai kembaliannya berupa `bool`.

```
package main

import "fmt"
import "strings"

func main() {
    var isExists = strings.Contains("john wick", "wick")
    fmt.Println(isExists)
}
```

Variabel `isExists` akan bernilai `true`, karena string `"wick"` merupakan bagian dari `"john wick"`.

A.44.2. Fungsi `strings.HasPrefix()`

Digunakan untuk deteksi apakah sebuah string (parameter pertama) diawali string tertentu (parameter kedua).

```
var isPrefix1 = strings.HasPrefix("john wick", "jo")
fmt.Println(isPrefix1) // true

var isPrefix2 = strings.HasPrefix("john wick", "wi")
fmt.Println(isPrefix2) // false
```

A.44.3. Fungsi `strings.HasSuffix()`

Digunakan untuk deteksi apakah sebuah string (parameter pertama) diakhiri string tertentu (parameter kedua).

```
var isSuffix1 = strings.HasSuffix("john wick", "ic")
fmt.Println(isSuffix1) // false

var isSuffix2 = strings.HasSuffix("john wick", "ck")
fmt.Println(isSuffix2) // true
```

A.44.4. Fungsi `strings.Count()`

Memiliki kegunaan untuk menghitung jumlah karakter tertentu (parameter kedua) dari sebuah string (parameter pertama). Nilai kembalian fungsi ini adalah jumlah karakternya.

```
var howMany = strings.Count("ethan hunt", "t")
fmt.Println(howMany) // 2
```

Nilai yang dikembalikan `2`, karena pada string `"ethan hunt"` terdapat dua buah karakter `"t"`.

A.44.5. Fungsi `strings.Index()`

Digunakan untuk mencari posisi indeks sebuah string (parameter kedua) dalam string (parameter pertama).

```
var index1 = strings.Index("ethan hunt", "ha")
fmt.Println(index1) // 2
```

String `"ha"` berada pada posisi ke `2` dalam string `"ethan hunt"` (indeks dimulai dari 0). Jika diketemukan dua substring, maka yang diambil adalah yang pertama, contoh:

```
var index2 = strings.Index("ethan hunt", "n")
fmt.Println(index2) // 4
```

String `"n"` berada pada indeks `4` dan `8`. Yang dikembalikan adalah yang paling kiri (paling kecil), yaitu `4`.

A.44.6. Fungsi `strings.Replace()`

Fungsi ini digunakan untuk replace atau mengganti bagian dari string dengan string tertentu. Jumlah substring yang di-replace bisa ditentukan, apakah hanya 1 string pertama, 2 string, atau seluruhnya.

```
var text = "banana"
var find = "a"
var replaceWith = "o"

var newText1 = strings.Replace(text, find, replaceWith, 1)
fmt.Println(newText1) // "bonana"

var newText2 = strings.Replace(text, find, replaceWith, 2)
fmt.Println(newText2) // "bonona"

var newText3 = strings.Replace(text, find, replaceWith, -1)
fmt.Println(newText3) // "bonono"
```

Penjelasan:

1. Pada contoh di atas, substring `"a"` pada string `"banana"` akan di-replace dengan string `"o"`.
2. Pada `newText1`, hanya 1 huruf `o` saja yang tereplace karena maksimal substring yang ingin di-replace ditentukan 1.
3. Angka `-1` akan menjadikan proses replace berlaku pada semua substring. Contoh bisa dilihat pada `newText3`.

A.44.7. Fungsi `strings.Repeat()`

Digunakan untuk mengulang string (parameter pertama) sebanyak data yang ditentukan (parameter kedua).

```
var str = strings.Repeat("na", 4)
fmt.Println(str) // "nananana"
```

Pada contoh di atas, string `"na"` diulang sebanyak 4 kali. Hasilnya adalah: `"nananana"`

A.44.8. Fungsi `strings.Split()`

Digunakan untuk memisah string (parameter pertama) dengan tanda pemisah bisa ditentukan sendiri (parameter kedua). Hasilnya berupa slice string.

```
var string1 = strings.Split("the dark knight", " ")
fmt.Println(string1) // output: ["the", "dark", "knight"]

var string2 = strings.Split("batman", "")
fmt.Println(string2) // output: ["b", "a", "t", "m", "a", "n"]
```

String `"the dark knight"` dipisah oleh karakter spasi `" "`, hasilnya kemudian ditampung oleh `string1`.

Untuk memisah string menjadi slice tiap 1 string, gunakan pemisah string kosong `""`. Bisa dilihat contohnya pada variabel `string2`.

A.44.9. Fungsi `strings.Join()`

Memiliki kegunaan berkebalikan dengan `strings.Split()`. Digunakan untuk menggabungkan slice string (parameter pertama) menjadi sebuah string dengan pemisah tertentu (parameter kedua).

```
var data = []string{"banana", "papaya", "tomato"}
var str = strings.Join(data, "-")
fmt.Println(str) // "banana-papaya-tomato"
```

Slice `data` digabungkan menjadi satu dengan pemisah tanda *dash* (`-`).

A.44.10. Fungsi `strings.ToLower()`

Mengubah huruf-huruf string menjadi huruf kecil.

```
var str = strings.ToLower("aLAy")
fmt.Println(str) // "alay"
```

A.44.11. Fungsi `strings.ToUpper()`

Mengubah huruf-huruf string menjadi huruf besar.

```
var str = strings.ToUpper("eat!")
fmt.Println(str) // "EAT!"
```

A.44.12. Fungsi `strings.ReplaceAll()` (Go 1.12+)

Tersedia sejak Go 1.12, fungsi `strings.ReplaceAll()` merupakan alternatif yang lebih singkat dari `strings.Replace(..., -1)`. Keduanya menghasilkan output yang sama, namun `strings.ReplaceAll()` tidak memerlukan parameter jumlah penggantian.

```
var text = "banana"
var find = "a"
var replaceWith = "o"

var result = strings.ReplaceAll(text, find, replaceWith)
fmt.Println(result) // "bonono"
```

`strings.ReplaceAll(text, find, replaceWith)` ekuivalen dengan `strings.Replace(text, find, replaceWith, -1)`.

A.44.13. Fungsi `strings.Cut()` (Go 1.18+)

Sejak Go 1.18, tersedia fungsi `strings.Cut()` untuk memotong string menjadi dua bagian berdasarkan pemisah tertentu. Fungsi ini mengembalikan tiga nilai: bagian sebelum pemisah, bagian setelah pemisah, dan `bool` yang menandakan apakah pemisah ditemukan atau tidak.

```
before, after, found := strings.Cut("user:password", ":")
fmt.Println(before) // user
fmt.Println(after)  // password
fmt.Println(found)  // true

before2, after2, found2 := strings.Cut("nocohere", ":")
fmt.Println(before2) // nocohere
fmt.Println(after2)  // (string kosong)
fmt.Println(found2)  // false
```

`strings.Cut()` berguna untuk parsing string yang memiliki format `key:value` atau sejenisnya, dan lebih ekspresif dibanding kombinasi `strings.Index()` + slicing manual.

A.44.14. Fungsi `strings.CutPrefix()` dan `strings.CutSuffix()` (Go 1.20+)

Sejak Go 1.20, tersedia dua fungsi baru untuk memotong prefix dan suffix dari sebuah string.

`strings.CutPrefix(s, prefix)` mengembalikan string setelah prefix dipotong dan `bool` apakah prefix ditemukan. `strings.CutSuffix(s, suffix)` bekerja dengan cara yang sama namun untuk suffix.

```
after, found := strings.CutPrefix("foobar", "foo")
fmt.Println(after) // bar
fmt.Println(found) // true

before, found2 := strings.CutSuffix("foobar", "bar")
fmt.Println(before) // foo
fmt.Println(found2) // true
```

Berbeda dengan `strings.TrimPrefix()` dan `strings.TrimSuffix()`, fungsi `Cut*` juga memberi tahu apakah prefix/suffix benar-benar ditemukan lewat nilai `bool`-nya.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.44...

A.45. Regexp

Regexp atau regex atau **regular expression** adalah suatu teknik yang digunakan untuk pencocokan string yang memiliki pola tertentu. Regex biasa dimanfaatkan untuk pencarian dan pengubahan data string.

Go mengadopsi spesifikasi regex **RE2**. Lebih jelasnya mengenai RE2 bisa langsung cek dokumentasinya di https://github.com/google/re2/wiki/Syntax.

Pada chapter ini kita akan belajar mengenai pengaplikasian regex dengan memanfaatkan fungsi-fungsi dalam package `regexp`.

A.45.1. Penerapan Regexp

Fungsi `regexp.Compile()` digunakan untuk mengkompilasi ekspresi regex. Fungsi tersebut mengembalikan objek bertipe `*regexp.Regexp`.

Berikut merupakan contoh penerapan regex untuk pencarian karakter.

```
package main

import "fmt"
import "regexp"

func main() {
    var text = "banana burger soup"
    var regex, err = regexp.Compile(`[a-z]+`)

    if err != nil {
        fmt.Println(err.Error())
    }

    var res1 = regex.FindAllString(text, 2)
    fmt.Printf("%#v \n", res1)
    // []string{"banana", "burger"}

    var res2 = regex.FindAllString(text, -1)
    fmt.Printf("%#v \n", res2)
    // []string{"banana", "burger", "soup"}
}
```

Ekspresi `[a-z]+` maknanya adalah semua string yang merupakan alphabet yang hurufnya kecil. Ekspresi tersebut di-compile oleh `regexp.Compile()` lalu disimpan ke variabel objek `regex` bertipe `*regexp.Regexp`.

Struct `regexp.Regexp` memiliki banyak method, salah satunya adalah `FindAllString()`, berfungsi untuk mencari semua string yang sesuai dengan ekspresi regex, dengan kembalian berupa slice string.

Jumlah hasil pencarian dari `regex.FindAllString()` bisa ditentukan. Contohnya pada `res1`, ditentukan maksimal `2` data saja pada nilai kembalian. Jika batas diset `-1`, maka semua hasil yang cocok dikembalikan oleh fungsi tersebut.

Ada cukup banyak method struct `*regexp.Regexp` yang bisa kita manfaatkan untuk keperluan pengelolaan string. Berikut merupakan pembahasan tiap method-nya.

A.45.2. Method `MatchString()`

Method ini digunakan untuk mendeteksi apakah string memenuhi sebuah pola regexp.

```
var text = "banana burger soup"
var regex, _ = regexp.Compile(`[a-z]+`)

var isMatch = regex.MatchString(text)
fmt.Println(isMatch)
// true
```

Pada contoh di atas `isMatch` bernilai `true` karena string `"banana burger soup"` memenuhi pola regex `[a-z]+`.

A.45.3. Method `FindString()`

Digunakan untuk mencari string yang memenuhi kriteria regexp yang telah ditentukan.

```
var text = "banana burger soup"
var regex, _ = regexp.Compile(`[a-z]+`)

var str = regex.FindString(text)
fmt.Println(str)
// "banana"
```

Fungsi ini hanya mengembalikan 1 buah hasil saja. Jika ada banyak substring yang sesuai dengan ekspresi regexp, akan dikembalikan yang pertama saja.

A.45.4. Method `FindStringIndex()`

Digunakan untuk mencari index string kembalian hasil dari operasi regexp.

```
var text = "banana burger soup"
var regex, _ = regexp.Compile(`[a-z]+`)

var idx = regex.FindStringIndex(text)
fmt.Println(idx)
// [0, 6]

var str = text[0:6]
fmt.Println(str)
// "banana"
```

Method ini sama dengan `FindString()` hanya saja yang dikembalikan indeks-nya.

A.45.5. Method `FindAllString()`

Digunakan untuk mencari banyak string yang memenuhi kriteria regexp yang telah ditentukan.

```
var text = "banana burger soup"
var regex, _ = regexp.Compile(`[a-z]+`)

var str1 = regex.FindAllString(text, -1)
fmt.Println(str1)
// [banana burger soup]

var str2 = regex.FindAllString(text, 1)
fmt.Println(str2)
// [banana]
```

Jumlah data yang dikembalikan bisa ditentukan. Jika diisi dengan `-1`, maka akan mengembalikan semua data.

A.45.6. Method `ReplaceAllString()`

Berguna untuk me-replace semua string yang memenuhi kriteria regexp, dengan string lain.

```
var text = "banana burger soup"
var regex, _ = regexp.Compile(`[a-z]+`)

var str = regex.ReplaceAllString(text, "potato")
fmt.Println(str)
// "potato potato potato"
```

A.45.7. Method `ReplaceAllStringFunc()`

Digunakan untuk me-replace semua string yang memenuhi kriteria regexp, dengan kondisi yang bisa ditentukan untuk setiap substring yang akan di replace.

```
var text = "banana burger soup"
var regex, _ = regexp.Compile(`[a-z]+`)

var str = regex.ReplaceAllStringFunc(text, func(each string) string {
    if each == "burger" {
        return "potato"
    }
    return each
})
fmt.Println(str)
// "banana potato soup"
```

Pada contoh di atas, jika ada substring yang *match* dengan kata `"burger"`, maka akan diganti dengan `"potato"`.

A.45.8. Method `Split()`

Digunakan untuk memisah string dengan pemisah adalah substring yang memenuhi kriteria regexp yang telah ditentukan.

Jumlah karakter yang akan di split bisa ditentukan dengan mengisi parameter kedua fungsi `regex.Split()`. Jika di-isi `-1` maka semua karakter yang memenuhi kriteria regex akan menjadi *separator* dalam operasi pemisahan/split. Contoh lain, jika di-isi `2`, maka hanya 2 karakter pertama yang memenuhi kriteria regex akan menjadi *separator* dalam split tersebut.

```
var text = "banana burger soup"
var regex, _ = regexp.Compile(`[a-b]+`) // split dengan separator adalah karakt

var str = regex.Split(text, -1)
fmt.Printf("%#v \n", str)
// []string{"", "n", "n", " ", "urger soup"}
```

Pada contoh di atas, ekspresi regexp `[a-b]+` digunakan sebagai kriteria split. Maka karakter `a` dan/atau `b` akan menjadi separator.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.45...

A.46. Encode - Decode Base64

Go menyediakan package `encoding/base64`, berisikan fungsi-fungsi untuk kebutuhan **encode** dan **decode** data ke bentuk base64 dan sebaliknya. Data yang akan di-encode harus bertipe `[]byte`, maka perlu dilakukan casting untuk data-data yang tipenya belum `[]byte`.

Proses encoding dan decoding bisa dilakukan via beberapa cara yang pada chapter ini kita akan pelajari.

A.46.1. Penerapan Fungsi `EncodeToString()` & `DecodeString()`

Fungsi `EncodeToString()` digunakan untuk encode data dari bentuk string ke base64. Fungsi `DecodeString()` melakukan kebalikan dari `EncodeToString()`. Berikut adalah contoh penerapannya.

```
package main

import "encoding/base64"
import "fmt"

func main() {
    var data = "john wick"

    var encodedString = base64.StdEncoding.EncodeToString([]byte(data))
    fmt.Println("encoded:", encodedString)

    var decodedByte, _ = base64.StdEncoding.DecodeString(encodedString)
    var decodedString = string(decodedByte)
    fmt.Println("decoded:", decodedString)
}
```

Variabel `data` yang bertipe `string`, harus di-casting terlebih dahulu ke dalam bentuk `[]byte` sebelum di-encode menggunakan fungsi `base64.StdEncoding.EncodeToString()`. Hasil encode adalah data base64 bertipe `string`.

Sedangkan pada fungsi decode `base64.StdEncoding.DecodeString()`, data base64 bertipe `string` di-decode kembali ke string aslinya, tapi bertipe `[]byte`. Ekspresi `string(decodedByte)` menjadikan data `[]byte` tersebut berubah menjadi string.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab43.go
encoded: am9obiB3aWNr
decoded: john wick
novalagung:belajar-golang $
```

A.46.2. Penerapan Fungsi `Encode()` & `Decode()`

Kedua fungsi ini kegunaannya sama dengan fungsi yang sebelumnya kita bahas, salah satu pembedanya adalah data yang akan dikonversi dan hasilnya bertipe `[]byte`. Penggunaan cara ini cukup panjang karena variabel penyimpan hasil encode maupun decode harus disiapkan terlebih dahulu, dan harus memiliki lebar data sesuai dengan hasil yang akan ditampung (yang nilainya bisa dicari menggunakan fungsi `EncodedLen()` dan `DecodedLen()`).

Lebih jelasnya silakan perhatikan contoh berikut.

```
var data = "john wick"

var encoded = make([]byte, base64.StdEncoding.EncodedLen(len(data)))
base64.StdEncoding.Encode(encoded, []byte(data))
var encodedString = string(encoded)
fmt.Println(encodedString)

var decoded = make([]byte, base64.StdEncoding.DecodedLen(len(encoded)))
var _, err = base64.StdEncoding.Decode(decoded, encoded)
if err != nil {
    fmt.Println(err.Error())
}
var decodedString = string(decoded)
fmt.Println(decodedString)
```

Fungsi `base64.StdEncoding.EncodedLen(len(data))` menghasilkan informasi lebar variable `data` ketika sudah di-encode. Nilai tersebut kemudian ditentukan sebagai lebar alokasi tipe `[]byte` pada variabel `encoded` yang nantinya digunakan untuk menampung hasil encoding.

Fungsi `base64.StdEncoding.DecodedLen()` memiliki kegunaan sama dengan `EncodedLen()`, hanya saja digunakan untuk keperluan decoding.

Dibanding 2 fungsi sebelumnya, fungsi `Encode()` dan `Decode()` ini memiliki beberapa perbedaan. Selain lebar data penampung encode/decode harus dicari terlebih dahulu, terdapat perbedaan lainnya, yaitu pada fungsi ini hasil encode/decode tidak didapat dari nilai kembalian, melainkan dari parameter. Variabel yang digunakan untuk menampung hasil, disisipkan pada parameter fungsi tersebut.

Pada pemanggilan fungsi encode/decode, variabel `encoded` dan `decoded` tidak disisipkan nilai pointer-nya, cukup di-pass dengan cara biasa, tipe datanya sudah dalam bentuk `[]byte`.

A.46.3. Encode & Decode Data URL

Khusus encode data string yang isinya merupakan URL, lebih efektif menggunakan `URLEncoding` dibandingkan `StdEncoding`.

Cara penerapannya kurang lebih sama, bisa menggunakan metode pertama maupun metode kedua yang sudah dibahas di atas. Cukup ganti `StdEncoding` menjadi `URLEncoding`.

```
var data = "https://novalagung.com/"

var encodedString = base64.URLEncoding.EncodeToString([]byte(data))
fmt.Println(encodedString)

var decodedByte, _ = base64.URLEncoding.DecodeString(encodedString)
var decodedString = string(decodedByte)
fmt.Println(decodedString)
```

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.46...

A.47. Hash SHA1

Hash adalah algoritma satu arah untuk mengubah text menjadi deretan karakter acak dengan panjang tertentu. Hash bukan enkripsi, karena hasil hash tidak bisa di-decrypt untuk dikembalikan ke text asli.

SHA1 atau **Secure Hash Algorithm 1** merupakan salah satu algoritma hashing. Hasil dari sha1 adalah data dengan lebar **20 byte** atau **160 bit**, biasa ditampilkan dalam bentuk bilangan heksadesimal 40 digit.

> SHA1 tidak direkomendasikan untuk kebutuhan keamanan modern seperti penyimpanan password atau tanda tangan digital. Untuk password gunakan algoritma khusus password hashing seperti bcrypt, scrypt, Argon2id, atau PBKDF2.

Pada chapter ini kita akan belajar tentang pemanfaatan sha1 dan teknik salting dalam hash.

A.47.1. Penerapan Hash SHA1

Go menyediakan package `crypto/sha1`, berisikan library untuk keperluan *hashing*. Cara penerapannya cukup mudah, contohnya bisa dilihat pada kode berikut.

```
package main

import "crypto/sha1"
import "fmt"

func main() {
    var text = "this is secret"
    var sha = sha1.New()
    sha.Write([]byte(text))
    var encrypted = sha.Sum(nil)
    var encryptedString = fmt.Sprintf("%x", encrypted)

    fmt.Println(encryptedString)
    // f4ebfd7a42d9a43a536e2bed9ee4974abf8f8dc8
}
```

Variabel hasil dari `sha1.New()` adalah objek bertipe `hash.Hash`, memiliki dua buah method `Write()` dan `Sum()`.

- Method `Write()` digunakan untuk menge-set data yang akan di-hash. Data harus dalam bentuk `[]byte`.
- Method `Sum()` digunakan untuk eksekusi proses hash, menghasilkan data yang sudah di-hash dalam bentuk `[]byte`. Method ini membutuhkan sebuah parameter, isi dengan nil.

Untuk mengambil bentuk heksadesimal string dari data yang sudah di-hash, bisa memanfaatkan fungsi `fmt.Sprintf` dengan layout format `%x`.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab44.go
original : this is secret
hashed   : f4ebfd7a42d9a43a536e2bed9ee4974abf8f8dc8
novalagung:belajar-golang $
```

A.47.2. Metode Salting Pada Hash SHA1

Salt dalam konteks kriptografi adalah data acak yang digabungkan pada data asli sebelum proses hash dilakukan.

Hash menghasilkan data dengan lebar yang sudah pasti, sangat mungkin sekali kalau hasil hash untuk beberapa data adalah sama. Di sinilah kegunaan **salt**, teknik ini berguna untuk mengurangi efektivitas serangan menggunakan tabel hash siap pakai atau pencocokan kata umum *(dictionary attack)*.

Langsung saja kita praktikkan. Pertama import package yang dibutuhkan. Lalu buat fungsi untuk hash menggunakan salt dari waktu sekarang.

> Contoh ini hanya untuk memahami konsep salt. Untuk kebutuhan password production, jangan gunakan SHA1 dan jangan gunakan timestamp sebagai salt. Gunakan salt acak dari `crypto/rand` dan algoritma password hashing.

```go
package main

import "crypto/sha1"
import "fmt"
import "time"

func doHashUsingSalt(text string) (string, string) {
    var salt = fmt.Sprintf("%d", time.Now().UnixNano())
    var saltedText = fmt.Sprintf("text: '%s', salt: %s", text, salt)
    var sha = sha1.New()
    sha.Write([]byte(saltedText))
    var encrypted = sha.Sum(nil)

    return fmt.Sprintf("%x", encrypted), salt
}
```

Salt yang digunakan adalah hasil dari ekspresi `time.Now().UnixNano()`. Angkanya berubah sangat cepat karena resolusi waktunya sampai *nanosecond*, sehingga cocok untuk contoh sederhana, tetapi tetap bukan sumber salt yang ideal untuk production.

Selanjutnya test fungsi yang telah dibuat beberapa kali.

```go
func main() {
    var text = "this is secret"
    fmt.Printf("original : %s\n\n", text)

    var hashed1, salt1 = doHashUsingSalt(text)
    fmt.Printf("hashed 1 : %s\n\n", hashed1)
    // 929fd8b1e58afca1ebbe30beac3b84e63882ee1a

    var hashed2, salt2 = doHashUsingSalt(text)
    fmt.Printf("hashed 2 : %s\n\n", hashed2)
    // cda603d95286f0aece4b3e1749abe7128a4eed78

    var hashed3, salt3 = doHashUsingSalt(text)
    fmt.Printf("hashed 3 : %s\n\n", hashed3)
    // 9e2b514bca911cb76f7630da50a99d4f4bb200b4

    _, _, _ = salt1, salt2, salt3
}
```

Hasil hash fungsi `doHashUsingSalt()` akan selalu beda, karena salt yang digunakan adalah waktu.

```
[novalagung:belajar-golang $ go run bab44.go
original : this is secret

text: 'this is secret', salt: 1444813038167909774
hashed 1 : 3b3b3dc90547617236aeeb8d349eeb79d8b658cb

text: 'this is secret', salt: 1444813038167928750
hashed 2 : f7de5b412793a7f8b11f05849fab18eb137c20ca

text: 'this is secret', salt: 1444813038167934830
hashed 3 : 9ee315e39c142648888054ad1e821e7a21f3a583
```

Konsep salt sering dipakai pada penyimpanan password user. Salt dan data hasil hash harus disimpan pada database, karena digunakan dalam pencocokan password setiap user melakukan login. Namun untuk implementasi nyata, gunakan algoritma password hashing seperti bcrypt, scrypt, Argon2id, atau PBKDF2.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.47...

A.48. Arguments & Flag

Arguments adalah data argument opsional yang disisipkan ketika eksekusi program. Sedangkan **flag** merupakan ekstensi dari argument. Dengan flag, penulisan argument menjadi lebih rapi dan terstruktur.

Pada chapter ini kita akan belajar tentang penerapan arguments dan flag.

A.48.1. Penggunaan Arguments

Data arguments bisa didapat lewat variabel `os.Args` (package `os` perlu di-import terlebih dahulu). Data tersebut tersimpan dalam bentuk array. Setiap data argument yang disisipkan saat pemanggilan program, datanya dipecah menggunakan karakter spasi lalu di-map ke bentuk array. Contoh penerapan:

```
package main

import "fmt"
import "os"

func main() {
    var argsRaw = os.Args
    fmt.Printf("-> %#v\n", argsRaw)
    // -> []string{".../bab45", "banana", "potato", "ice cream"}

    var args = argsRaw[1:]
    fmt.Printf("-> %#v\n", args)
    // -> []string{"banana", "potato", "ice cream"}
}
```

Argument disisipkan saat eksekusi program. Sebagai contoh, kita ingin menyisipkan 3 buah argumen berikut: `banana`, `potato`, dan `ice cream`. Maka penulisan saat pemanggilan program-nya seperti ini:

- Menggunakan `go run`

  ```
  go run bab45.go banana potato "ice cream"
  ```

- Menggunakan `go build`

  ```
  go build bab45.go
  $ ./bab45 banana potato "ice cream"
  ```

Output program:

```
[novalagung:belajar-golang $ go run bab45.go banana potato "ice cream"          ]
 -> []string{"/var/folders/_2/sdbvcqxd0pq3jz14pwyf_rz00000gn/T/go-build918678092
/command-line-arguments/_obj/exe/bab45", "banana", "potato", "ice cream"}
 -> []string{"banana", "potato", "ice cream"}
[novalagung:belajar-golang $                                                     ]
[novalagung:belajar-golang $ go build bab45.go                                   ]
[novalagung:belajar-golang $ ./bab45 banana potato "ice cream"                   ]
 -> []string{"./bab45", "banana", "potato", "ice cream"}
 -> []string{"banana", "potato", "ice cream"}
 novalagung:belajar-golang $
```

Bisa dilihat pada kode di atas, bahwa untuk data argumen yang ada karakter spasi-nya (` `) harus dituliskan dengan diapit tanda petik (`"`) agar tidak dideteksi sebagai 2 argumen.

Variabel `os.Args` berisi tak hanya arguments saja, tapi juga path file executable pada index ke-0 (jika eksekusi-nya menggunakan `go run` maka path akan merujuk ke folder temporary). Maka di sini penting untuk hanya mengambil elemen index ke-1 dan seterusnya saja via statement `os.Args[1:]` .

A.48.2. Penggunaan Flag

Flag memiliki kegunaan yang sama seperti arguments, yaitu untuk *parameterize* eksekusi program, dengan penulisan dalam bentuk key-value. Berikut merupakan contoh penerapannya.

```go
package main

import "flag"
import "fmt"

func main() {
    var name = flag.String("name", "anonymous", "type your name")
    var age = flag.Int64("age", 25, "type your age")

    flag.Parse()
    fmt.Printf("name\t: %s\n", *name)
    fmt.Printf("age\t: %d\n", *age)
}
```

Cara penulisan arguments menggunakan flag:

```
go run bab45.go -name="john wick" -age=28
```

Tiap argument harus ditentukan key, tipe data, dan nilai default-nya. Contohnya seperti pada `flag.String()` di atas. Agar lebih mudah dipahami, mari kita bahas kode berikut.

```go
var dataName = flag.String("name", "anonymous", "type your name")
fmt.Println(*dataName)
```

Kode tersebut maksudnya adalah, disiapkan flag bertipe `string`, dengan key adalah `name`, dengan nilai default `"anonymous"`, dan keterangan `"type your name"`. Nilai flag nya sendiri akan disimpan ke dalam variabel `dataName`.

Nilai balik fungsi `flag.String()` adalah string pointer, jadi perlu di-*dereference* terlebih dahulu untuk mengakses nilai aslinya (`*dataName`).

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab45.go -name="john wick" -age=28
name    : john wick
age     : 28
novalagung:belajar-golang $ go run bab45.go -age=27
name    : anonymous
age     : 27
novalagung:belajar-golang $
```

Flag yang nilainya tidak diset, secara otomatis akan mengembalikan nilai default.

Tabel berikut merupakan macam-macam fungsi flag yang tersedia untuk tiap jenis tipe data.

Nama Fungsi	Return Value
`flag.Bool(name, defaultValue, usage)`	`*bool`
`flag.Duration(name, defaultValue, usage)`	`*time.Duration`
`flag.Float64(name, defaultValue, usage)`	`*float64`
`flag.Int(name, defaultValue, usage)`	`*int`
`flag.Int64(name, defaultValue, usage)`	`*int64`
`flag.String(name, defaultValue, usage)`	`*string`
`flag.Uint(name, defaultValue, usage)`	`*uint`
`flag.Uint64(name, defaultValue, usage)`	`*uint64`

A.48.3. Deklarasi Flag Dengan Cara Passing Reference Variabel Penampung Data

Sebenarnya ada 2 cara deklarasi flag yang bisa digunakan, dan cara di atas merupakan cara pertama.

Cara kedua mirip dengan cara pertama, perbedaannya: pada cara pertama nilai pointer flag dikembalikan lalu ditampung variabel, sedangkan pada cara kedua nilainya di-set lewat parameter pointer.

Agar lebih jelas perhatikan contoh berikut:

```go
// cara ke-1
var data1 = flag.String("name", "anonymous", "type your name")
fmt.Println(*data1)

// cara ke-2
var data2 string
flag.StringVar(&data2, "gender", "male", "type your gender")
flag.Parse()
fmt.Println(data2)
```

Tinggal tambahkan akhiran `Var` pada pemanggilan nama fungsi flag yang digunakan (contoh `flag.IntVar()`, `flag.BoolVar()`, dll), lalu disisipkan referensi variabel penampung flag sebagai parameter pertama.

Kegunaan dari parameter terakhir method-method flag adalah untuk memunculkan hints atau petunjuk arguments apa saja yang bisa dipakai, ketika argument `--help` ditambahkan saat eksekusi program.

```
novalagung:chapter-45 $ go build 2-flag.go
novalagung:chapter-45 $ ./2-flag --help
Usage of ./2-flag:
  -age int
        type your age (default 25)
  -name string
        type your name (default "anonymous")
```

A.48.4. Fungsi `flag.TextVar()` (Go 1.21+)

Sejak Go 1.21, tersedia fungsi `flag.TextVar()` untuk mendaftarkan flag dengan tipe data kustom yang mengimplementasikan interface `encoding.TextUnmarshaler`. Ini berguna untuk tipe-tipe seperti `time.Time`, `net.IP`, atau tipe buatan sendiri yang bisa diparsing dari teks.

```go
package main

import (
    "flag"
    "fmt"
    "net"
)

func main() {
    var ip net.IP
    flag.TextVar(&ip, "ip", net.IPv4(127, 0, 0, 1), "IP address")

    flag.Parse()
    fmt.Println("ip:", ip)
}
```

Jalankan dengan:

```
go run main.go -ip=192.168.1.1
```

Output:

```
ip: 192.168.1.1
```

`flag.TextVar()` memanggil method `UnmarshalText()` dari tipe yang diberikan untuk mengkonversi nilai string dari argument menjadi tipe yang sesuai.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.48...

A.49. Exec

Exec digunakan untuk eksekusi perintah command line lewat kode program. Command yang bisa dieksekusi adalah semua command yang bisa dieksekusi di command line sesuai sistem operasinya (Linux-distros, Windows, MacOS, dan lainnya).

A.49.1. Penggunaan Exec

Go menyediakan package `os/exec` yang isinya banyak sekali API atau fungsi untuk keperluan eksekusi perintah command line.

Cara eksekusi command adalah menggunakan fungsi `exec.Command()` dengan argument pemanggilan fungsi diisi command CLI yang diinginkan. Contoh:

```
package main

import "fmt"
import "os/exec"

func main() {
    var output1, _ = exec.Command("ls").Output()
    fmt.Printf(" -> ls\n%s\n", string(output1))

    var output2, _ = exec.Command("pwd").Output()
    fmt.Printf(" -> pwd\n%s\n", string(output2))

    var output3, _ = exec.Command("git", "config", "user.name").Output()
    fmt.Printf(" -> git config user.name\n%s\n", string(output3))
}
```

Fungsi `exec.Command()` menjalankan command yang dituliskan pada argument pemanggilan fungsi.

Untuk mendapatkan outputnya, chain saja langsung dengan method `Output()`. Output yang dihasilkan berbentuk `[]byte`, maka pastikan cast ke string terlebih dahulu untuk membaca isi outputnya.

```
[novalagung:belajar-golang $ go run bab46.go
 -> ls
bab43.go
bab44.go
bab45.go
bab46.go

 -> pwd
/Users/novalagung/Documents/go/src/belajar-golang

 -> git config user.name
novalagung
```

A.49.2. Rekomendasi Penggunaan Exec

Ada kalanya saat eksekusi command yang sudah jelas-jelas ada (seperti `ls`, `dir`, atau lainnya), error muncul menginformasikan bahwa command tidak ditemukan (command not found). Hal ini biasanya terjadi karena command tersebut merupakan perintah built-in dari shell, bukan file executable mandiri yang bisa dipanggil langsung oleh `exec.Command()`. Contohnya: `dir` adalah built-in `cmd.exe` di Windows, dan beberapa command di Linux juga merupakan built-in dari `bash` atau `sh`.

Untuk mengatasi masalah ini, tambahkan `bash -c` pada sistem operasi berbasi Linux, MacOS, Unix, atau `cmd /C` untuk OS Windows.

```
if runtime.GOOS == "windows" {
    output, err = exec.Command("cmd", "/C", "git config user.name").Output()
} else {
    output, err = exec.Command("bash", "-c", "git config user.name").Output()
}
```

Statement `runtime.GOOS` penggunaannya mengembalikan informasi sistem operasi dalam bentuk string. Manfaatkan seleksi kondisi untuk memastikan command yang ingin dieksekusi sudah sesuai dengan OS atau belum.

A.49.3. Method Exec Lainnya

Selain `.Output()` ada sangat banyak sekali API untuk keperluan komunikasi dengan OS/CLI yang bisa dipergunakan. Lebih jelasnya silakan langsung melihat dokumentasi package tersebut di https://pkg.go.dev/os/exec

A.49.4. Exec dengan Context dan Timeout (Go 1.20+)

Sejak Go 1.20, struct `exec.Cmd` memiliki dua field baru: `Cancel` dan `WaitDelay`, yang memudahkan pengaturan timeout dan pembatalan command.

Field `Cancel` berisi fungsi yang dipanggil ketika context dibatalkan. Field `WaitDelay` menentukan berapa lama proses diberi waktu tambahan untuk bersih-bersih setelah menerima sinyal berhenti, sebelum di-kill paksa.

Cara yang lebih umum adalah menggunakan `exec.CommandContext()` yang secara otomatis membatalkan command ketika context selesai:

```go
package main

import (
    "context"
    "fmt"
    "os/exec"
    "time"
)

func main() {
    ctx, cancel := context.WithTimeout(context.Background(), 3*time.Second)
    defer cancel()

    cmd := exec.CommandContext(ctx, "sleep", "10")
    err := cmd.Run()
    if err != nil {
        fmt.Println("error:", err)
        // error: signal: killed (jika timeout tercapai)
    }
}
```

Pada contoh di atas, command `sleep 10` akan di-cancel setelah 3 detik karena context timeout-nya hanya 3 detik.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.49...

A.50. File

Pada chapter ini kita akan belajar beberapa teknik operasi file yang paling dasar.

A.50.1. Membuat File Baru

Pembuatan file di Go sangat mudah, dilakukan dengan memanfaatkan fungsi `os.Create()` disertai path file sebagai argument pemanggilan fungsi. Jika ternyata file yang akan dibuat sudah ada duluan, maka operasi `os.Create()` akan menimpa file yang sudah ada dengan file baru. Untuk menghindari penimpaan file, gunakan fungsi `os.IsNotExist()` untuk mendeteksi apakah file yang ingin dibuat sudah ada atau belum.

Contoh program operasi pembuatan file:

```go
package main

import "fmt"
import "os"

var path = "/Users/novalagung/Documents/temp/test.txt"

func isError(err error) bool {
    if err != nil {
        fmt.Println(err.Error())
    }

    return (err != nil)
}

func createFile() {
    // deteksi apakah file sudah ada
    var _, err = os.Stat(path)

    // buat file baru jika belum ada
    if os.IsNotExist(err) {
        var file, err = os.Create(path)
        if isError(err) { return }
        defer file.Close()
    }

    fmt.Println("==> file berhasil dibuat", path)
}

func main() {
    createFile()
}
```

Fungsi `os.Stat()` mengembalikan 2 data, yaitu informasi tetang path yang dicari, dan error (jika ada). Masukkan error kembalian fungsi tersebut sebagai argument pemanggilan fungsi `os.IsNotExist()`, untuk mengetahui apakah file yang akan dibuat sudah ada. Jika rupanya file belum ada, maka fungsi tersebut akan mengembalikan nilai `true`.

Fungsi `os.Create()` ini mengembalikan objek bertipe `*os.File`. File yang baru dibuat, statusnya adalah otomatis **open**. Setelah operasi file selesai, file harus di-**close** menggunakan method `file.Close()`.

Membiarkan file terbuka ketika sudah tak lagi digunakan adalah tidak baik, karena ada efek ke memory dan akses ke file itu sendiri, file menjadi terkunci/locked, membuatnya tidak bisa diakses oleh proses lain selama status file statusnya masih **open** dan belum di-close.

```
[novalagung:chapter-47 $ ls /Users/novalagung/Documents/temp/
[novalagung:chapter-47 $ go run 1-membuat-file.go
==> file berhasil dibuat /Users/novalagung/Documents/temp/test.txt
[novalagung:chapter-47 $ ls /Users/novalagung/Documents/temp/
test.txt
```

A.50.2. Mengedit Isi File

Untuk mengedit file, yang pertama perlu dilakukan adalah membuka file dengan level akses **write**. Setelah mendapatkan objek file-nya, gunakan method `WriteString()` untuk penulisan data. Di akhir, panggil method `Sync()` untuk menyimpan perubahan.

```go
func writeFile() {
    // buka file dengan level akses READ & WRITE
    var file, err = os.OpenFile(path, os.O_RDWR, 0644)
    if isError(err) { return }
    defer file.Close()

    // tulis data ke file
    _, err = file.WriteString("halo\n")
    if isError(err) { return }
    _, err = file.WriteString("mari belajar golang\n")
    if isError(err) { return }

    // simpan perubahan
    err = file.Sync()
    if isError(err) { return }

    fmt.Println("==> file berhasil di isi")
}

func main() {
    writeFile()
}
```

Pada program di atas, file dibuka dengan level akses **read** dan **write** dengan kode permission **0644**. Setelah itu, beberapa string diisikan ke dalam file tersebut menggunakan `WriteString()`. Di akhir, semua perubahan terhadap file menjadi tersimpan dengan adanya pemanggilan method `Sync()`.

```
[novalagung:chapter-47 $ cat /Users/novalagung/Documents/temp/test.txt
[novalagung:chapter-47 $ go run 2-mengedit-file.go
==> file berhasil di isi
[novalagung:chapter-47 $ cat /Users/novalagung/Documents/temp/test.txt
halo
mari belajar golang
novalagung:chapter-47 $
```

A.50.3. Membaca Isi File

File yang ingin dibaca harus dibuka terlebih dahulu menggunakan fungsi `os.OpenFile()` dengan level akses minimal adalah **read**. Dari object file kembalian fungsi tersebut, gunakan method `Read()` dengan disertai argument berupa variabel yang akan menampung data hasil operasi baca.

```
// tambahkan di bagian import package io
import "io"

func readFile() {
    // buka file
    var file, err = os.OpenFile(path, os.O_RDONLY, 0644)
    if isError(err) { return }
    defer file.Close()

    // baca file
    var text = make([]byte, 1024)
    for {
        var n int
        n, err = file.Read(text)
        if err != nil {
            if err == io.EOF {
                err = nil
                break
            }
            if isError(err) { return }
        }
        if n == 0 {
            break
        }
    }
    if isError(err) { return }

    fmt.Println("==> file berhasil dibaca")
    fmt.Println(string(text))
}

func main() {
    readFile()
}
```

Fungsi `os.OpenFile()` dalam pemanggilannya memerlukan beberapa argument parameter untuk di-isi:

1. Parameter pertama adalah path file yang akan dibuka.
2. Parameter kedua adalah level akses. `os.O_RDONLY` maksudnya adalah **read only**.

3. Parameter ketiga adalah permission file-nya.

Variabel `text` disiapkan bertipe slice `[]byte` dengan alokasi elemen `1024`. Variabel tersebut bertugas menampung data hasil statement `file.Read()`. Proses pembacaan file dilakukan terus menerus, berurutan dari baris pertama hingga akhir.

Error yang muncul ketika eksekusi `file.Read()` akan di-filter, ketika error adalah selain `io.EOF` maka proses baca file akan berlanjut. Error `io.EOF` sendiri menandakan bahwa file yang sedang dibaca adalah baris terakhir isi atau **end of file**.

```
novalagung:chapter-47 $ go run 3-membaca-file.go
==> file berhasil dibaca
halo
mari belajar golang
```

A.50.4. Menghapus File

Operasi menghapus file dilakukan via fungsi `os.Remove()`. Panggil fungsi tersebut, kemudian isi path dari file yang ingin dihapus sebagai argument fungsi.

```go
func deleteFile() {
    var err = os.Remove(path)
    if isError(err) { return }

    fmt.Println("==> file berhasil di delete")
}

func main() {
    deleteFile()
}
```

```
novalagung:chapter-47 $ ls /Users/novalagung/Documents/temp/
test.txt
novalagung:chapter-47 $ go run 4-menghapus-file.go
==> file berhasil di delete
novalagung:chapter-47 $ ls /Users/novalagung/Documents/temp/
novalagung:chapter-47 $
```

A.50.5. Fungsi os.ReadFile() dan os.WriteFile() (Go 1.16+)

Sejak Go 1.16, package `os` menyediakan dua fungsi baru yang menyederhanakan operasi baca dan tulis file: `os.ReadFile()` dan `os.WriteFile()`. Kedua fungsi ini menggantikan `ioutil.ReadFile()` dan `ioutil.WriteFile()` yang sekarang sudah deprecated.

Dengan `os.ReadFile()`, seluruh isi file terbaca sekaligus tanpa perlu membuka file secara manual:

```
package main

import (
    "fmt"
    "os"
)

func main() {
    // tulis file
    content := []byte("halo\nmari belajar golang\n")
    err := os.WriteFile("/Users/novalagung/Documents/temp/test.txt", content, 0
    if err != nil {
        fmt.Println("error tulis:", err)
        return
    }
    fmt.Println("==> file berhasil ditulis")

    // baca file
    data, err := os.ReadFile("/Users/novalagung/Documents/temp/test.txt")
    if err != nil {
        fmt.Println("error baca:", err)
        return
    }
    fmt.Println("==> file berhasil dibaca")
    fmt.Print(string(data))
}
```

`os.WriteFile()` menerima tiga parameter: path file, data bertipe `[]byte`, dan permission file. Jika file sudah ada, isinya akan ditimpa seluruhnya. `os.ReadFile()` mengembalikan seluruh isi file sebagai `[]byte` dan error.

Pendekatan ini lebih ringkas dibanding menggunakan `os.OpenFile()` secara langsung, cocok untuk file berukuran kecil hingga menengah.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.50...

A.51. Web Server

Go menyediakan package `net/http`, berisi berbagai macam fitur untuk keperluan pembuatan aplikasi berbasis web. Termasuk di dalamnya mencakup web server, routing, templating, dan lainnya.

Go memiliki web server sendiri, tersedia dalam package Go yang bisa kita import dengan mudah. Jadi berbeda dibanding beberapa bahasa lain yang servernya terpisah yang perlu diinstal sendiri (seperti PHP yang memerlukan Apache, .NET yang memerlukan IIS).

Pada chapter ini kita akan belajar cara pembuatan aplikasi web sederhana dan pemanfaatan template untuk mendesain view.

A.51.1. Membuat Aplikasi Web Sederhana

Package `net/http` memiliki banyak sekali fungsi yang bisa dimanfaatkan. Di bagian ini kita akan mempelajari beberapa fungsi penting seperti *routing* dan *start server*.

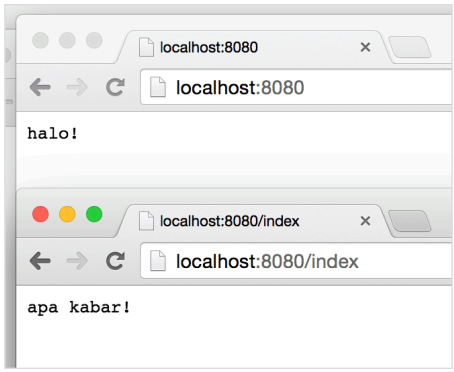
Program di bawah ini merupakan contoh sederhana untuk memunculkan text di web ketika url tertentu diakses.

```
package main

import "fmt"
import "log"
import "net/http"

func index(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    fmt.Fprintln(w, "apa kabar!")
}

func main() {
    http.HandleFunc("/", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
        fmt.Fprintln(w, "halo!")
    })

    http.HandleFunc("/index", index)

    fmt.Println("starting web server at http://localhost:8080/")
    err := http.ListenAndServe(":8080", nil)
    if err != nil {
        log.Fatal(err)
    }
}
```

Jalankan program tersebut.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab48.go
starting web server at http://localhost:8080/
```

Jika muncul dialog **Do you want the application "bab48" to accept incoming network connections?** atau sejenis, pilih allow. Setelah itu, buka url http://localhost:8080/ dan http://localhost:8080/index di browser.



Fungsi `http.HandleFunc()` digunakan untuk routing aplikasi web. Maksud dari routing adalah penentuan aksi ketika url tertentu diakses oleh user.

Pada kode di atas 2 rute didaftarkan, yaitu `/` dan `/index`. Aksi dari rute `/` adalah menampilkan text `"halo!"` di halaman website. Sedangkan `/index` menampilkan text `"apa kabar!"`.

Fungsi `http.HandleFunc()` memiliki 2 buah parameter yang harus diisi. Parameter pertama adalah rute yang diinginkan. Parameter kedua adalah *callback* atau aksi ketika rute tersebut diakses. Callback tersebut bertipe fungsi `func(w http.ResponseWriter, r *http.Request)`.

Pada pendaftaran rute `/index`, callback-nya adalah fungsi `index()`, hal seperti ini diperbolehkan asalkan tipe dari fungsi tersebut sesuai.

Fungsi `http.ListenAndServe()` digunakan untuk menghidupkan server sekaligus menjalankan aplikasi menggunakan server tersebut. Di Go, 1 web aplikasi adalah 1 buah server berbeda.

Pada contoh di atas, server dijalankan pada port `8080`.

> Fungsi `http.HandleFunc()` mendaftarkan handler ke `http.DefaultServeMux` yang bersifat global. Untuk keperluan produksi, lebih aman membuat mux baru secara eksplisit agar handler dari package lain tidak ikut terdaftar:
>
> ```
> mux := http.NewServeMux()
> mux.HandleFunc("/", handler)
> err := http.ListenAndServe(":8080", mux)
> if err != nil {
>  log.Fatal(err)
> }
> ```

Perlu diingat, setiap ada perubahan pada file `.go`, `go run` harus dipanggil lagi.

Untuk menghentikan web server, tekan **CTRL+C** pada terminal atau CMD, di mana pengeksekusian aplikasi berlangsung.

A.51.2. Penggunaan Template Web

Template engine memberikan kemudahan dalam mendesain tampilan view aplikasi website. Dan kabar baiknya Go menyediakan engine template sendiri, dengan banyak fitur yang tersedia di dalamnya.

Di sini kita akan belajar contoh sederhana penggunaan template untuk menampilkan data. Pertama siapkan dahulu template-nya. Buat file `template.html` lalu isi dengan kode berikut.

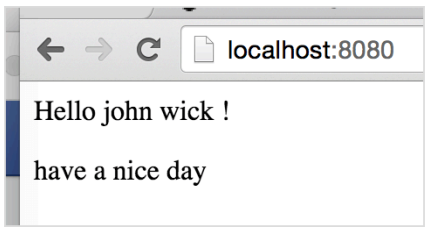
```
<html>
    <head>
        <title>Go learn net/http</title>
    </head>
    <body>
        <p>Hello {{.Name}} !</p>
        <p>{{.Message}}</p>
    </body>
</html>
```

Kode `{{.Name}}` artinya memunculkan isi data property `Name` yang dikirim dari router. Kode tersebut nantinya di-replace dengan isi variabel `Name`.

Selanjutnya ubah isi file `.go` dengan kode berikut.

```go
package main

import "fmt"
import "html/template"
import "log"
import "net/http"

func main() {
    http.HandleFunc("/", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
        var data = map[string]string{
            "Name":    "john wick",
            "Message": "have a nice day",
        }

        var t, err = template.ParseFiles("template.html")
        if err != nil {
            fmt.Println(err.Error())
            return
        }

        t.Execute(w, data)
    })

    fmt.Println("starting web server at http://localhost:8080/")
    err := http.ListenAndServe(":8080", nil)
    if err != nil {
        log.Fatal(err)
    }
}
```

Jalankan, lalu buka http://localhost:8080, maka data `Name` dan `Message` akan muncul di view.



Fungsi `template.ParseFiles()` digunakan untuk parsing template, mengembalikan 2 data yaitu instance template-nya dan error (jika ada). Pemanggilan method `Execute()` akan membuat hasil parsing template ditampilkan ke layar web browser.

Pada kode di atas, variabel `data` disisipkan sebagai parameter ke-2 method `Execute()`. Isi dari variabel tersebut bisa diakses di-view dengan menggunakan notasi `{{.NAMA_PROPERTY}}` (nama variabel sendiri tidak perlu dituliskan, langsung nama property di dalamnya).

Pada contoh di atas, statement di view `{{.Name}}` akan menampilkan isi dari `data.Name`.

A.51.3. Enhanced Routing (Go 1.22+)

Sejak Go 1.22, `net/http.ServeMux` mendukung dua fitur routing tambahan: **method routing** dan **wildcard path**.

Method routing memungkinkan pendaftaran handler untuk metode HTTP tertentu. Cukup tambahkan nama metode diikuti spasi di depan path, contohnya `"GET /items"` atau `"POST /items"`.

Wildcard path memungkinkan penangkapan segmen URL dinamis menggunakan notasi `{nama}`. Nilainya bisa diambil lewat `r.PathValue("nama")`.

```
package main

import (
    "fmt"
    "log"
    "net/http"
)

func main() {
    http.HandleFunc("GET /", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
        fmt.Fprintln(w, "halo dari GET /")
    })

    http.HandleFunc("GET /user/{id}", func(w http.ResponseWriter, r *http.Reque
        id := r.PathValue("id")
        fmt.Fprintf(w, "user id: %s\n", id)
    })

    http.HandleFunc("POST /user", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request)
        fmt.Fprintln(w, "create user")
    })

    fmt.Println("starting web server at http://localhost:8080/")
    err := http.ListenAndServe(":8080", nil)
    if err != nil {
        log.Fatal(err)
    }
}
```

Pada kode di atas:

- `"GET /"`: handler hanya aktif untuk request GET ke path `/`.

- `"GET /user/{id}"` : `{id}` adalah wildcard, nilainya diambil dengan `r.PathValue("id")` .
- `"POST /user"` : handler hanya aktif untuk request POST.

Ketika dua pola saling tumpang tindih, Go otomatis memilih pola yang lebih spesifik. Urutan pendaftaran tidak memengaruhi prioritas.

A.51.4. Advanced Web Programming

Sampai chapter ini yang kita pelajari adalah yang sifatnya fundamental atau dasar di pemrograman Go. Nantinya di chapter B.1. Golang Web App: Hello World hingga seterusnya akan lebih banyak membahas mengenai pemrograman web. Jadi untuk sekarang sabar dulu ya. Mari kita selesaikan pembelajaran fundamental secara runtun, sebelum masuk ke bagian pengembangan web.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.51...

A.52. URL Parsing

Data string berisi informasi URL bisa dikonversi ke tipe data `url.URL`. Dengan menggunakan tipe `url.URL`, akan ada banyak informasi yang bisa kita dapatkan dengan mudah, di antaranya seperti jenis protokol yang digunakan, path yang diakses, query, dan lainnya.

Berikut adalah contoh sederhana konversi string ke `url.URL`.

```
package main

import "fmt"
import "net/url"

func main() {
    var urlString = "http://localhost:8080/hello?name=john wick&age=27"
    var u, e = url.Parse(urlString)
    if e != nil {
        fmt.Println(e.Error())
        return
    }

    fmt.Printf("url: %s\n", urlString)

    fmt.Printf("protocol: %s\n", u.Scheme) // http
    fmt.Printf("host: %s\n", u.Host)       // localhost:8080
    fmt.Printf("path: %s\n", u.Path)       // /hello

    var name = u.Query()["name"][0] // john wick
    var age = u.Query()["age"][0]   // 27
    fmt.Printf("name: %s, age: %s\n", name, age)
}
```

Fungsi `url.Parse()` digunakan untuk parsing string ke bentuk url. Fungsi ini mengembalikan 2 data, variabel objek bertipe `*url.URL` dan error (jika ada). Lewat variabel objek tersebut pengaksesan informasi url akan menjadi lebih mudah, contohnya seperti nama host bisa didapatkan lewat `u.Host`, protokol lewat `u.Scheme`, dan lainnya.

Selain itu, query yang ada pada url akan otomatis diparsing juga, menjadi bentuk `map[string][]string`, dengan key adalah nama elemen query, dan value array string yang berisikan value elemen query.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab49.go
url: http://localhost:8080/hello?name=john wick&age=27
protocol: http
host: localhost:8080
path: /hello
name: john wick, age: 27
novalagung:belajar-golang $
```

A.52.1. Fungsi url.JoinPath (Go 1.19+)

Sejak Go 1.19, tersedia fungsi `url.JoinPath()` dan method `(*url.URL).JoinPath()` untuk menggabungkan segmen path URL secara aman. Fungsi ini otomatis melakukan encoding karakter khusus pada setiap segmen path yang diberikan.

```go
package main

import (
    "fmt"
    "net/url"
)

func main() {
    base := "http://localhost:8080/api"

    joined, err := url.JoinPath(base, "v1", "users", "john wick")
    if err != nil {
        fmt.Println(err.Error())
        return
    }
    fmt.Println(joined)
    // http://localhost:8080/api/v1/users/john%20wick

    u, _ := url.Parse(base)
    joined2, _ := u.JoinPath("v2", "items")
    fmt.Println(joined2)
    // http://localhost:8080/api/v2/items
}
```

Pada contoh di atas, spasi pada `"john wick"` otomatis di-encode menjadi `%20` pada URL hasil penggabungan. Pendekatan ini lebih aman dibanding penggabungan string manual karena encoding dilakukan secara otomatis per segmen.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.52...

A.53. JSON Data

JSON atau *Javascript Object Notation* adalah notasi standar penulisan data yang umum digunakan untuk komunikasi antar aplikasi/service. JSON sendiri sebenarnya merupakan subset dari *javascript*.

Go menyediakan package `encoding/json` yang berisikan banyak fungsi untuk kebutuhan operasi json.

Pada chapter ini, kita akan belajar cara untuk konversi string yang ditulis dalam format json menjadi objek Go, dan sebaliknya.

A.53.1. Decode JSON Ke Variabel Objek Struct

Di Go, data json dituliskan sebagai `string`. Dengan menggunakan `json.Unmarshal`, json string bisa dikonversi menjadi bentuk objek, entah itu dalam bentuk `map[string]interface{}` ataupun objek struct.

Program berikut ini adalah contoh cara decoding json ke bentuk objek. Pertama import package yang dibutuhkan, lalu siapkan struct `User`.

```
package main

import "encoding/json"
import "fmt"

type User struct {
    FullName string `json:"Name"`
    Age      int
}
```

Struct `User` ini nantinya digunakan untuk membuat variabel baru penampung hasil decode json string. Proses decode sendiri dilakukan lewat fungsi `json.Unmarshal()`, dalam penggunaannya data json string dimasukkan sebagai argument pemanggilan fungsi.

Contoh praktiknya bisa dilihat di bawah ini.

```go
func main() {
    var jsonString = `{"Name": "john wick", "Age": 27}`
    var jsonData = []byte(jsonString)

    var data User

    var err = json.Unmarshal(jsonData, &data)
    if err != nil {
        fmt.Println(err.Error())
        return
    }

    fmt.Println("user :", data.FullName)
    fmt.Println("age  :", data.Age)
}
```

Fungsi unmarshal hanya menerima data json dalam bentuk `[]byte`, maka dari itu data json string perlu di-casting terlebih dahulu ke tipe `[]byte`, sebelum akhirnya digunakan pada pemanggilan fungsi `json.Unmarshal()`.

Perlu diperhatikan, argument ke-2 pemanggilan fungsi tersebut harus diisi dengan variabel **pointer** yang nantinya akan menampung hasil operasi decoding.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab50.go
user : john wick
age  : 27
novalagung:belajar-golang $
```

Property `FullName` milik struct `User` memiliki **tag** `json:"Name"`. Tag tersebut digunakan untuk mapping informasi field json ke property struct.

Data json yang akan di-parsing memiliki 2 property yaitu `Name` dan `Age`. Di contoh, penulisan `Age` di data json dan pada struktur struct adalah sama, berbeda dengan `Name` yang ada di data json tapi tidak ada di struct.

Dengan menambahkan tag json, maka property `FullName` struct akan secara cerdas menampung data json property `Name`.

> Pada operasi decoding data json string ke variabel objek struct, semua level akses property struct penampung harus publik.

A.53.2. Decode JSON Ke `map[string]interface{}` & `interface{}`

Tak hanya ke objek cetakan struct, target decoding data json juga bisa berupa variabel bertipe `map[string]interface{}`.

```
var data1 map[string]interface{}
json.Unmarshal(jsonData, &data1)

fmt.Println("user :", data1["Name"])
fmt.Println("age  :", data1["Age"])
```

Variabel bertipe `interface{}` juga bisa digunakan untuk menampung hasil decode. Dengan catatan pada pengaksesan nilai property, harus dilakukan casting terlebih dahulu ke `map[string]interface{}`.

```
var data2 interface{}
json.Unmarshal(jsonData, &data2)

var decodedData = data2.(map[string]interface{})
fmt.Println("user :", decodedData["Name"])
fmt.Println("age  :", decodedData["Age"])
```

A.53.3. Decode Array JSON Ke Array Objek

Operasi decode data dari array json ke slice/array objek caranya juga sama. Langsung praktik saja agar lebih jelas. Siapkan sebuah variabel baru untuk menampung hasil decode dengan tipe slice struct, lalu gunakan pada fungsi `json.Unmarshal()`.

```
var jsonString = `[
    {"Name": "john wick", "Age": 27},
    {"Name": "ethan hunt", "Age": 32}
]`

var data []User

var err = json.Unmarshal([]byte(jsonString), &data)
if err != nil {
    fmt.Println(err.Error())
    return
}

fmt.Println("user 1:", data[0].FullName)
fmt.Println("user 2:", data[1].FullName)
```

A.53.4. Encode Objek Ke JSON String

Setelah sebelumnya dijelaskan beberapa cara decode data dari json string ke objek, sekarang kita akan belajar cara **encode** data objek di Go ke bentuk json string.

Fungsi `json.Marshal()` digunakan untuk encoding data ke json string. Sumber data bisa berupa variabel objek cetakan struct, data bertipe `map[string]interface{}`, slice, atau lainnya.

Pada contoh berikut, data slice struct dikonversi ke dalam bentuk json string. Hasil konversi adalah data bertipe `[]byte`, maka pastikan untuk meng-casting terlebih dahulu ke tipe `string` agar bisa ditampilkan bentuk json string-nya.

```
var object = []User{{FullName: "john wick", Age: 27}, {FullName: "ethan hunt",
var jsonData, err = json.Marshal(object)
if err != nil {
    fmt.Println(err.Error())
    return
}

var jsonString = string(jsonData)
fmt.Println(jsonString)
```

Output program:

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab50.go
[{"Name":"john wick","Age":27},{"Name":"ethan hunt","Age":32}]
novalagung:belajar-golang $
```

A.53.5. Tag omitzero (Go 1.24+)

Sejak Go 1.24, tersedia opsi tag baru bernama `omitzero` untuk field struct. Opsi ini digunakan saat marshaling: field yang nilainya adalah *zero value* akan dihilangkan dari output JSON.

Perbedaan utama antara `omitzero` dan `omitempty`:

- `omitempty`: menghilangkan field yang nilainya kosong (nil, 0, `""`, false, slice/map kosong).
- `omitzero`: menghilangkan field yang bernilai zero value sesuai tipenya. Jika tipe tersebut memiliki method `IsZero() bool`, method itu yang digunakan sebagai penentu.

```go
package main

import (
    "encoding/json"
    "fmt"
    "time"
)

type Event struct {
    Name      string    `json:"name"`
    StartDate time.Time `json:"start_date,omitzero"`
    Score     int       `json:"score,omitzero"`
}

func main() {
    event := Event{Name: "Go Conference"}

    jsonData, err := json.Marshal(event)
    if err != nil {
        fmt.Println(err.Error())
        return
    }

    fmt.Println(string(jsonData))
    // {"name":"Go Conference"}
}
```

Pada contoh di atas, field `StartDate` dan `Score` tidak muncul di output JSON karena keduanya bernilai zero value (`time.Time{}` dan `0`). Jika menggunakan `omitempty` , `StartDate` tetap akan muncul karena `time.Time{}` tidak dianggap "empty" oleh `omitempty` . Ini menjadi salah satu alasan utama kenapa `omitzero` dihadirkan.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.53...

A.54. Web Service API Server

Pada chapter ini kita akan mencoba mengkombinasikan hasil pembelajaran di 2 chapter sebelumnya (yaitu web programming dan JSON), untuk membuat sebuah web service API yang memiliki endpoint dengan response data mengadopsi format JSON.

> Web Service API adalah sebuah web yang menerima request dari client dan menghasilkan response, biasa berupa JSON/XML atau format lainnya.

A.54.1. Pembuatan Web API

Pertama siapkan terlebih dahulu struct dan beberapa data sample.

```
package main

import "encoding/json"
import "fmt"
import "log"
import "net/http"

type student struct {
    ID    string
    Name  string
    Grade int
}

var data = []student{
    student{"E001", "ethan", 21},
    student{"W001", "wick", 22},
    student{"B001", "bourne", 23},
    student{"B002", "bond", 23},
}
```

Struct `student` di atas digunakan sebagai tipe elemen slice sample data, ditampung variabel `data` .

Selanjutnya buat fungsi `users()` untuk handle endpoint `/users` . Di dalam fungsi tersebut ada proses deteksi jenis request lewat property `r.Method` , untuk mencari tahu apakah jenis request adalah **GET** atau **POST** atau lainnya.

```
func users(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    w.Header().Set("Content-Type", "application/json")

    if r.Method == "GET" {
        var result, err = json.Marshal(data)

        if err != nil {
            http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
            return
        }

        w.Write(result)
        return
    }

    http.Error(w, "", http.StatusBadRequest)
}
```

Jika request adalah GET (mengambil data), maka data yang di-encode ke JSON dijadikan sebagai response.

Statement `w.Header().Set("Content-Type", "application/json")` digunakan untuk menentukan tipe response, yaitu sebagai JSON. Sedangkan `w.Write()` digunakan untuk mendaftarkan data sebagai response.

Selebihnya, jika request tidak valid, response diset sebagai error menggunakan fungsi `http.Error()`.

Siapkan juga handler untuk endpoint `/user`. Perbedaan endpoint ini dengan `/users` di atas adalah:

- Endpoint `/users` mengembalikan semua sample data yang ada (array).
- Endpoint `/user` mengembalikan satu buah data saja, diambil dari data sample berdasarkan `ID`-nya. Pada endpoint ini, client harus mengirimkan juga informasi `ID` data yang dicari.

```
func user(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    w.Header().Set("Content-Type", "application/json")

    if r.Method == "POST" {
        var id = r.FormValue("id")
        var result []byte
        var err error

        for _, each := range data {
            if each.ID == id {
                result, err = json.Marshal(each)

                if err != nil {
                    http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
                    return
                }

                w.Write(result)
                return
            }
        }

        http.Error(w, "User not found", http.StatusNotFound)
        return
    }

    http.Error(w, "", http.StatusBadRequest)
}
```

Method `r.FormValue()` digunakan untuk mengambil data form yang dikirim dari client, pada konteks ini data yang dimaksud adalah `ID`.

Dengan menggunakan `ID` tersebut dicarilah data yang relevan. Jika ada, maka dikembalikan sebagai response. Jika tidak ada maka error **404, Not Found** dikembalikan dengan pesan **User not found**.

Terakhir, implementasikan kedua handler di atas.

```go
func main() {
    http.HandleFunc("/users", users)
    http.HandleFunc("/user", user)

    fmt.Println("starting web server at http://localhost:8080/")
    err := http.ListenAndServe(":8080", nil)
    if err != nil {
        log.Fatal(err)
    }
}
```

Jalankan program, sekarang web server sudah live dan bisa dikonsumsi datanya.

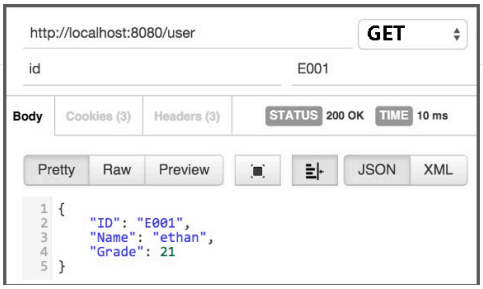
```
novalagung:belajar-golang $ go run bab51.go
starting web server at http://localhost:8080/
```

A.54.2. Test Web Service API via Postman

Setelah web server sudah berjalan, web service yang telah dibuat perlu untuk di-tes. Di sini saya menggunakan aplikasi Postman untuk mengetes API yang sudah dibuat.

- Test endpoint `/users`, apakah data yang dikembalikan sudah benar.

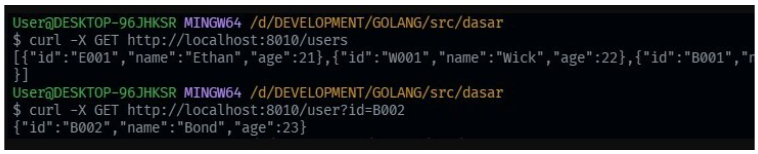
- Test endpoint `/user`, isi form data `id` dengan nilai `E001`.



A.54.3. Test Web Service API via `cURL`

Testing bisa juga dilakukan via cURL. Pastikan untuk menginstall cURL terlebih dahulu agar bisa menggunakan command berikut.

```
curl -X GET http://localhost:8080/users
curl -X POST -d "id=B002" http://localhost:8080/user
```



Data user ID pada endpoint `/user` dikirim sebagai form data menggunakan flag `-d`.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.54...

A.55. Simple Client HTTP Request

Pada chapter sebelumnya telah dibahas bagaimana cara membuat Web Service API yang response data-nya berbentuk JSON. Pada chapter ini kita akan belajar mengenai cara untuk mengkonsumsi data tersebut.

Pastikan anda sudah mempraktikkan apa-apa yang ada pada chapter sebelumnya (A.54. Web Service API Server), karena web service yang telah dibuat di situ juga dipergunakan pada chapter ini.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab51.go
starting web server at http://localhost:8080/
```

A.55.1. Penggunaan HTTP Request

Package `net/http`, selain berisikan tools untuk keperluan pembuatan web, juga berisikan fungsi-fungsi untuk melakukan http request. Salah satunya adalah `http.NewRequest()` yang akan kita bahas di sini. Untuk menggunakannya pastikan import package-nya terlebih dahulu.

Kemudian siapkan struct `student` yang nantinya akan dipakai sebagai tipe data response dari web API. Struct tersebut skema nya sama dengan yang ada pada chapter (A.54. Web Service API Server).

```go
package main

import "fmt"
import "net/http"
import "encoding/json"

var baseURL = "http://localhost:8080"

type student struct {
    ID    string
    Name  string
    Grade int
}
```

Setelah itu buat fungsi `fetchUsers()`. Fungsi ini bertugas melakukan request ke http://localhost:8080/users, menerima response dari request tersebut, lalu menampilkannya.

```
func fetchUsers() ([]student, error) {
    var err error
    var client = &http.Client{}
    var data []student

    request, err := http.NewRequest("GET", baseURL+"/users", nil)
    if err != nil {
        return nil, err
    }

    response, err := client.Do(request)
    if err != nil {
        return nil, err
    }
    defer response.Body.Close()

    err = json.NewDecoder(response.Body).Decode(&data)
    if err != nil {
        return nil, err
    }

    return data, nil
}
```

Statement `&http.Client{}` menghasilkan instance `http.Client`. Objek ini nantinya diperlukan untuk eksekusi request.

Fungsi `http.NewRequest()` digunakan untuk membuat request baru. Fungsi tersebut memiliki 3 parameter yang wajib diisi.

1. Parameter pertama, berisikan tipe request **POST** atau **GET** atau lainnya
2. Parameter kedua, adalah URL tujuan request
3. Parameter ketiga, form data request (jika ada)

Fungsi tersebut menghasilkan instance bertipe `*http.Request` yang nantinya digunakan saat eksekusi request.

Cara eksekusi request sendiri adalah dengan memanggil method `Do()` pada variabel `client` yang sudah dibuat. Fungsi `Do()` dipanggil dengan disisipkan argument fungsi yaitu object `request`. Penulisannya: `client.Do(request)`.

Method tersebut mengembalikan instance bertipe `*http.Response` yang di contoh ditampung oleh variabel `response`. Dari data response tersebut kita bisa mengakses informasi yang berhubungan dengan HTTP response, termasuk response body.

Data response body tersedia via property `Body` dengan tipe `io.ReadCloser`. Gunakan JSON Decoder untuk membaca stream response tersebut dan mengkonversinya menjadi bentuk JSON. Contohnya bisa dilihat di kode di atas, `json.NewDecoder(response.Body).Decode(&data)`.

Perlu diketahui, data response perlu di-**close** setelah tidak dipakai. Caranya dengan memanggil method `Close()` milik property `Body` yang dalam penerapannya umumnya di-defer. Contohnya: `defer response.Body.Close()`.

Selanjutnya, eksekusi fungsi `fetchUsers()` dalam fungsi `main()`.

```
func main() {
    var users, err = fetchUsers()
    if err != nil {
        fmt.Println("Error!", err.Error())
        return
    }

    for _, each := range users {
        fmt.Printf("ID: %s\t Name: %s\t Grade: %d\n", each.ID, each.Name, each.
    }
}
```

Ok, terakhir sebelum memulai testing, pastikan telah run aplikasi pada chapter sebelumya (A.54. Web Service API Server). Setelah itu start prompt cmd/terminal baru dan jalankan program yang telah dibuat di chapter ini.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab52.go
ID: E001         Name: ethan     Grade: 21
ID: W001         Name: wick      Grade: 22
ID: B001         Name: bourne    Grade: 23
ID: B002         Name: bond      Grade: 23
novalagung:belajar-golang $
```

A.55.2. HTTP Request Dengan Form Data

Untuk menyisipkan data pada sebuah request, ada beberapa hal yang perlu ditambahkan. Pertama, import package `bytes` dan `net/url`.

```
import "bytes"
import "net/url"
```

Kemudian buat fungsi baru, isinya request ke http://localhost:8080/user dengan data yang disisipkan adalah `ID`.

```
func fetchUser(ID string) (student, error) {
    var err error
    var client = &http.Client{}
    var data student

    var param = url.Values{}
    param.Set("id", ID)
    var payload = bytes.NewBufferString(param.Encode())

    request, err := http.NewRequest("POST", baseURL+"/user", payload)
    if err != nil {
        return data, err
    }
    request.Header.Set("Content-Type", "application/x-www-form-urlencoded")

    response, err := client.Do(request)
    if err != nil {
        return data, err
    }
    defer response.Body.Close()

    err = json.NewDecoder(response.Body).Decode(&data)
    if err != nil {
        return data, err
    }

    return data, nil
}
```

Isi fungsi `fetchUser()` memiliki beberapa kemiripan dengan fungsi `fetchUsers()` sebelumnya.

Statement `url.Values{}` akan menghasilkan objek yang nantinya digunakan sebagai form data request. Pada objek tersebut perlu diset data apa saja yang ingin dikirimkan menggunakan fungsi `Set()` seperti pada `param.Set("id", ID)`.

Statement `bytes.NewBufferString(param.Encode())` melakukan proses encoding pada data param untuk kemudian diubah menjadi bentuk `bytes.Buffer`. Nantinya data buffer tersebut disisipkan pada parameter ketiga pemanggilan fungsi `http.NewRequest()`.

Karena data yang akan dikirim adalah *encoded*, maka pada header perlu dituliskan juga tipe encoding-nya. Kode `request.Header.Set("Content-Type", "application/x-www-form-urlencoded")` menandai bahwa HTTP request berisi body yang ter-encode sesuai spesifikasi `application/x-www-form-urlencoded`.

> Pada konteks HTML, HTTP Request yang di-*trigger* dari tag `<form></form>` secara default tipe konten-nya sudah diset `application/x-www-form-urlencoded`. Lebih jelasnya bisa merujuk ke spesifikasi HTML form http://www.w3.org/TR/html401/interact/forms.html#h-17.13.4.1

Response dari endpoint `/user` bukanlah slice, tetapi berupa objek. Maka pada saat decode perlu pastikan tipe variabel penampung hasil decode data response adalah `student` (bukan `[]student`).

Lanjut ke perkodingan, terakhir, implementasikan `fetchUser()` pada fungsi `main()`.

```
func main() {
    var user1, err = fetchUser("E001")
    if err != nil {
        fmt.Println("Error!", err.Error())
        return
    }

    fmt.Printf("ID: %s\t Name: %s\t Grade: %d\n", user1.ID, user1.Name, user1.G
}
```

Untuk keperluan testing, kita hardcode `ID` nilainya `"E001"`. Jalankan program untuk test apakah data yang dikembalikan sesuai.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab52.go
ID: E001         Name: ethan     Grade: 21
novalagung:belajar-golang $
```

A.55.3. Secure & Insecure HTTP Request

Sampai sini kita telah belajar bagaimana cara membuat http request sederhana untuk kirim data dan juga ambil data. Nantinya pada chapter C.27. Secure & Insecure Client HTTP Request pembelajaran topik HTTP request dilanjutkan kembali, kita akan bahas tentang aspek keamanan/security suatu HTTP request.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.55...

A.56. SQL

Go menyediakan package `database/sql` berisikan generic interface untuk keperluan interaksi dengan database sql. Package ini mewajibkan pengguna untuk juga menggunakan **driver** database engine yang dipilih.

Ada cukup banyak sql driver yang tersedia untuk Go, detailnya bisa diakses di https://go.dev/wiki/SQLDrivers. Beberapa di antaranya:

- MySQL / MariaDB
- Oracle
- MS SQL Server
- Postgres
- dan lainnya

Driver-driver tersebut merupakan project open source yang diinisiasi oleh komunitas di Github. Kita yang juga seorang developer juga bisa ikut berkontribusi di sana.

Pada chapter ini kita akan belajar bagaimana membuat Go bisa berkomunikasi dengan database MySQL menggunakan driver Go MySQL Driver.

A.56.1. Instalasi Driver

Unduh driver mysql menggunakan `go get` .

```
cd <folder-project>

go get github.com/go-sql-driver/mysql
```

A.56.2. Setup Database

Sebelum mulai, pastikan sudah ada mysql server yang terinstal dan jalan di lokal environment pembaca.

Jika database server sudah siap, buat database baru bernama `db_belajar_golang` , dan tabel baru bernama `tb_student` .

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `tb_student` (
  `id` varchar(5) NOT NULL,
  `name` varchar(255) NOT NULL,
  `age` int(11) NOT NULL,
  `grade` int(11) NOT NULL
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1;

INSERT INTO `tb_student` (`id`, `name`, `age`, `grade`) VALUES
('B001', 'Jason Bourne', 29, 1),
('B002', 'James Bond', 27, 1),
('E001', 'Ethan Hunt', 27, 2),
('W001', 'John Wick', 28, 2);

ALTER TABLE `tb_student` ADD PRIMARY KEY (`id`);
```

A.56.3. Membaca Data Dari MySQL Server

Import package yang dibutuhkan, lalu disiapkan struct dengan skema yang sama seperti pada tabel `tb_student` di database. Nantinya struct ini digunakan sebagai tipe data penampung hasil query.

```
package main

import "fmt"
import "database/sql"
import _ "github.com/go-sql-driver/mysql"

type student struct {
    id    string
    name  string
    age   int
    grade int
}
```

Driver database yang digunakan perlu di-import menggunakan tanda `_`, karena meskipun dibutuhkan oleh package `database/sql`, kita tidak langsung berinteraksi dengan driver tersebut.

Selanjutnya buat fungsi untuk koneksi ke database.

```go
func connect() (*sql.DB, error) {
    db, err := sql.Open("mysql", "root:@tcp(127.0.0.1:3306)/db_belajar_golang")
    if err != nil {
        return nil, err
    }

    return db, nil
}
```

Fungsi `sql.Open()` digunakan untuk memulai koneksi dengan database. Fungsi tersebut memiliki 2 parameter mandatory yang harus diisi, yaitu nama driver dan **connection string**.

Skema connection string untuk driver mysql yang kita gunakan cukup unik, `root:@tcp(127.0.0.1:3306)/db_belajar_golang`. Di bawah ini merupakan skema connection string yang bisa digunakan pada driver Go MySQL Driver. Jika anda menggunakan driver mysql lain, skema koneksinya bisa saja berbeda tergantung driver yang digunakan.

```
user:password@tcp(host:port)/dbname
user@tcp(host:port)/dbname
```

Di bawah ini adalah penjelasan mengenai connection string yang digunakan pada fungsi `connect()`.

```
root:@tcp(127.0.0.1:3306)/db_belajar_golang
// user     => root
// password =>
// host     => 127.0.0.1 atau localhost
// port     => 3306
// dbname   => db_belajar_golang
```

Setelah fungsi untuk konektivitas dengan database sudah dibuat, saatnya untuk mempraktikkan proses pembacaan data dari server database. Siapkan fungsi `sqlQuery()` dengan isi adalah kode berikut.

```
func sqlQuery() {
    db, err := connect()
    if err != nil {
        fmt.Println(err.Error())
        return
    }
    defer db.Close()

    var age = 27
    rows, err := db.Query("select id, name, grade from tb_student where age = ?
    if err != nil {
        fmt.Println(err.Error())
        return
    }
    defer rows.Close()

    var result []student

    for rows.Next() {
        var each = student{}
        var err = rows.Scan(&each.id, &each.name, &each.grade)

        if err != nil {
            fmt.Println(err.Error())
            return
        }

        result = append(result, each)
    }

    if err = rows.Err(); err != nil {
        fmt.Println(err.Error())
        return
    }

    for _, each := range result {
        fmt.Println(each.name)
    }
}
```

Setiap kali terbuat koneksi baru, jangan lupa untuk selalu **close** instance koneksinya. Bisa menggunakan keyword `defer` seperti pada kode di atas, `defer db.Close()`.

Fungsi `db.Query()` digunakan untuk eksekusi sql query. Fungsi tersebut memiliki parameter ke-2 berbentuk variadic, jadi boleh tidak diisi.

Pada kode di atas bisa dilihat bahwa nilai salah satu clause `where` adalah tanda tanya (`?`). Tanda tersebut kemudian akan di-replace oleh nilai pada argument parameter setelahnya (nilai variabel `age`). Teknik penulisan query sejenis ini sangat dianjurkan, untuk mencegah potensi serangan sql injection.

Fungsi tersebut menghasilkan instance bertipe `*sql.Rows` , yang juga perlu di **close** ketika sudah tidak digunakan (`defer rows.Close()`).

Selanjutnya, sebuah array dengan tipe elemen struct `student` disiapkan dengan nama `result` . Nantinya hasil query akan ditampung ke variabel tersebut.

Kemudian dilakukan perulangan dengan acuan kondisi adalah `rows.Next()` . Perulangan dengan cara ini dilakukan sebanyak jumlah total record yang ada, berurutan dari record pertama hingga akhir, satu per satu.

Method `Scan()` milik `sql.Rows` berfungsi untuk mengambil nilai record yang sedang diiterasi, untuk disimpan pada variabel pointer. Variabel yang digunakan untuk menyimpan field-field record dituliskan berurutan sebagai parameter variadic, sesuai dengan field yang di select pada query. Silakan lihat perbandingan di bawah ini untuk lebih jelasnya.

```
// query
select id, name, grade ...

// scan
rows.Scan(&each.id, &each.name, &each.grade ...
```

Data record yang didapat kemudian di-append ke slice `result` , lewat statement `result = append(result, each)` .

OK, sekarang tinggal panggil fungsi `sqlQuery()` di `main` , lalu jalankan program.

```
func main() {
    sqlQuery()
}
```

Output program:

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab53.go
James Bond
Ethan Hunt
novalagung:belajar-golang $
```

A.56.4. Membaca 1 Record Data Menggunakan Method `QueryRow()`

Untuk query yang menghasilkan 1 baris record saja, bisa gunakan method `QueryRow()` . Penggunaannya membuat kode menjadi lebih ringkas. Chain dengan method `Scan()` untuk mendapatkan value yang dicari sesuai query.

```
func sqlQueryRow() {
    var db, err = connect()
    if err != nil {
        fmt.Println(err.Error())
        return
    }
    defer db.Close()

    var result = student{}
    var id = "E001"
    err = db.
        QueryRow("select name, grade from tb_student where id = ?", id).
        Scan(&result.name, &result.grade)
    if err != nil {
        fmt.Println(err.Error())
        return
    }

    fmt.Printf("name: %s\ngrade: %d\n", result.name, result.grade)
}

func main() {
    sqlQueryRow()
}
```

Di kode di atas bisa dilihat statement chain method ditulis multi-baris. Hal seperti ini diperbolehkan dengan catatan tanda titik untuk pengaksesan method berikutnya harus selalu dituliskan di akhir baris.

```
err = db.
    QueryRow("select name, grade from tb_student where id = ?", id).
    Scan(&result.name, &result.grade)
```

Sekarang jalankan program. Outputnya akan muncul data record sesuai id.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab53.go
name: Ethan Hunt
grade: 2
novalagung:belajar-golang $
```

A.56.5. Eksekusi Query Menggunakan `Prepare()`

Teknik **prepared statement** adalah teknik penulisan query di awal dengan kelebihan bisa di re-use atau digunakan banyak kali untuk eksekusi yang berbeda-beda.

Metode ini bisa digabung dengan `Query()` maupun `QueryRow()`. Berikut merupakan contoh penerapannya.

```
func sqlPrepare() {
    db, err := connect()
    if err != nil {
        fmt.Println(err.Error())
        return
    }
    defer db.Close()

    stmt, err := db.Prepare("select name, grade from tb_student where id = ?")
    if err != nil {
        fmt.Println(err.Error())
        return
    }

    var result1 = student{}
    stmt.QueryRow("E001").Scan(&result1.name, &result1.grade)
    fmt.Printf("name: %s\ngrade: %d\n", result1.name, result1.grade)

    var result2 = student{}
    stmt.QueryRow("W001").Scan(&result2.name, &result2.grade)
    fmt.Printf("name: %s\ngrade: %d\n", result2.name, result2.grade)

    var result3 = student{}
    stmt.QueryRow("B001").Scan(&result3.name, &result3.grade)
    fmt.Printf("name: %s\ngrade: %d\n", result3.name, result3.grade)
}

func main() {
    sqlPrepare()
}
```

Method `Prepare()` digunakan untuk deklarasi query, yang mengembalikan objek bertipe `*sql.Stmt`. Dari objek tersebut, dipanggil method `QueryRow()` beberapa kali dengan isi value untuk `id` berbeda-beda untuk tiap pemanggilannya.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab53.go
name: Ethan Hunt
grade: 2
name: John Wick
grade: 2
name: Jason Bourne
grade: 1
novalagung:belajar-golang $
```

A.56.6. Insert, Update, & Delete Data Menggunakan `Exec()`

Untuk operasi **insert**, **update**, dan **delete**; dianjurkan untuk tidak menggunakan fungsi `sql.Query()` ataupun `sql.QueryRow()` untuk eksekusinya. Gunakan fungsi `Exec()`, contoh penerapannya bisa dilihat di bawah ini:

```
func sqlExec() {
    db, err := connect()
    if err != nil {
        fmt.Println(err.Error())
        return
    }
    defer db.Close()

    _, err = db.Exec("insert into tb_student values (?, ?, ?, ?)", "G001", "Gal
    if err != nil {
        fmt.Println(err.Error())
        return
    }
    fmt.Println("insert success!")

    _, err = db.Exec("update tb_student set age = ? where id = ?", 28, "G001")
    if err != nil {
        fmt.Println(err.Error())
        return
    }
    fmt.Println("update success!")

    _, err = db.Exec("delete from tb_student where id = ?", "G001")
    if err != nil {
        fmt.Println(err.Error())
        return
    }
    fmt.Println("delete success!")
}

func main() {
    sqlExec()
}
```

Teknik prepared statement juga bisa digunakan pada metode ini. Berikut adalah perbandingan eksekusi `Exec()` menggunakan `Prepare()` dan cara biasa.

```
// menggunakan metode prepared statement
stmt, err := db.Prepare("insert into tb_student values (?, ?, ?, ?)")
stmt.Exec("G001", "Galahad", 29, 2)

// menggunakan metode biasa
_, err := db.Exec("insert into tb_student values (?, ?, ?, ?)", "G001", "Galaha
```

A.56.7. Tipe Null[T] untuk Kolom Nullable (Go 1.22+)

Sejak Go 1.22, package `database/sql` menyediakan tipe generik `sql.Null[T]` untuk menangani kolom yang nilainya bisa `NULL`. Sebelumnya, tersedia tipe spesifik seperti `sql.NullString`, `sql.NullInt64`, dan sejenisnya. Dengan `Null[T]`, cukup satu tipe untuk semua.

```
var name sql.Null[string]
var grade sql.Null[int]

err := db.QueryRow("select name, grade from tb_student where id = ?", "E001").
    Scan(&name, &grade)
if err != nil {
    fmt.Println(err.Error())
    return
}

if name.Valid {
    fmt.Println("name:", name.V)
} else {
    fmt.Println("name: NULL")
}

if grade.Valid {
    fmt.Println("grade:", grade.V)
} else {
    fmt.Println("grade: NULL")
}
```

Field `Valid` bernilai `true` jika kolom berisi data (bukan NULL), dan `false` jika NULL. Field `V` menyimpan nilai aktual ketika `Valid` bernilai `true`.

> Notasi `[T]` adalah bagian dari fitur *generics* di Go, lebih jelasnya mengenai generic dijelaskan pada chapter A.66. Go Generics.

A.56.8. Koneksi Dengan Engine Database Lain

Karena package `database/sql` merupakan interface generic, maka cara untuk koneksi ke engine database lain (semisal Oracle, Postgres, SQL Server) adalah sama dengan cara koneksi ke MySQL. Cukup dengan meng-import driver yang digunakan, lalu mengganti nama driver pada saat pembuatan koneksi baru.

```
sql.Open(driverName, connectionString)
```

Sebagai contoh saya menggunakan driver pq untuk koneksi ke server Postgres, maka connection string-nya:

```
sql.Open("postgres", "user=postgres password=secret dbname=test sslmode=disable
```

Selengkapya mengenai driver yang tersedia di Go silakan lihat di https://go.dev/wiki/SQLDrivers.

- Go MySQL Driver, by Julien Schmidt, MPL-2.0 license

Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.56...

A.57. NoSQL MongoDB

Go tidak menyediakan interface generic untuk NoSQL, jadi implementasi driver tiap brand NoSQL di Go biasanya berbeda satu dengan lainnya.

Pada chapter ini kita akan belajar cara berkomunikasi dengan NoSQL MongoDB server menggunakan official driver untuk go, yaitu mongo-go-driver.

A.57.1. Persiapan

Ada beberapa hal yang perlu disiapkan sebelum mulai masuk ke bagian coding.

1. Instal mongo-go-driver menggunakan `go get`.

   ```
   cd <folder-project>
   go get go.mongodb.org/mongo-driver/mongo
   ```

2. Pastikan sudah terinstal MongoDB di komputer anda, dan jangan lupa untuk menjalankan daemon-nya. Jika belum, download dan install terlebih dahulu.
3. Instal juga MongoDB GUI untuk mempermudah browsing data. Bisa menggunakan MongoChef, Robomongo, atau lainnya.

A.57.2. Insert Data

Cara insert data ke mongodb via Go tidak terlalu sulit. Kita akan mempelajarinya dengan cara praktik langsung. Pertama-tama silakan import package yang dibutuhkan.

```go
package main

import (
    "context"
    "fmt"
    "log"

    "go.mongodb.org/mongo-driver/mongo"
    "go.mongodb.org/mongo-driver/mongo/options"
    "go.mongodb.org/mongo-driver/bson"
)
```

Siapkan satu object context dan struct `student`. Rencananya satu buah document kita buat sebagai satu buah objek `student`.

Perlu diketahui bahwa pada chapter ini tidak dijelaskan tentang apa itu context. Silakan merujuk ke D.2. Google API Search Dengan Timeout untuk mempelajarinya. Menggunakan satu context background untuk semua operasi sangat tidak dianjurkan, tapi pada chapter ini kita terapkan demikian agar tidak

menambah kebingungan pembaca yang masih proses belajar. Context sendiri fungsinya sangat banyak, untuk kasus sejenis biasanya digunakan untuk handle operation timeout atau lainnya.

```
var ctx = context.Background()

type student struct {
    Name  string `bson:"name"`
    Grade int    `bson:"grade"`
}
```

Tag `bson` pada property struct digunakan sebagai penentu nama field ketika data disimpan ke dalam collection. Jika sebuah property tidak memiliki tag bson, secara default nama field adalah sama dengan nama property hanya saja lowercase. Untuk customize nama field, gunakan tag `bson`.

Pada contoh di atas, property `Name` ditentukan nama field mongo-nya sebagai `name`, dan `Grade` sebagai `grade`.

Selanjutnya siapkan fungsi untuk membuat satu buah mongo connection. Dari objek connection diambil object database, kemudian dijadikan sebagai nilai balik fungsi.

```
func connect() (*mongo.Database, error) {
    client, err := mongo.Connect(ctx, options.Client().ApplyURI("mongodb://loca
    if err != nil {
        return nil, err
    }

    return client.Database("belajar_golang"), nil
}
```

Fungsi `mongo.Connect()` digunakan untuk membuat koneksi sekaligus menginisialisasi client ke server MongoDB. Fungsi ini memerlukan context sebagai parameter pertama, dan `*options.ClientOptions` sebagai parameter berikutnya. Pada client options, mongo connection string diset lewat method `.ApplyURI()`.

> Silakan sesuaikan connection string dengan mongo db server yang dipergunakan. Lebih jelasnya silakan merujuk ke MongoDB Documentation: Connection String URI Format.

Setelah client terbuat, panggil method `.Database()` untuk menentukan database yang aktif.

Lanjut buat fungsi yang di dalamnya berisikan kode untuk insert data ke mongodb, lalu panggil fungsi tersebut di `main()`.

```go
func insert() {
    db, err := connect()
    if err != nil {
        log.Fatal(err.Error())
    }

    _, err = db.Collection("student").InsertOne(ctx, student{"Wick", 2})
    if err != nil {
        log.Fatal(err.Error())
    }

    _, err = db.Collection("student").InsertOne(ctx, student{"Ethan", 2})
    if err != nil {
        log.Fatal(err.Error())
    }

    fmt.Println("Insert success!")
}

func main() {
    insert()
}
```

Fungsi `connect()` mengembalikan objek bertipe `*mongo.Database`. Dari objek tersebut akses method `.Collection()` lalu chain dengan method lainnya untuk melakukan operasi database, kurang lebih skema statement-nya sama seperti operasi mongodb.

Sebagai contoh, pada kode di atas `.InsertOne()` digunakan untuk insert satu data ke database. Perbandingannya kurang lebih seperti berikut:

```go
// mongodb
db.getCollection("student").insertOne({ name: "Wick", grade: 2 })

// mongo-go-driver
db.Collection("student").InsertOne(ctx, student{Name: "Wick", Grade: 2})
```

Perlu diketahui, bahwa di mongo-go-driver setiap operasi biasanya membutuhkan objek context untuk disisipkan sebagai parameter pertama. Pada contoh di atas kita gunakan variabel `ctx` yang sudah dideklarasikan sebelumnya.

Key	Value	Type
(1) {_id : 562b58c30f04d83...	{ 3 fields }	Document
_id	562b58c30f04d83cdd873ad2	ObjectId
name	Wick	String
Grade	2	Int32
(2) {_id : 562b58c30f04d83...	{ 3 fields }	Document
_id	562b58c30f04d83cdd873ad3	ObjectId
name	Ethan	String
Grade	2	Int32

A.57.3. Membaca Data

Method `.Find()` digunakan untuk membaca atau mencari data. Method ini mengembalikan objek cursor, objek ini harus digunakan dalam perulangan untuk mengambil data yang ditemukan.

Dalam pencarian, sisipkan query atau filter sebagai parameter ke-dua method `.Find()`.

```
func find() {
    db, err := connect()
    if err != nil {
        log.Fatal(err.Error())
    }

    csr, err := db.Collection("student").Find(ctx, bson.M{"name": "Wick"})
    if err != nil {
        log.Fatal(err.Error())
    }
    defer csr.Close(ctx)

    result := make([]student, 0)
    for csr.Next(ctx) {
        var row student
        err := csr.Decode(&row)
        if err != nil {
            log.Fatal(err.Error())
        }

        result = append(result, row)
    }

    if len(result) > 0 {
        fmt.Println("Name  :", result[0].Name)
        fmt.Println("Grade :", result[0].Grade)
    }
}

func main() {
    find()
}
```

Query selector ditulis dalam tipe `bson.M`. Tipe ini sebenarnya adalah alias dari `map[string]interface{}`.

Cara untuk mendapatkan semua rows hasil pencarian kursor adalah dengan mengiterasi method `.Next()` dengan di dalamnya method `.Decode()` dipanggil untuk retrieve datanya. Setelah itu data yang sudah terambil di-append ke slice.

Selain method `.Find()` ada juga `.FindOne()`, silakan cek dokumentasi lebih jelasnya.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab54.go
Name  : Wick
Grade : 2
novalagung:belajar-golang $
```

Berikut adalah skema perbandingan contoh operasi get data menggunakan mongo query vs mongo-go-driver:

```
// mongodb
db.getCollection("student").find({"name": "Wick"})

// mongo-go-driver
db.Collection("student").Find(ctx, bson.M{"name": "Wick"})
```

A.57.4. Update Data

Method `.UpdateMany()` digunakan untuk update data; jika update hanya diinginkan untuk berlaku pada 1 dokumen saja, gunakan `.UpdateOne()`. Method-method tersebut memerlukan 3 buah parameter dalam pemanggilannya.

1. Parameter pertama, objek context
2. Parameter kedua adalah query kondisi yang mengacu ke data mana yang ingin di update
3. Parameter ketiga adalah perubahan datanya.

Di bawah ini adalah contoh implementasi method `UpdateOne()`.

```
func update() {
    db, err := connect()
    if err != nil {
        log.Fatal(err.Error())
    }

    var selector = bson.M{"name": "Wick"}
    var changes = student{"John Wick", 2}
    _, err = db.Collection("student").UpdateOne(ctx, selector, bson.M{"$set": c
    if err != nil {
        log.Fatal(err.Error())
    }

    fmt.Println("Update success!")
}

func main() {
    update()
}
```

Jalankan kode di atas, lalu cek lewat Mongo GUI apakah data berubah.

Key	Value	Type
(1) {_id : 562b594f0f04d83c...	{ 3 fields }	Document
_id	562b594f0f04d83cdd873ad6	ObjectId
name	John Wick	String
Grade	2	Int32
(2) {_id : 562b594f0f04d83c...	{ 3 fields }	Document
_id	562b594f0f04d83cdd873ad7	ObjectId
name	Ethan	String
Grade	2	Int32

Berikut adalah skema perbandingan query vs mongo-go-driver dari operasi di atas.

```
// mongodb
db.getCollection("student").updateOne({"name": "Wick"}, { "$set": {"name": "Joh

// mongo-go-driver
db.Collection("student").UpdateOne(ctx, bson.M{"name": "Wick"}, bson.M{"$set":
```

Selain method `.UpdateOne()` ada juga method `.UpdateMany()`, kegunaan masing-masing bisa dilihat dari nama fungsinya.

A.57.5. Menghapus Data

Untuk menghapus data gunakan method `.DeleteOne()` atau `.DeleteMany()`.

```
func remove() {
    db, err := connect()
    if err != nil {
        log.Fatal(err.Error())
    }

    var selector = bson.M{"name": "John Wick"}
    _, err = db.Collection("student").DeleteOne(ctx, selector)
    if err != nil {
        log.Fatal(err.Error())
    }

    fmt.Println("Remove success!")
}

func main() {
    remove()
}
```

Hasil dari kode di atas, 2 data yang sebelumnya sudah di-insert kini tinggal satu saja.

Key	Value	Type
(1) {_id : 562b594f0f04d83c...	{ 3 fields }	Document
_id	562b594f0f04d83cdd873ad7	ObjectId
name	Ethan	String
Grade	2	Int32

Berikut adalah skema perbandingan query vs mongo-go-driver dari operasi di atas.

```
// mongodb
db.getCollection("student").deleteOne({"name": "John Wick"})

// mongo-go-driver
db.Collection("student").DeleteOne(ctx, bson.M{"name": "John Wick"})
```

A.57.6. Aggregate Data

Agregasi data menggunakan driver ini juga cukup mudah, caranya tinggal gunakan method `.Aggregate()` dan sisipkan pipeline query sebagai argument ke-2 pemanggilan method. Eksekusi method tersebut mengembalikan objek cursor. Selebihnya capture result dengan cara yang sama seperti capture cursor operasi `.Find()`.

Pipeline sendiri bisa dituliskan langsung dalam `[]bson.M`, atau bisa tulis dalam bentuk string dan unmarshal ke `[]bson.M`.

```
pipeline := make([]bson.M, 0)
err = bson.UnmarshalExtJSON([]byte(strings.TrimSpace(`
    [
        { "$group": {
            "_id": null,
            "Total": { "$sum": 1 }
        } },
        { "$project": {
            "Total": 1,
            "_id": 0
        } }
    ]
`)), true, &pipeline)
if err != nil {
    log.Fatal(err.Error())
}
```

Pada kode lanjutan berikut, method `.Aggregate()` dipanggil dan disisipkan pipeline-nya.

```
csr, err := db.Collection("student").Aggregate(ctx, pipeline)
if err != nil {
    log.Fatal(err.Error())
}
defer csr.Close(ctx)

result := make([]bson.M, 0)
for csr.Next(ctx) {
    var row bson.M
    err := csr.Decode(&row)
    if err != nil {
        log.Fatal(err.Error())
    }

    result = append(result, row)
}

if len(result) > 0 {
    fmt.Println("Total :", result[0]["Total"])
}
```

- Mongo Go Driver, by MongoDB Team, Apache-2.0 license

Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.57...

A.58. Unit Test

Go menyediakan package `testing` yang isinya banyak sekali API untuk keperluan pembuatan test file.

Pada chapter ini kita akan belajar mengenai testing, benchmark, dan juga testing menggunakan *3rd party* testify.

A.58.1. Persiapan

Langsung saja kita praktik. Pertama siapkan terlebih dahulu sebuah struct `Kubus`. Variabel object hasil struct ini nantinya kita gunakan sebagai bahan testing.

```
package main

import "math"

type Kubus struct {
    Sisi float64
}

func (k Kubus) Volume() float64 {
    return math.Pow(k.Sisi, 3)
}

func (k Kubus) Luas() float64 {
    return math.Pow(k.Sisi, 2) * 6
}

func (k Kubus) Keliling() float64 {
    return k.Sisi * 12
}
```

Simpan kode di atas dengan nama `main.go`.

A.58.2. File Testing

Di Go, file untuk keperluan testing dipisah dengan file utama. Nama file testing harus berakhiran `_test.go`, dan harus ditempatkan di package yang sama seperti source code yang akan di-test. Pada chapter ini, file utama adalah `main.go`, maka file testing harus bernama `main_test.go`.

Unit test di Go dituliskan dalam bentuk fungsi, yang memiliki parameter yang bertipe `*testing.T`, dengan nama fungsi harus diawali kata **Test** (pastikan sudah meng-import package `testing` sebelumnya). Lewat parameter tersebut, kita bisa mengakses method-method untuk keperluan testing.

Pada contoh di bawah ini disiapkan 3 buah fungsi test, yang masing-masing digunakan untuk mengecek apakah hasil kalkulasi volume, luas, dan keliling kubus adalah benar.

```
package main

import "testing"

var (
    kubus              Kubus   = Kubus{4}
    volumeSeharusnya   float64 = 64
    luasSeharusnya     float64 = 96
    kelilingSeharusnya float64 = 48
)

func TestHitungVolume(t *testing.T) {
    t.Logf("Volume : %.2f", kubus.Volume())

    if kubus.Volume() != volumeSeharusnya {
        t.Errorf("SALAH! harusnya %.2f", volumeSeharusnya)
    }
}

func TestHitungLuas(t *testing.T) {
    t.Logf("Luas : %.2f", kubus.Luas())

    if kubus.Luas() != luasSeharusnya {
        t.Errorf("SALAH! harusnya %.2f", luasSeharusnya)
    }
}

func TestHitungKeliling(t *testing.T) {
    t.Logf("Keliling : %.2f", kubus.Keliling())

    if kubus.Keliling() != kelilingSeharusnya {
        t.Errorf("SALAH! harusnya %.2f", kelilingSeharusnya)
    }
}
```

Method `t.Logf()` digunakan untuk memunculkan log. Method ini equivalen dengan `fmt.Printf()`.

Method `Errorf()` digunakan untuk memunculkan log dengan diikuti keterangan bahwa terjadi **fail** pada saat testing.

Cara eksekusi testing adalah menggunakan command `go test`. Jalankan command tersebut pada folder project untuk mengeksekusi semua test yang ada.

Argument `-v` atau verbose digunakan menampilkan semua output log pada saat pengujian.

Jalankan aplikasi seperti gambar di bawah ini, terlihat bahwa tidak ada test yang fail.

```
novalagung:belajar-golang $ go test bab55.go bab55_test.go -v
=== RUN TestHitungVolume
--- PASS: TestHitungVolume (0.00s)
        bab55_test.go:13: Volume : 64.00
=== RUN TestHitungLuas
--- PASS: TestHitungLuas (0.00s)
        bab55_test.go:21: Luas : 96.00
=== RUN TestHitungKeliling
--- PASS: TestHitungKeliling (0.00s)
        bab55_test.go:29: Keliling : 48.00
PASS
ok      command-line-arguments  0.005s
novalagung:belajar-golang $
```

OK, selanjutnya coba ubah rumus kalkulasi method `Keliling()`. Tujuan dari pengubahan ini adalah untuk mengetahui bagaimana penanda fail muncul ketika ada test yang gagal.

```go
func (k Kubus) Keliling() float64 {
    return k.Sisi * 15
}
```

Setelah itu jalankan lagi test.

```
novalagung:belajar-golang $ go test bab55.go bab55_test.go -v
=== RUN TestHitungVolume
--- PASS: TestHitungVolume (0.00s)
        bab55_test.go:13: Volume : 64.00
=== RUN TestHitungLuas
--- PASS: TestHitungLuas (0.00s)
        bab55_test.go:21: Luas : 96.00
=== RUN TestHitungKeliling
--- FAIL: TestHitungKeliling (0.00s)
        bab55_test.go:29: Keliling : 60.00
        bab55_test.go:32: SALAH! harusnya 48.00
FAIL
exit status 1
FAIL    command-line-arguments  0.005s
novalagung:belajar-golang $
```

A.58.3. Method Test

Table berikut berisikan method standar testing yang bisa digunakan di Go.

Method	Kegunaan
`Log()`	Menampilkan log
`Logf()`	Menampilkan log menggunakan format
`Fail()`	Menandakan terjadi `Fail()` dan proses testing fungsi tetap diteruskan
`FailNow()`	Menandakan terjadi `Fail()` dan proses testing fungsi dihentikan
`Failed()`	Menampilkan laporan fail
`Error()`	`Log()` diikuti dengan `Fail()`
`Errorf()`	`Logf()` diikuti dengan `Fail()`
`Fatal()`	`Log()` diikuti dengan `FailNow()`
`Fatalf()`	`Logf()` diikuti dengan `FailNow()`
`Skip()`	`Log()` diikuti dengan `SkipNow()`
`Skipf()`	`Logf()` diikuti dengan `SkipNow()`
`SkipNow()`	Menghentikan proses testing fungsi, dilanjutkan ke testing fungsi setelahnya
`Skipped()`	Menampilkan laporan skip
`Parallel()`	Menge-set bahwa eksekusi testing adalah parallel

A.58.4. Benchmark

Package `testing` selain berisikan tools untuk testing juga berisikan tools untuk benchmarking. Cara pembuatan benchmark sendiri cukup mudah yaitu dengan membuat fungsi yang namanya diawali dengan **Benchmark** dan parameternya bertipe `*testing.B` .

Sebagai contoh, kita akan mengetes performa perhitungan luas kubus. Siapkan fungsi dengan nama `BenchmarkHitungLuas()` dengan isi adalah kode berikut.

```
func BenchmarkHitungLuas(b *testing.B) {
    for i := 0; i < b.N; i++ {
        kubus.Luas()
    }
}
```

Jalankan test menggunakan argument `-bench=.` , argumen ini digunakan untuk menandai bahwa selain testing terdapat juga benchmark yang perlu diuji.

```
novalagung:belajar-golang $ go test bab55.go bab55_test.go -bench=.
PASS
BenchmarkHitungLuas     30000000                51.4 ns/op
ok      command-line-arguments  1.598s
novalagung:belajar-golang $
```

Arti dari `30000000 51.1 ns/op` adalah, fungsi di atas di-test sebanyak **30 juta** kali, hasilnya membutuhkan waktu rata-rata **51 nano detik** untuk run satu fungsi.

A.58.5. Testing Menggunakan testify

Package **testify** merupakan salah satu dari sekian banyak *3rd party* yang tersedia untuk keperluan testing di Go. Testify bisa di-download di github.com/stretchr/testify menggunakan perintah `go get` .

Dalam testify terdapat 5 package yang masing-masing memiliki kegunaan berbeda-beda satu sama lain. Detailnya bisa dilihat pada tabel berikut.

Package	Kegunaan
`assert`	Berisikan tools standar untuk testing
`http`	Berisikan tools untuk keperluan testing http
`mock`	Berisikan tools untuk mocking object
`require`	Sama seperti assert, hanya saja jika terjadi fail pada saat test akan menghentikan eksekusi program
`suite`	Berisikan tools testing yang berhubungan dengan struct dan method

Pada chapter ini akan kita contohkan bagaimana penggunaan package `assert` . Silakan perhatikan contoh berikut.

```
import "github.com/stretchr/testify/assert"

...

func TestHitungVolume(t *testing.T) {
    assert.Equal(t, volumeSeharusnya, kubus.Volume(), "perhitungan volume salah
}

func TestHitungLuas(t *testing.T) {
    assert.Equal(t, luasSeharusnya, kubus.Luas(), "perhitungan luas salah")
}

func TestHitungKeliling(t *testing.T) {
    assert.Equal(t, kelilingSeharusnya, kubus.Keliling(), "perhitungan keliling
}
```

Fungsi `assert.Equal()` digunakan untuk uji perbandingan. Parameter ke-2 dibandingkan nilainya dengan parameter ke-3. Jika tidak sama, maka pesan parameter ke-4 akan dimunculkan.

```
novalagung:belajar-golang $ go test bab55.go bab55_test.go -v
=== RUN TestHitungVolume
--- PASS: TestHitungVolume (0.00s)
=== RUN TestHitungLuas
--- PASS: TestHitungLuas (0.00s)
=== RUN TestHitungKeliling
--- FAIL: TestHitungKeliling (0.00s)
        Error Trace:    bab55_test.go:24
        Error:          Not equal: 60 (expected)
                                 != 48 (actual)
        Messages:       perhitungan keliling salah

FAIL
exit status 1
FAIL    command-line-arguments  0.008s
novalagung:belajar-golang $
```

A.58.6. Benchmark Menggunakan b.Loop() (Go 1.24+)

Sejak Go 1.24, tersedia method `b.Loop()` sebagai cara baru penulisan benchmark loop. Method ini lebih dianjurkan dibanding pola `for i := 0; i < b.N; i++` karena:

1. Setup sebelum loop hanya dieksekusi sekali per `-count`, tidak berulang setiap iterasi benchmark.
2. Compiler tidak mengoptimasi loop body secara agresif, sehingga hasil benchmark lebih akurat.

```go
func BenchmarkHitungLuas(b *testing.B) {
    for b.Loop() {
        kubus.Luas()
    }
}
```

Dibandingkan dengan pola lama:

```go
func BenchmarkHitungLuas(b *testing.B) {
    for i := 0; i < b.N; i++ {
        kubus.Luas()
    }
}
```

Untuk benchmark baru, gunakan `b.Loop()`. Pola `b.N` masih valid dan tidak dihapus.

- Testify, by "Stretchr, Inc"

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.58...

A.59. Table-Driven Test

Table-driven test adalah teknik penulisan test di Go menggunakan **tabel data** (slice of struct) sebagai kumpulan test case. Dengan teknik ini, banyak skenario pengujian bisa ditulis dalam satu fungsi test yang ringkas dan mudah dikembangkan.

> Teknik ini juga direkomendasikan secara resmi oleh tim Go. Baca lebih lanjut di https://go.dev/wiki/TableDrivenTests.

A.59.1. Masalah dengan Test Konvensional

Pada chapter sebelumnya (A.58. Unit Test), kita sudah belajar menulis test seperti ini:

```
func TestHitungVolume(t *testing.T) {
    kubus := Kubus{4}
    if kubus.Volume() != 64 {
        t.Errorf("Volume salah: dapat %f, seharusnya 64", kubus.Volume())
    }
}
```

Masalahnya, kalau kita ingin mengetes banyak skenario (sisi = 0, sisi desimal, sisi besar, dan lainnya), kita harus menulis banyak fungsi test terpisah. Kode menjadi panjang dan repetitif, padahal logika pengujiannya sama persis.

A.59.2. Solusi: Table-Driven Test

Dengan table-driven test, semua test case didefinisikan dalam sebuah slice, lalu diiterasikan satu per satu. Ini menghilangkan duplikasi dan memudahkan penambahan skenario baru cukup dengan menambah satu baris ke tabel.

Contoh berikut melanjutkan project dari chapter A.58. Struct `Kubus` dan method-nya sudah ada di `main.go` :

```go
package main

import "math"

type Kubus struct {
    Sisi float64
}

func (k Kubus) Volume() float64 {
    return math.Pow(k.Sisi, 3)
}

func (k Kubus) Luas() float64 {
    return math.Pow(k.Sisi, 2) * 6
}
```

Tambahkan file `main_test.go` dengan isi berikut:

```
package main

import "testing"

func TestKubus_TableDriven(t *testing.T) {
    tests := []struct {
        name           string
        sisi           float64
        expectedVolume float64
        expectedLuas   float64
    }{
        {"sisi 0",   0,   0,      0},
        {"sisi 1",   1,   1,      6},
        {"sisi 4",   4,   64,     96},
        {"sisi 2.5", 2.5, 15.625, 37.5},
        {"sisi 10",  10,  1000,   600},
    }

    for _, tt := range tests {
        t.Run(tt.name, func(t *testing.T) {
            k := Kubus{tt.sisi}

            if k.Volume() != tt.expectedVolume {
                t.Errorf("Volume(%v) = %v, want %v", tt.sisi, k.Volume(), tt.ex
            }

            if k.Luas() != tt.expectedLuas {
                t.Errorf("Luas(%v) = %v, want %v", tt.sisi, k.Luas(), tt.expect
            }
        })
    }
}
```

Jalankan test:

```
go test -v -run TestKubus_TableDriven
```

Output ketika semua test case lolos:

```
=== RUN   TestKubus_TableDriven
=== RUN   TestKubus_TableDriven/sisi_0
=== RUN   TestKubus_TableDriven/sisi_1
=== RUN   TestKubus_TableDriven/sisi_4
=== RUN   TestKubus_TableDriven/sisi_2.5
=== RUN   TestKubus_TableDriven/sisi_10
--- PASS: TestKubus_TableDriven (0.00s)
    --- PASS: TestKubus_TableDriven/sisi_0 (0.00s)
    --- PASS: TestKubus_TableDriven/sisi_1 (0.00s)
    --- PASS: TestKubus_TableDriven/sisi_4 (0.00s)
    --- PASS: TestKubus_TableDriven/sisi_2.5 (0.00s)
    --- PASS: TestKubus_TableDriven/sisi_10 (0.00s)
PASS
```

Setiap test case dijalankan sebagai **sub-test** terpisah lewat `t.Run()`. Fungsi ini menerima dua parameter: nama sub-test (string) dan fungsi test-nya (`func(t *testing.T)`). Keuntungannya, kalau satu test case gagal, yang lain tetap dijalankan dan hasilnya dilaporkan secara terpisah, sehingga mudah melacak bagian mana yang bermasalah.

Contoh output ketika satu test case gagal (misalnya expected volume untuk `sisi 4` diubah ke nilai yang salah):

```
=== RUN   TestKubus_TableDriven/sisi_4
    main_test.go:24: Volume(4) = 64, want 999
--- FAIL: TestKubus_TableDriven/sisi_4 (0.00s)
```

Sub-test lain tetap dijalankan dan dilaporkan secara terpisah. Ini kelebihan utama dibanding test konvensional yang langsung berhenti saat ada error pertama.

A.59.3. Contoh Lain: Fungsi dengan Banyak Kondisi

Table-driven test sangat berguna untuk menguji fungsi yang punya banyak cabang kondisi. Mari praktikkan dengan membuat project baru.

File `main.go`:

```go
package main

func KategorikanNilai(nilai int) string {
    switch {
    case nilai >= 90:
        return "A"
    case nilai >= 80:
        return "B"
    case nilai >= 70:
        return "C"
    case nilai >= 60:
        return "D"
    default:
        return "E"
    }
}
```

File `main_test.go` :

```go
package main

import "testing"

func TestKategorikanNilai(t *testing.T) {
    tests := []struct {
        name     string
        nilai    int
        expected string
    }{
        {"nilai sempurna", 100, "A"},
        {"nilai A minimum", 90,  "A"},
        {"nilai A batas",   89,  "B"},
        {"nilai B minimum", 80,  "B"},
        {"nilai B batas",   79,  "C"},
        {"nilai C minimum", 70,  "C"},
        {"nilai C batas",   69,  "D"},
        {"nilai D minimum", 60,  "D"},
        {"nilai D batas",   59,  "E"},
        {"nilai nol",       0,   "E"},
    }

    for _, tt := range tests {
        t.Run(tt.name, func(t *testing.T) {
            result := KategorikanNilai(tt.nilai)
            if result != tt.expected {
                t.Errorf("KategorikanNilai(%d) = %s, want %s", tt.nilai, result
            }
        })
    }
}
```

Perhatikan betapa mudahnya menambah skenario baru: cukup tambahkan satu baris ke slice `tests`, tanpa perlu membuat fungsi test baru.

A.59.4. Menjalankan Sub-Test Tertentu

Flag `-run` pada `go test` mendukung *pattern matching* hingga ke level nama sub-test. Nama sub-test dibentuk dari `NamaFungsiTest/nama_sub_test`, dengan spasi otomatis diganti `_`. Pattern yang digunakan adalah regex.

```
# jalankan semua sub-test yang mengandung kata "batas"
go test -v -run TestKategorikanNilai/batas

# jalankan sub-test spesifik
go test -v -run TestKategorikanNilai/nilai_sempurna
```

A.59.5. Parallel Test

Sub-test bisa dijalankan secara paralel dengan memanggil `t.Parallel()` di awal fungsi sub-test. Ini berguna untuk mempercepat eksekusi test ketika antar test case tidak saling bergantung dan tidak mengakses data yang sama.

```
package main

import "testing"

func TestKategorikanNilai_Parallel(t *testing.T) {
    tests := []struct {
        name     string
        nilai    int
        expected string
    }{
        {"nilai A", 95, "A"},
        {"nilai B", 85, "B"},
        {"nilai C", 75, "C"},
    }

    for _, tt := range tests {
        t.Run(tt.name, func(t *testing.T) {
            t.Parallel()
            result := KategorikanNilai(tt.nilai)
            if result != tt.expected {
                t.Errorf("KategorikanNilai(%d) = %s, want %s", tt.nilai, result
            }
        })
    }
}
```

> Hindari penggunaan `t.Parallel()` jika antar test case berbagi data yang bisa diubah (misalnya variabel global atau koneksi database yang sama), karena bisa menyebabkan *race condition*.
>
> Sejak Go 1.22, variabel loop sudah di-scope per iterasi, sehingga tidak perlu lagi menulis `tt := tt` di dalam loop untuk menghindari masalah pada parallel test.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.59...

A.60. WaitGroup

Sebelumnya kita telah belajar banyak mengenai channel, di mana fungsi utamanya adalah untuk sharing/kirim data antar goroutine. Selain untuk komunikasi data, channel secara tidak langsung bisa dimanfaatkan untuk kontrol goroutine.

Go menyediakan package `sync`, berisi cukup banyak API untuk manajemen operasi multiprocessing (goroutine), salah satunya adalah yang kita bahas pada chapter ini, yaitu `sync.WaitGroup`.

Kegunaan `sync.WaitGroup` adalah untuk sinkronisasi goroutine. Berbeda dengan channel, `sync.WaitGroup` memang dirancang khusus untuk pengelolaan goroutine, dengan penggunaan relatif lebih mudah dan efektif dibanding channel.

> Sebenarnya kurang pas jika membandingkan `sync.WaitGroup` dan channel, karena fungsi utama dari keduanya adalah berbeda. Channel untuk keperluan sharing data antar goroutine, sedangkan `sync.WaitGroup` untuk sinkronisasi goroutine.

A.60.1. Penerapan `sync.WaitGroup`

`sync.WaitGroup` digunakan untuk menunggu goroutine. Cara pengaplikasiannya sangat mudah, tinggal masukkan jumlah goroutine yang dieksekusi, sebagai parameter method `Add()` pada object cetakan `sync.WaitGroup`, kemudian di akhir setiap goroutine pastikan untuk memanggil method `Done()`. Lalu gunakan method `Wait()` untuk menunggu eksekusi semua goroutine selesai.

Agar lebih jelas, silakan coba kode berikut.

```go
package main

import "sync"
import "runtime"
import "fmt"

func doPrint(wg *sync.WaitGroup, message string) {
    defer wg.Done()
    fmt.Println(message)
}

func main() {
    runtime.GOMAXPROCS(2)

    var wg sync.WaitGroup

    for i := 0; i < 5; i++ {
        var data = fmt.Sprintf("data %d", i)

        wg.Add(1)
        go doPrint(&wg, data)
    }

    wg.Wait()
}
```

Kode di atas merupakan contoh penerapan `sync.WaitGroup` untuk pengelolaan goroutine. Fungsi `doPrint()` akan dijalankan sebagai goroutine, dengan tugas menampilkan isi variabel `message`.

Variabel `wg` dibuat dengan tipe data `sync.WaitGroup`. Variabel ini digunakan sebagai kontrol dan sinkronisasi goroutines yang dijalankan.

Di tiap perulangan statement `wg.Add(1)` dipanggil. Kode tersebut akan memberikan informasi kepada `wg` bahwa jumlah goroutine yang sedang diproses ditambah 1 (karena dipanggil 5 kali, maka `wg` akan sadar bahwa terdapat 5 buah goroutine sedang berjalan).

Di baris selanjutnya, fungsi `doPrint()` dieksekusi sebagai goroutine. Di dalam fungsi tersebut, sebuah method bernama `Done()` dipanggil. Method ini digunakan untuk memberikan informasi kepada `wg` bahwa goroutine di mana method itu dipanggil sudah selesai. Sejumlah 5 buah goroutine dijalankan, maka method tersebut harus dipanggil 5 kali.

Statement `wg.Wait()` bersifat blocking, proses eksekusi program tidak akan diteruskan ke baris selanjutnya, sebelum sejumlah 5 goroutine selesai. Jika `Add(1)` dipanggil 5 kali, maka `Done()` juga harus dipanggil 5 kali.

Output program di atas:

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab56.go
data 4
data 2
data 3
data 0
data 1
novalagung:belajar-golang $ go run bab56.go
data 4
data 1
data 2
data 3
data 0
novalagung:belajar-golang $
```

> `sync.WaitGroup` merupakan salah satu tipe yang *thread safe*. Kita tidak perlu khawatir terhadap potensi *race condition* karena variabel bertipe ini aman untuk digunakan di banyak goroutine secara paralel.

A.60.2. Perbedaan WaitGroup Dengan Channel

Bukan sebuah perbandingan yang *fair*, tapi jika dilihat perbedaan antara channel dan `sync.WaitGroup` kurang lebih ada di bagian ini:

- Channel tergantung kepada goroutine tertentu dalam penggunaannya, tidak seperti `sync.WaitGroup` yang dia tidak perlu tahu goroutine mana saja yang dijalankan, cukup tahu jumlah goroutine yang harus selesai
- Penerapan `sync.WaitGroup` lebih mudah dibanding channel
- Kegunaan utama channel adalah untuk komunikasi data antar goroutine. Sifatnya yang blocking bisa kita manfaatkan untuk manage goroutine; sedangkan WaitGroup khusus digunakan untuk sinkronisasi goroutine
- Performa `sync.WaitGroup` lebih baik dibanding channel, sumber: https://groups.google.com/forum/#!topic/golang-nuts/whpCEk9yLhc

Kombinasi yang tepat antara `sync.WaitGroup` dan channel sangat penting, keduanya diperlukan dalam concurrent programming program performansinya bisa maksimal.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.60...

A.61. Mutex

Sebelum kita membahas mengenai apa itu **mutex**? ada baiknya untuk mempelajari terlebih dahulu apa itu **race condition**, karena kedua konsep ini berhubungan erat satu sama lain.

Race condition adalah kondisi di mana lebih dari satu goroutine mengakses data yang sama pada waktu yang bersamaan (benar-benar bersamaan). Ketika hal ini terjadi, nilai data tersebut akan menjadi kacau. Dalam **concurrency programming**, situasi seperti ini sering terjadi.

Mutex melakukan pengubahan level akses sebuah data menjadi eksklusif, menjadikan data tersebut hanya dapat dikonsumsi (read / write) oleh satu buah goroutine saja. Ketika terjadi race condition, maka hanya goroutine yang beruntung saja yang bisa mengakses data tersebut. Goroutine lain (yang waktu running nya kebetulan bersamaan) akan dipaksa untuk menunggu, hingga goroutine yang sedang memanfaatkan data tersebut selesai.

Go menyediakan `sync.Mutex` yang bisa dimanfaatkan untuk keperluan **lock** dan **unlock** data. Pada chapter ini kita akan membahas mengenai race condition dan cara mengatasinya menggunakan mutex.

A.61.1. Persiapan

Pertama siapkan struct baru bernama `counter`, dengan isi satu buah property `val` bertipe `int`. Property ini nantinya dikonsumsi dan diolah oleh banyak goroutine.

Lalu buat beberapa method struct `counter`.

1. Method `Add()`, untuk increment nilai.
2. Method `Value()`, untuk mengembalikan nilai.

```go
package main

import (
    "fmt"
    "runtime"
    "sync"
)

type counter struct {
    val int
}

func (c *counter) Add() {
    c.val++
}

func (c *counter) Value() int {
    return c.val
}
```

Kode di atas kita gunakan sebagai template contoh source code yang ada pada chapter ini.

A.61.2. Contoh Race Condition

Program berikut merupakan contoh program yang di dalamnya memungkinkan terjadi race condition atau kondisi goroutine balapan.

> Pastikan jumlah core prosesor komputer anda adalah lebih dari satu. Karena contoh pada chapter ini hanya akan berjalan sesuai harapan jika `GOMAXPROCS` > 1.

```
func main() {
    runtime.GOMAXPROCS(2)

    var wg sync.WaitGroup
    var meter counter

    for i := 0; i < 1000; i++ {
        wg.Add(1)

        go func() {
            for j := 0; j < 1000; j++ {
                meter.Add()
            }

            wg.Done()
        }()
    }

    wg.Wait()
    fmt.Println(meter.Value())
}
```

Pada kode di atas, disiapkan sebuah instance `sync.WaitGroup` bernama `wg`, dan variabel object `meter` bertipe `counter` (nilai property `val` default-nya adalah **0**).

Setelahnya dijalankan perulangan sebanyak 1000 kali, yang ditiap perulanganya dijalankan sebuah goroutine baru. Di dalam goroutine tersebut, terdapat perulangan lagi, sebanyak 1000 kali. Dalam perulangan tersebut nilai property `val` dinaikkan sebanyak 1 lewat method `Add()`.

Dengan demikian, ekspektasi nilai akhir `meter.val` harusnya adalah 1000000.

Di akhir, `wg.Wait()` dipanggil, dan nilai variabel counter `meter` diambil lewat `meter.Value()` untuk kemudian ditampilkan.

Jalankan program, lihat hasilnya.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab57.go
754541
novalagung:belajar-golang $ go run bab57.go
753642
novalagung:belajar-golang $ go run bab57.go
729100
novalagung:belajar-golang $
```

Nilai `meter.val` tidak genap 1000000? kenapa bisa begitu? Padahal seharusnya tidak ada masalah dalam kode yang kita tulis di atas.

Inilah yang disebut dengan race condition, data yang diakses bersamaan dalam 1 waktu menjadi kacau.

A.61.3. Deteksi Race Condition Menggunakan Go Race Detector

Go menyediakan fitur untuk deteksi race condition. Cara penggunaannya adalah dengan menambahkan flag `-race` pada saat eksekusi aplikasi.

```
novalagung:belajar-golang $ go run -race bab57.go
==================
WARNING: DATA RACE
Read by goroutine 7:
  main.main.func1()
      /Users/novalagung/Documents/go/src/belajar-golang/bab57.go:30 +0x46

Previous write by goroutine 6:
  main.main.func1()
      /Users/novalagung/Documents/go/src/belajar-golang/bab57.go:30 +0x5a

Goroutine 7 (running) created at:
  main.main()
      /Users/novalagung/Documents/go/src/belajar-golang/bab57.go:34 +0xe8

Goroutine 6 (finished) created at:
  main.main()
      /Users/novalagung/Documents/go/src/belajar-golang/bab57.go:34 +0xe8
==================
679625
Found 1 data race(s)
exit status 66
novalagung:belajar-golang $
```

Terlihat pada gambar di atas, ada pesan memberitahu terdapat kemungkinan data race pada program yang kita jalankan.

A.61.4. Penerapan `sync.Mutex`

Sekarang kita tahu bahwa program di atas menghasilkan bug, ada kemungkinan data race di dalamnya. Untuk mengatasi masalah ini ada beberapa cara yang bisa digunakan, dan di sini kita akan menggunakan `sync.Mutex`.

Cara yang dianjurkan adalah menambahkan `sync.Mutex` sebagai **named field** di dalam struct. Dengan cara ini, mutex jelas menjadi milik struct, dan penggunaannya eksplisit karena diakses lewat nama field-nya.

```go
type counter struct {
    mu  sync.Mutex
    val int
}

func (c *counter) Add() {
    c.mu.Lock()
    c.val++
    c.mu.Unlock()
}

func (c *counter) Value() int {
    return c.val
}
```

Method `Lock()` digunakan untuk menandai bahwa semua operasi pada baris setelah kode tersebut adalah bersifat eksklusif. Hanya ada satu buah goroutine yang bisa melakukannya dalam satu waktu. Jika ada banyak goroutine yang eksekusinya bersamaan, harus antri.

Method `Unlock()` akan membuka kembali akses operasi ke property/variabel yang di-lock, proses mutual exclusion terjadi di antara method `Lock()` dan `Unlock()`.

Di contoh di atas, pada saat bagian pengambilan nilai, mutex tidak dipasang, karena kebetulan pengambilan nilai terjadi setelah semua goroutine selesai. Data Race bisa terjadi saat pengubahan maupun pengambilan data, jadi penggunaan mutex harus disesuaikan dengan kasus.

Coba jalankan program, dan lihat hasilnya.

```
novalagung:belajar-golang $ go run bab57.go
1000000
novalagung:belajar-golang $ go run bab57.go
1000000
novalagung:belajar-golang $ go run bab57.go
1000000
novalagung:belajar-golang $
```

Selain menggunakan named field, `sync.Mutex` bisa juga di-*embed* langsung ke dalam struct. Cara ini lebih ringkas karena method `Lock()` dan `Unlock()` ter-*promote* dan bisa dipanggil langsung dari objek.

```go
type counter struct {
    sync.Mutex
    val int
}

func (c *counter) Add() {
    c.Lock()
    c.val++
    c.Unlock()
}
```

Perlu diperhatikan bahwa embedding menyebabkan method `Lock()` dan `Unlock()` ikut menjadi bagian dari method set struct `counter`. Jika struct tersebut di-*export* (nama diawali huruf kapital), maka method-method tersebut ikut ter-*expose* ke luar package, yang bisa membingungkan pengguna. Oleh karena itu, untuk struct yang di-*export*, pendekatan named field lebih disarankan.

Selain dua cara di atas, mutex bisa juga digunakan tanpa ditempelkan ke struct sama sekali. Contohnya bisa dilihat di bawah ini.

```
func (c *counter) Add() {
    c.val++
}

func (c *counter) Value() int {
    return c.val
}

func main() {
    runtime.GOMAXPROCS(2)

    var wg sync.WaitGroup
    var mtx sync.Mutex
    var meter counter

    for i := 0; i < 1000; i++ {
        wg.Add(1)

        go func() {
            for j := 0; j < 1000; j++ {
                mtx.Lock()
                meter.Add(1)
                mtx.Unlock()
            }

            wg.Done()
        }()
    }

    wg.Wait()
    fmt.Println(meter.Value())
}
```

> `sync.Mutex` merupakan salah satu tipe yang *thread safe*. Kita tidak perlu khawatir terhadap potensi *race condition* karena variabel bertipe ini aman untuk digunakan di banyak goroutine secara paralel.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.61...

A.62. Go Vendoring

Pada bagian ini kita akan belajar cara pemanfaatan vendoring untuk menyimpan copy dependency di lokal dalam folder project.

A.62.1. Penjelasan

Vendoring di Go memberikan kita kapabilitas untuk mengunduh semua dependency atau *3rd party*, untuk disimpan di lokal dalam folder project, dalam subfolder bernama `vendor`.

Dengan adanya folder tersebut, maka Go tidak akan *lookup* 3rd party ke cache folder ataupun ke GOPATH, melainkan langsung mengambil dari yang ada dalam folder `vendor`. Jadi kalau dependency sudah ada di dalam `vendor`, maka kita tidak perlu download lagi dari internet menggunakan command `go mod download` ataupun `go mod tidy`.

Ok lanjut ke praktik ya.

A.62.2. Praktik Vendoring

Kita akan coba praktikkan untuk vendoring sebuah 3rd party bernama gubrak.

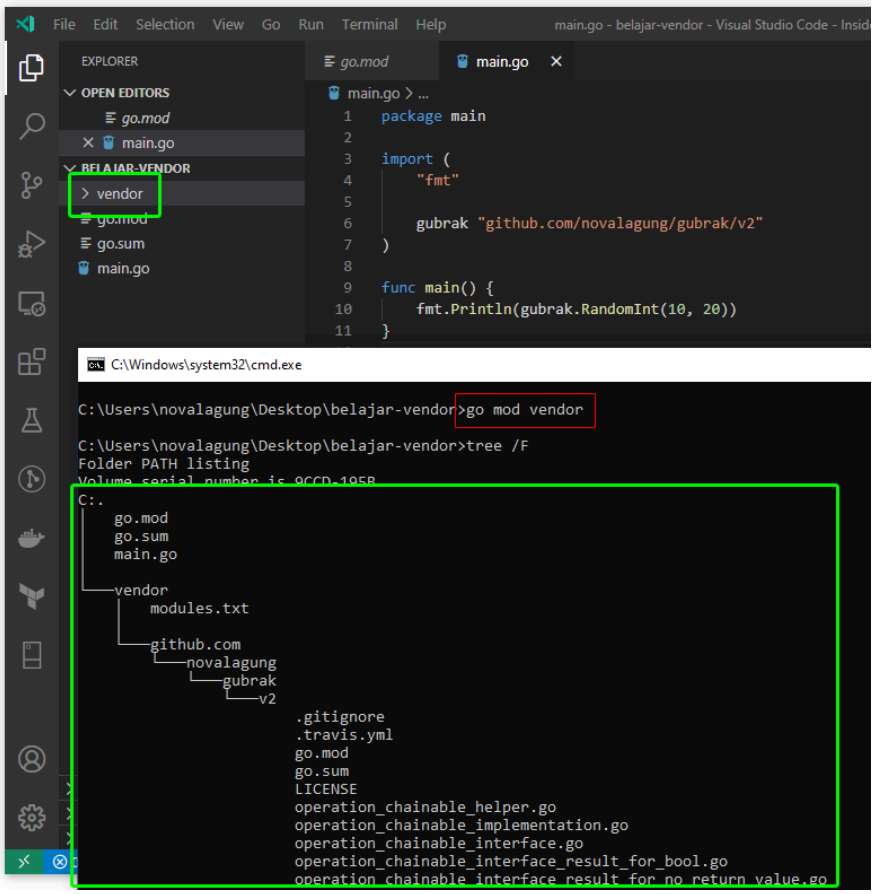
Buat folder project baru dengan nama `belajar-vendor` dengan isi satu file `main.go`. Lalu go get library gubrak.

```
mkdir belajar-vendor
cd belajar-vendor
go mod init belajar-vendor
go get -u github.com/novalagung/gubrak/v2
```

Isi `main.go` dengan blok kode berikut, untuk menampilkan angka random dengan range 10-20.

```
package main

import (
    "fmt"

    gubrak "github.com/novalagung/gubrak/v2"
)

func main() {
    fmt.Println(gubrak.RandomInt(10, 20))
}
```

Setelah itu jalankan command `go mod vendor` untuk vendoring *3rd party library* yang dipergunakan, dalam contoh ini adalah gubrak.



Bisa dilihat, sekarang library gubrak *source code*-nya disimpan dalam folder `vendor`. Nah ini juga akan berlaku untuk semua *library* lainnya yg digunakan jika ada.

A.62.3. Build dan Run Project yang Menerapkan Vendoring

Cara agar Go lookup ke folder `vendor` saat build adalah dengan menambahkan flag `-mod=vendor` sewaktu build atau run project.

```
go run -mod=vendor main.go
go build -mod=vendor -o executable
```

A.62.4. Manfaat Vendoring

Manfaat vendoring adalah pada sisi kompatibilitas & kestabilan 3rd party, selain itu kita tidak perlu repot mendownload dependency karena semuanya sudah ada di lokal.

Konsekuensi penerapan vendoring adalah size project menjadi cukup besar. Untuk penggunaan vendor apakah wajib? menurut saya tidak. Sesuaikan kebutuhan saja.

A.62.5. Flag -mod=vendor Otomatis (Go 1.14+)

Sejak Go 1.14, jika project memiliki folder `vendor` dan file `go.mod` mencantumkan versi `go 1.14` atau lebih tinggi, maka flag `-mod=vendor` **sudah aktif secara otomatis**. Kita tidak perlu menambahkannya secara eksplisit saat menjalankan `go run` atau `go build`.

```
# Go 1.14+: flag -mod=vendor tidak perlu ditulis, sudah otomatis aktif
go run main.go
go build -o executable
```

Jika ingin mengabaikan folder `vendor` dan menggunakan module cache, gunakan flag `-mod=mod` secara eksplisit:

```
go run -mod=mod main.go
```

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.62...

A.63. Concurrency Pattern: Pipeline

Kita sudah membahas beberapa kali tentang topik *concurrency* atau konkurensi di Go programming. Pada chapter ini kita akan belajar salah satu best practice konkurensi dalam Go, yaitu teknik *pipeline*, yang merupakan satu di antara banyak *concurrency pattern* yang ada di Go.

Go memiliki beberapa API untuk keperluan konkurensi, dua diantaranya adalah *goroutine* dan *channel*. Dengan memanfaatkan APIs yang ada kita bisa membentuk sebuah *streaming data pipeline* yang benefitnya adalah efisiensi penggunaan I/O dan efisiensi penggunaan banyak CPU.

A.63.1. Konsep *Pipeline*

Definisi *pipeline* yang paling mudah versi penulis adalah **beberapa/banyak proses yang berjalan secara konkuren yang masing-masing proses merupakan bagian dari serangkaian tahapan proses yang berhubungan satu sama lain**.

Analoginya seperti ini: bayangkan sebuah flow proses untuk auto backup database secara rutin, yang mana database server yang perlu di-backup ada banyak. Untuk backup-nya sendiri kita menggunakan program Go, bukan *shell script*. Mungkin secara garis besar serangkaian tahapan proses yang akan dijalankan adalah berikut:

1. Kita perlu data *list* dari semua database yang harus di-backup, beserta alamat akses dan kredensial-nya.
2. Kita jalankan proses backup, bisa secara sekuensial (setelah `db1` selesai, lanjut `db2`, lanjut `db3`, dst), atau secara paralel (proses backup `db1`, `db2`, `db3`, dan lainnya dijalankan secara bersamaan).
3. Di masing-masing proses backup database sendiri ada beberapa proses yang dijalankan:
    - A. Lakukan operasi *dump* terhadap database, outputnya berupa banyak file disimpan ke sebuah folder.
    - B. File-file hasil dump kemudian di-*archive* ke bentuk `.zip` atau `.tar.gz` (misalnya).
    - C. File archive di-kirim ke server backup, sebagai contoh AWS S3.

Kalau diperhatikan pada kasus di atas, mungkin akan lebih bagus dari segi performansi kalau proses backup banyak database tersebut dilakukan secara parallel.

Dan akan lebih bagus lagi, jika di masing-masing proses backup database tersebut, proses A, B, dan C dijalankan secara konkuren. Dengan menjadikan ketiga proses tersebut (A, B, C) sebagai proses konkuren, maka I/O akan lebih efisien. Nantinya antara proses A, B, dan C eksekusinya akan tetap berurutan (karena memang harus berjalan secara urut. Tidak boleh kalau misal B lebih dulu dieksekusi kemudian A); akan tetapi, ketika goroutine yang bertanggung jawab

untuk eksekusi proses A selesai, kita bisa lanjut dengan eksekusi proses B (yang memang *next stage*-nya proses A) plus eksekusi proses A lainnya (database lain) secara paralel. Jadi goroutine yang handle A ini ga sampai menganggur.

Silakan perhatikan visualisasi berikut. Kolom merupakan representasi dari goroutine yang berjalan secara bersamaan. Tapi karena ketiga goroutine tersebut merupakan serangkaian proses, sehingga eksekusinya harus secara berurut. Sedangkan baris/row representasi dari *sequence* atau urutan.

sequence	pipeline A	pipeline B	pipeline C
1	db1	-	-
2	db2	db1	-
3	db3	db1	-
4	db4	db2	db1
5	db5	db3	db2
6	db5	db4	db3
7	db6	db5	db4
...	...	...	...

Di Go, umumnya proses yang berupa goroutine yang eksekusinya adalah concurrent tapi secara flow adalah harus berurutan, itu disebut dengan **pipeline**. Jadi untuk sementara anggap saja pipeline A sebuah goroutine untuk proses A, pipeline B adalah goroutine proses B, dst.

Untuk mempermudah memahami tabel di atas silakan ikuti penjelasan beruntun berikut:

1. Sequence 1: pipeline A akan melakukan proses dump dari dari `db1`. Pada waktu yang sama, pipeline B dan C menganggur.
2. Sequence 2: proses dump `db1` telah selesai, maka lanjut ke *next stage* yaitu proses archive data dump `db1` yang dilakukan oleh pipeline B. Dan pada waktu yang sama juga, pipeline A menjalankan proses dump `db2`. Pipeline C masih menganggur.
3. Sequence 3: pipeline A menjalankan proses dump `db3`. Pada waktu yang sama pipeline B belum menjalankan proses archiving `db2` yang sudah di-dump karena archiving `db1` masih belum selesai. Pipeline C masih menganggur.
4. Sequence 4: proses archiving `db1` sudah selesai, maka lanjut ke *next stage* yaitu kirim archive ke server backup yang prosesnya di-handle oleh pipeline C. Pada saat yang sama, pipeline B mulai menjalankan archiving data dump `db2` dan pipeline A dumping `db4`.
5. ... dan seterusnya.

Pada contoh ini kita asumsikan pipeline A adalah hanya satu goroutine, pipeline B juga satu goroutine, demikian juga pipeline C. Tapi sebenarnya dalam implementasi *real world* bisa saja ada banyak goroutine untuk masing-masing pipeline (banyak goroutine untuk pipeline A, banyak goroutine untuk pipeline B, banyak goroutine untuk pipeline C).

Semoga cukup jelas ya. Tapi jika masih bingung, juga tidak apa. Kita sambil praktik juga, dan bisa saja pembaca mulai benar-benar pahamnya saat praktik.

> Penulis sarankan untuk benar-benar memahami setiap bagian praktik ini, karena topik ini merupakan pembahasan yang cukup berat untuk pemula, tapi masih dalam klasifikasi fundamental kalau di Go programming. Bingung tidak apa, nanti bisa di-ulang-ulang, yang penting tidak sekadar *copy-paste*.

A.63.2. Skenario Praktik

Ok, penjabaran teori sepanjang sungai `nil` tidak akan banyak membawa penjelasan yang real kalau tidak diiringi dengan praktik. So, mari kita mulai praktik.

Untuk skenario praktik kita tidak menggunakan analogi backup database di atas ya, karena untuk setup environment-nya butuh banyak *effort*. Skenario praktik yang kita pakai adalah mencari md5 sum dari banyak file, kemudian menggunakan hash dari content-nya sebagai nama file. Jadi file yang lama akan di-rename dengan nama baru yaitu hash dari konten file tersebut.

Agar skenario ini bisa kita eksekusi, kita perlu siapkan dulu sebuah program untuk *generate dummy files*.

A.63.3. Program 1: Generate Dummy File

Buat project baru dengan nama bebas ~~loss-gak-rewelllll~~ beserta satu buah file bernama `1-dummy-file-generator.go`.

Dalam file tersebut import dan definisikan beberapa hal, diantaranya:

1. Konstanta `totalFile` yang isinya jumlah file yang ingin di-generate.
2. Variabel `contentLength` yang isinya panjang karakter random yang merupakan isi dari masing-masing *generated* file.
3. Variabel `tempPath` yang mengarah ke temporary folder.

```
package main

import (
    "fmt"
    "log"
    "math/rand"
    "os"
    "path/filepath"
    "time"
)

const totalFile = 3000
const contentLength = 5000

var tempPath = filepath.Join(os.Getenv("TEMP"), "chapter-A.63-concurrency-pipel
```

Kemudian siapkan fungsi `main()` yang isinya statement pemanggilan fungsi `generate()`, dan beberapa hal lainnya untuk keperluan *benchmark* performa dari sisi *execution time*.

```
func main() {
    log.Println("start")
    start := time.Now()

    generateFiles()

    duration := time.Since(start)
    log.Println("done in", duration.Seconds(), "seconds")
}
```

Sekarang siapkan fungsi `randomString()`-nya:

```
func randomString(length int) string {
    randomizer := rand.New(rand.NewSource(time.Now().Unix()))
    letters := []rune("abcdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ")

    b := make([]rune, length)
    for i := range b {
        b[i] = letters[randomizer.Intn(len(letters))]
    }

    return string(b)
}
```

Siapkan fungsi `generateFiles()`-nya, isinya kurang lebih adalah generate banyak file sejumlah `totalFile`. Lalu di tiap-tiap file di-isi dengan *random string* dengan lebar sepanjang `contentLength`. Untuk nama file-nya sendiri, formatnya adalah `file-<index>.txt`.

```
func generateFiles() {
    os.RemoveAll(tempPath)
    os.MkdirAll(tempPath, 0755)

    for i := 0; i < totalFile; i++ {
        filename := filepath.Join(tempPath, fmt.Sprintf("file-%d.txt", i))
        content := randomString(contentLength)
        err := os.WriteFile(filename, []byte(content), 0644)
        if err != nil {
            log.Println("Error writing file", filename)
        }

        if i%100 == 0 && i > 0 {
            log.Println(i, "files created")
        }
    }

    log.Printf("%d of total files created", totalFile)
}
```

O iya untuk logging pembuatan file saya tampilkan setiap 100 file di-generate, agar tidak mengganggu performa, karena printing output ke `stdout` atau CMD/terminal itu cukup *costly*.

Oke, generator sudah siap, jalankan.

```
C:\Windows\System32\cmd.exe

C:\Users\novalagung\Desktop\dasarpemrogramangolang-example\chapter-A.59-pipeline>go run 1-dummy-file-generator.go
2020/05/15 21:19:56 start
2020/05/15 21:19:58 100 files created
2020/05/15 21:19:58 200 files created
2020/05/15 21:19:59 300 files created
2020/05/15 21:19:59 400 files created
2020/05/15 21:20:00 500 files created
2020/05/15 21:20:01 600 files created
2020/05/15 21:20:02 700 files created
2020/05/15 21:20:02 800 files created
2020/05/15 21:20:03 900 files created
2020/05/15 21:20:04 1000 files created
2020/05/15 21:20:05 1100 files created
2020/05/15 21:20:05 1200 files created
2020/05/15 21:20:06 1300 files created
2020/05/15 21:20:06 1400 files created
2020/05/15 21:20:07 1500 files created
2020/05/15 21:20:08 1600 files created
2020/05/15 21:20:08 1700 files created
2020/05/15 21:20:09 1800 files created
2020/05/15 21:20:09 1900 files created
2020/05/15 21:20:10 2000 files created
2020/05/15 21:20:11 2100 files created
2020/05/15 21:20:11 2200 files created
2020/05/15 21:20:12 2300 files created
2020/05/15 21:20:13 2400 files created
2020/05/15 21:20:13 2500 files created
2020/05/15 21:20:14 2600 files created
2020/05/15 21:20:15 2700 files created
2020/05/15 21:20:15 2800 files created
2020/05/15 21:20:16 2900 files created
2020/05/15 21:20:17 3000 of total files created
2020/05/15 21:20:17 done in 20.0706641 seconds

C:\Users\novalagung\Desktop\dasarpemrogramangolang-example\chapter-A.59-pipeline>dir %TEMP%\chapter-A.59-pipeline-temp
 Volume in drive C has no label.
 Volume Serial Number is 9CCD-195B

 Directory of C:\Users\NOVALA~1\AppData\Local\Temp\chapter-A.59-pipeline-temp

05/15/2020  09:20 PM    <DIR>          .
05/15/2020  09:20 PM    <DIR>          ..
05/15/2020  09:19 PM             5,000 file-0.txt
05/15/2020  09:19 PM             5,000 file-1.txt
05/15/2020  09:19 PM             5,000 file-10.txt
05/15/2020  09:19 PM             5,000 file-100.txt
```

Bisa dilihat sebanyak 3000 dummy file di-generate pada folder temporary os, di sub folder `chapter-A.63-concurrency-pipeline`.

A.63.4. Program 2: Baca Semua Files, Cari MD5 Hash-nya, Lalu Gunakan Hash Untuk Rename File

Sesuai judul sub bagian, kita akan buat satu file program lagi, yang isinya adalah melakukan operasi baca terhadap semua dummy file yang sudah di-generate, untuk kemudian dicari *hash*-nya lalu menggunakan nilai hash tersebut sebagai nama untuk file-file baru yang akan dibuat.

Pada bagian ini kita belum masuk ke aspek konkurensi-nya ya. Sabar dulu. Saya akan coba sampaikan dengan penjabaran yang bisa diterima oleh banyak pembaca (termasuk yang masih awam banget).

Siapkan file `2-find-md5-sum-of-file-then-rename-it.go`, import beberapa *packages* dan siapkan definisi variabel `tempPath`.

```
package main

import (
    "crypto/md5"
    "fmt"
    "log"
    "os"
    "path/filepath"
    "time"
)

var tempPath = filepath.Join(os.Getenv("TEMP"), "chapter-A.63-concurrency-pipel
```

Lanjut siapkan fungsi `main()` dengan isi memanggil fungsi `proceed()`.

```
func main() {
    log.Println("start")
    start := time.Now()

    proceed()

    duration := time.Since(start)
    log.Println("done in", duration.Seconds(), "seconds")
}
```

Isi dari fungsi `proceed()` sendiri adalah bisnis logic dari aplikasi yang akan kita buat, yaitu membaca file, mencari md5 hash, lalu rename file.

```
func proceed() {
    counterTotal := 0
    counterRenamed := 0
    err := filepath.Walk(tempPath, func(path string, info os.FileInfo, err erro

        // if there is an error, return immediately
        if err != nil {
            return err
        }

        // if it is a sub directory, return immediately
        if info.IsDir() {
            return nil
        }

        counterTotal++

        // read file
        buf, err := os.ReadFile(path)
        if err != nil {
            return err
        }

        // sum it
        sum := fmt.Sprintf("%x", md5.Sum(buf))

        // rename file
        destinationPath := filepath.Join(tempPath, fmt.Sprintf("file-%s.txt", s
        err = os.Rename(path, destinationPath)
        if err != nil {
            return err
        }

        counterRenamed++
        return nil
    })
    if err != nil {
        log.Println("ERROR:", err.Error())
    }

    log.Printf("%d/%d files renamed", counterRenamed, counterTotal)
}
```

Cukup panjang isi fungsi ini, tetapi isinya cukup *straight forward* kok.

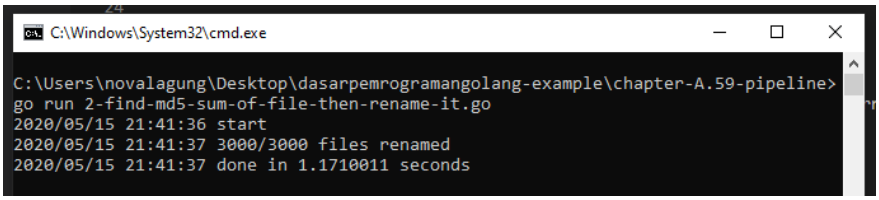
- Pertama kita siapkan `counterTotal` sebagai counter jumlah file yang ditemukan dalam `$TEMP/chapter-A.63-concurrency-pipeline`. Idealnya

jumlahnya adalah sama dengan isi variabel `totalFile` pada program pertama, kecuali ada error.

- Kedua, kita siapkan `counterRenamed` sebagai counter jumlah file yang berhasil di-rename. Untuk ini juga idealnya sama dengan nilai pada `counterTotal`, kecuali ada error
- Kita gunakan `filepath.Walk` untuk melakukan pembacaan semua file yang ada dalam folder `$TEMP/chapter-A.63-concurrency-pipeline`.
- File akan dibaca secara sekuensial. Jika ada error pembacaan, proses dihentikan; jika entry yang ditemukan adalah direktori, maka di-skip lalu lanjut ke file selanjutnya.
- File dibaca menggunakan `os.ReadFile()`, kemudian lewat fungsi `md5.Sum()` kita cari md5 hash sum dari konten file.
- Setelahnya, kita rename file dengan nama `file-<md5hash>.txt`.

> Sejak Go 1.16, `filepath.Walk()` memiliki pengganti yang lebih efisien yaitu `filepath.WalkDir()`. Penjelasan lengkapnya ada di bagian A.63.7. filepath.WalkDir sebagai Pengganti filepath.Walk.

Semoga cukup jelas. Kalo iya, jalankan programnya.



Selesai dalam waktu **1,17 detik**, lumayan untuk eksekusi proses sekuensial.

Ok, aplikasi sudah siap. Selanjutnya kita akan refactor aplikasi tersebut ke bentuk konkuren menggunakan metode *pipeline*.

A.63.5. Program 3: Lakukan Proses Secara Concurrent Menggunakan Teknik Pipeline

Pada bagian ini kita akan re-write ulang program 2, isinya masih sama persis kalau dilihat dari perspektif bisnis logic, tapi metode yang kita terapkan dari sisi engineering berbeda. Di sini kita akan terapkan *pipeline*. Bisnis logic akan dipecah menjadi 3 dan seluruhnya dieksekusi secara konkuren, yaitu:

- Proses baca file
- Proses perhitungan md5 hash sum
- Proses rename file

Kenapa kita pecah, karena ketiga proses tersebut bisa dijalankan bersama secara konkuren, dalam artian misalnya ketika `file1` sudah selesai dibaca, perhitungan md5sum-nya bisa dijalankan secara bersama dengan pembacaan `file2`. Begitu juga untuk proses rename-nya, misalnya, proses rename `file24` bisa dijalankan secara konkuren bersamaan dengan proses hitung md5sum `file22` dan bersamaan dengan proses baca `file28`.

◉ Basis Kode Program

Mungkin agar lebih terlihat perbandingannya nanti di akhir, kita siapkan file terpisah saja untuk program ini. Siapkan file baru bernama `3-find-md5-sum-of-file-then-rename-it-concurrently.go`.

Isi file tersebut dengan kode berikut.

```
package main

import (
    "crypto/md5"
    "fmt"
    "log"
    "os"
    "path/filepath"
    "sync"
    "time"
)

var tempPath = filepath.Join(os.Getenv("TEMP"), "chapter-A.63-concurrency-pipel

type FileInfo struct {
    FilePath  string // file location
    Content   []byte // file content
    Sum       string // md5 sum of content
    IsRenamed bool   // indicator whether the particular file is renamed alread
}
```

Kurang lebih sama seperti sebelumnya, hanya saja ada beberapa packages lain yg di-import dan ada struct `FileInfo`. Struct ini digunakan sebagai metadata tiap file. Karena nantinya proses read file, md5sum, dan rename file akan dipecah menjadi 3 goroutine berbeda, maka perlu ada metadata untuk mempermudah tracking file, agar nanti ketika dapat md5 sum nya tidak salah simpan, dan ketika rename tidak salah file.

◉ Pipeline 1: Baca File

Siapkan fungsi main, lalu panggil fungsi `readFiles()`.

```
func main() {
    log.Println("start")
    start := time.Now()

    // pipeline 1: loop all files and read it
    chanFileContent := readFiles()

    // ...
}
```

Fungsi `readFiles()` isinya adalah pembacaan semua file. Fungsi ini mengembalikan variabel `channel` bernama `chanFileContent`. Lanjut siapkan fungsi tersebut.

```
func readFiles() <-chan FileInfo {
    chanOut := make(chan FileInfo)

    go func() {
        err := filepath.Walk(tempPath, func(path string, info os.FileInfo, err

            // if there is an error, return immediately
            if err != nil {
                return err
            }

            // if it is a sub directory, return immediately
            if info.IsDir() {
                return nil
            }

            buf, err := os.ReadFile(path)
            if err != nil {
                return err
            }

            chanOut <- FileInfo{
                FilePath: path,
                Content:  buf,
            }

            return nil
        })
        if err != nil {
            log.Println("ERROR:", err.Error())
        }

        close(chanOut)
    }()

    return chanOut
}
```

Bisa dilihat isi fungsi `readFiles()`. Di fungsi tersebut ada sebuah channel bernama `chanOut` tipenya channel `FileInfo`, variabel channel ini dijadikan nilai balik dari fungsi `readFiles()`.

Di dalam fungsi `readFiles()` juga ada proses lain yang berjalan secara *asynchronous* dan *concurrent* yaitu goroutine yang isinya pembacaan file. Dalam blok kode baca file, informasi `path` dan konten file dibungkus dalam objek baru dengan tipe `FileInfo` kemudian dikirim ke channel `chanOut`.

Karena proses utama dalam fungsi `readFiles()` berada dalam goroutine, maka di `main()`, ketika statement `chanFileContent := readFiles()` selesai dieksekusi, bukan berarti proses pembacaan file selesai, malah mungkin baru saja dimulai. Ini karena proses baca file dijalankan dalam goroutine di dalam fungsi `readFiles()` tersebut.

Mengenai channel `chanOut` sendiri, akan di-close ketika dipastikan **semua file sudah dikirim datanya ke channel tersebut** (silakan lihat statement `close(chanOut)` di akhir goroutine).

Ok lanjut, karena di sini ada channel yang digunakan sebagai media pengiriman data (`FileInfo`), maka juga harus ada penerima data channel-nya dong. Yups.

◉ Pipeline 2: MD5 Hash Konten File

Tepat di bawah pipeline 1, tambahkan pemanggilan fungsi `getSum()` sebanyak 3x, bisa lebih banyak sih sebenarnya, bebas. Kemudian jadikan nilai balik pemanggilan fungsi tersebut sebagai variadic argument pemanggilan fungsi `mergeChanFileInfo()`.

```
func main() {
    // ...

    // pipeline 2: calculate md5sum
    chanFileSum1 := getSum(chanFileContent)
    chanFileSum2 := getSum(chanFileContent)
    chanFileSum3 := getSum(chanFileContent)
    chanFileSum := mergeChanFileInfo(chanFileSum1, chanFileSum2, chanFileSum3)

    // ...
}
```

Fungsi `getSum()` isinya adalah perhitungan md5hash untuk konten yang datanya dikirim via channel `chanFileContent` hasil kembalian statement `readFiles()`. Fungsi `getSum()` ini juga mengembalikan channel. Karena kita menjalankan `getSum()` tiga kali, maka akan ada 3 channel. Nah ketiga channel tersebut nantinya kita merge ke satu channel saja via fungsi `mergeChanFileInfo()`.

Fungsi `getSum()` menerima channel dan akan secara aktif memantau dan membaca data yang dikirim via channel tersebut hingga channel itu sendiri di-close. Fungsi seperti ini biasa disebut dengan **Fan-out function**. Fungsi fan-out digunakan untuk pendistribusian job ke banyak worker. channel `chanFileContent` di situ merupakan media untuk distribusi job, sedangkan pemanggil fungsi `getSum()` ini sendiri merepresentasikan satu worker. Jadi bisa dibilang, pada contoh di atas, **kita membuat 3 buah worker untuk melakukan operasi perhitungan sum MD5 terhadap data konten yang dikirim via channel `chanFileContent`**.

Nah, karena di sini kita punya 3 worker yang jelasnya menghasilkan 3 buah channel baru, kita perlu sebuah mekanisme untuk menggabung channel tersebut, agar nanti mudah untuk dikontrol (SSoT). Di sinilah peran fungsi `mergeChanFileInfo()`.

Fungsi `mergeChanFileInfo()` digunakan untuk *multiplexing* atau menggabung banyak channel ke satu channel saja, yang mana channel ini juga akan **otomatis di-close ketika channel input (`chanFileContent`) adalah *closed***. Fungsi jenis seperti ini biasa disebut dengan **Fan-in function**.

Jadi TL;DR nya:

- Fungsi Fan-out digunakan untuk pembuatan worker, untuk distribusi job, yang proses distribusinya sendiri akan berhenti ketika channel inputan di-close.
- Fungsi Fan-in digunakan untuk *multiplexing* atau menggabung banyak worker ke satu channel saja, yang mana channel baru ini juga otomatis di-close ketika channel input adalah closed.

Sekarang lanjut buat fungsi `getSum()`.

```
func getSum(chanIn <-chan FileInfo) <-chan FileInfo {
    chanOut := make(chan FileInfo)

    go func() {
        for fileInfo := range chanIn {
            fileInfo.Sum = fmt.Sprintf("%x", md5.Sum(fileInfo.Content))
            chanOut <- fileInfo
        }
        close(chanOut)
    }()

    return chanOut
}
```

Bisa dilihat, di situ channel inputan `chanIn` di-listen dan setiap ada penerimaan data (via channel tersebut) dilanjut ke proses kalkulasi md5 hash. Hasil hash-nya ditambahkan ke data `FileInfo` kemudian dikirim lagi ke channel `chanOut` yang mana channel ini merupakan nilai balik fungsi `getSum()`.

Ketika `chanIn` closed, maka bisa diasumsikan semua data sudah dikirim. Jika memang iya dan data-data tersebut sudah diproses (pencarian md5hash-nya), maka channel `chanOut` juga di-close.

Next, buat fungsi merger-nya.

```
func mergeChanFileInfo(chanInMany ...<-chan FileInfo) <-chan FileInfo {
    wg := new(sync.WaitGroup)
    chanOut := make(chan FileInfo)

    wg.Add(len(chanInMany))
    for _, eachChan := range chanInMany {
        go func(eachChan <-chan FileInfo) {
            for eachChanData := range eachChan {
                chanOut <- eachChanData
            }
            wg.Done()
        }(eachChan)
    }

    go func() {
        wg.Wait()
        close(chanOut)
    }()

    return chanOut
}
```

Fungsi di atas digunakan untuk merging banyak channel ke satu channel. Memang sedikit susah di awal untuk dipahami, tapi nanti lama-kelamaan akan paham. Fungsi ini saya buat sama dengan skema fungsi Fan-in pada Go Concurrency Patterns: Pipeline.

Secara garis besar, pada fungsi ini terjadi beberapa proses:

- Dispatch goroutine baru untuk masing-masing channel yang dikirim via variadic argument/parameter fungsi ini.
- Di dalam goroutine tersebut, append data yang diterima oleh masing-masing channel ke satu buah channel baru yaitu `chanOut`.
- Channel `chanOut` ini dijadikan sebagai nilai balik fungsi.
- Di situ kita gunakan `sync.WaitGroup` untuk kontrol goroutine. Kita akan tunggu hingga semua channel input adalah closed, setelah itu barulah kita close channel `chanOut` ini.

◉ Pipeline 3: Rename file

Tambahkan statement pipeline ketiga, yaitu pemanggilan fungsi Fan-out `rename()`, lalu panggil fungsi Fan-in `mergeChanFileInfo()` untuk multiplex channel kembalian fungsi `rename()`.

```
func main() {
    // ...

    // pipeline 3: rename files
    chanRename1 := rename(chanFileSum)
    chanRename2 := rename(chanFileSum)
    chanRename3 := rename(chanFileSum)
    chanRename4 := rename(chanFileSum)
    chanRename := mergeChanFileInfo(chanRename1, chanRename2, chanRename3, char

    // ...
}
```

Di atas bisa dilihat ada 4 buah worker untuk rename di-*dispatch*. Fungsi rename ini sendiri tugasnya adalah me-rename file yang sudah kita baca isinya ke nama baru dengan format `file-<md5hash>.txt`.

Tulis definisi fungsi `rename()`-nya. Secara garis besar semua penulisan fungsi Fan-out pasti mirip, yang beda hanya isi bisnis logic-nya saja. Kalau dalam `getSum()` isinya statement untuk kalkulasi hash, pada `rename()` ini isinya ya statements untuk rename file.

```
func rename(chanIn <-chan FileInfo) <-chan FileInfo {
    chanOut := make(chan FileInfo)

    go func() {
        for fileInfo := range chanIn {
            newPath := filepath.Join(tempPath, fmt.Sprintf("file-%s.txt", fileI
            err := os.Rename(fileInfo.FilePath, newPath)
            fileInfo.IsRenamed = err == nil
            chanOut <- fileInfo
        }

        close(chanOut)
    }()

    return chanOut
}
```

Bisa dilihat di atas kita rename file asli yang informasi path-nya ada di `FileInfo.FilePath`. Jika proses rename berhasil, maka `FileInfo.IsRenamed` di-set ke `true`.

Setelah semua file berhasil di-rename, maka channel `chanOut` di-close.

◉ Pipeline 4 / Output

Serangkaian proses yang sudah kita setup punya ketergantungan tinggi satu sama lain, dan eksekusinya harus berurutan meskipun *concurrently*. Ini secara langsung juga mempermudah kita dalam mengolah output hasil pipeline. Kita cukup fokus ke channel hasil Fan-in yang paling terakhir, yaitu channel `chanRename`.

```
func main() {
    // ...

    // print output
    counterRenamed := 0
    counterTotal := 0
    for fileInfo := range chanRename {
        if fileInfo.IsRenamed {
            counterRenamed++
        }
        counterTotal++
    }

    log.Printf("%d/%d files renamed", counterRenamed, counterTotal)

    duration := time.Since(start)
    log.Println("done in", duration.Seconds(), "seconds")
}
```

Kita lakukan perulangan terhadap channel tersebut, lalu hitung jumlah file yang ditemukan vs jumlah file yang berhasil di-rename. Idealnya keduanya nilainya adalah sama, yaitu `3000`.

Ok, sekarang program sudah siap. Mari kita jalankan untuk melihat hasilnya.

```
C:\Windows\System32\cmd.exe

C:\Users\novalagung\Desktop\dasarpemrogramangolang-example\chapter-A.59-pipelineg
o run 1-dummy-file-generator.go
2020/05/15 22:05:04 start
2020/05/15 22:05:05 100 files created
2020/05/15 22:05:05 200 files created
2020/05/15 22:05:06 300 files created
2020/05/15 22:05:07 400 files created
2020/05/15 22:05:07 500 files created
2020/05/15 22:05:08 600 files created
2020/05/15 22:05:09 700 files created
2020/05/15 22:05:09 800 files created
2020/05/15 22:05:10 900 files created
2020/05/15 22:05:11 1000 files created
2020/05/15 22:05:12 1100 files created
2020/05/15 22:05:12 1200 files created
2020/05/15 22:05:13 1300 files created
2020/05/15 22:05:14 1400 files created
2020/05/15 22:05:14 1500 files created
2020/05/15 22:05:15 1600 files created
2020/05/15 22:05:16 1700 files created
2020/05/15 22:05:16 1800 files created
2020/05/15 22:05:17 1900 files created
2020/05/15 22:05:18 2000 files created
2020/05/15 22:05:19 2100 files created
2020/05/15 22:05:19 2200 files created
2020/05/15 22:05:20 2300 files created
2020/05/15 22:05:21 2400 files created
2020/05/15 22:05:21 2500 files created
2020/05/15 22:05:22 2600 files created
2020/05/15 22:05:22 2700 files created
2020/05/15 22:05:23 2800 files created
2020/05/15 22:05:24 2900 files created
2020/05/15 22:05:24 3000 of total files created
2020/05/15 22:05:24 done in 20.7166678 seconds

C:\Users\novalagung\Desktop\dasarpemrogramangolang-example\chapter-A.59-pipelineg
o run 3-find-md5-sum-of-file-then-rename-it-concurrently.go
2020/05/15 22:08:20 start
2020/05/15 22:08:21 3000/3000 files renamed
2020/05/15 22:08:21 done in 0.7220006 seconds
```

Bisa dilihat bedanya, untuk rename 3000 file menggunakan cara sekuensial membutuhkan waktu `1.17` detik, sedangkan dengan metode pipeline hanya butuh `0.72` detik. Bedanya hampir **40%**! Dan ini hanya 3000 file saja, bayangkan kalau jutaan file, perbedaan performanya akan lebih terasa.

A.63.6. Kesimpulan

Pipeline concurrency pattern sangat bagus untuk diterapkan pada case yang proses-nya bisa diklasifikasi menjadi sub-proses kecil-kecil yang secara I/O tidak saling tunggu (tapi secara flow harus berurutan).

Untuk banyak kasus, metode pipeline ini sangat tepat guna. Kita bisa dengan mudah mengontrol penggunaan resource seperti **CPU** dengan cara menentukan angka ideal jumlah worker untuk masing-masing pipeline, tapi untuk bagian ini butuh *test and try* juga, karena tidak selalu banyak worker itu menghasilkan proses yang lebih cepat, dan misalpun bisa, perlu dicek juga konsumsi resource-nya berlebihan atau tidak. Bisa jadi karena terlalu banyak worker malah lebih lambat karena ada constraint I/O.

Intinya butuh banyak percobaan dan testing, sesuaikan dengan spesifikasi hardware laptop/komputer/server yang digunakan.

Ok sekian untuk chapter panjang ini.

A.63.7. filepath.WalkDir sebagai Pengganti filepath.Walk (Go 1.16+)

Sejak Go 1.16, tersedia fungsi `filepath.WalkDir()` sebagai pengganti yang lebih efisien dari `filepath.Walk()`. Perbedaan utamanya:

- `filepath.Walk()` memanggil `os.Lstat()` pada setiap entry untuk mendapatkan `os.FileInfo`, yang berarti satu *syscall* tambahan per file.
- `filepath.WalkDir()` menggunakan `fs.DirEntry` yang sudah tersedia dari hasil pembacaan direktori, sehingga tidak perlu *syscall* tambahan kecuali memang dibutuhkan.

Untuk chapter pipeline ini, fungsi `readFiles()` bisa ditulis ulang menggunakan `filepath.WalkDir()`:

```
func readFiles() <-chan FileInfo {
    chanOut := make(chan FileInfo)

    go func() {
        err := filepath.WalkDir(tempPath, func(path string, d fs.DirEntry, err
            if err != nil {
                return err
            }
            if d.IsDir() {
                return nil
            }

            buf, err := os.ReadFile(path)
            if err != nil {
                return err
            }

            chanOut <- FileInfo{
                FilePath: path,
                Content:  buf,
            }
            return nil
        })
        if err != nil {
            log.Println("ERROR:", err.Error())
        }
        close(chanOut)
    }()

    return chanOut
}
```

Perlu di-import package `io/fs` untuk tipe `fs.DirEntry`. Untuk kasus pembacaan file dalam jumlah banyak seperti pada chapter ini, `filepath.WalkDir()` adalah pilihan yang lebih baik dari sisi performa.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.63...

A.64. Concurrency Pattern: Simplified Fan-out Fan-in Pipeline

Pada chapter sebelumnya, yaitu chapter A.63. Concurrency Pattern: Pipeline, kita telah mempelajari tentang pipeline pattern, yang mana pattern tersebut merupakan rekomendasi dari tim Go dalam meng-*handle* jenis kasus serangkaian proses yang berjalan secara konkuren.

> Penulis sangat anjurkan untuk mencoba mempelajari praktik chapter sebelumnya terlebih dahulu jika belum. Karena chapter kali ini ada hubungannya dengan chapter tersebut.

Pada chapter ini kita akan mempelajari concurrency pattern juga, lanjutan dari sebelumnya. Pada versi ini kalau dilihat dari perspektif coding penerapannya akan lebih ringkas. Tapi apakah lebih mudah dan lebih *performant* dibanding penerapan pipeline sebelumnya? Jawabannya sangat tergantung dengan kasus yang dihadapi, tergantung spesifikasi hardware-nya juga, dan mungkin juga tergantung dengan taste dari si engineer pembuat program.

Kalau dilihat lebih dalam, perbedaannya sebenarnya hanya pada bagian Fan-out Fan-in nya saja. Di metode ini (hampir) semua pipeline isinya adalah gabungan dari Fan-out dan juga Fan-in. Jadi kita tidak perlu report *merge*. Selain itu, di sini kita bisa dengan mudah mengatur jumlah worker sesuai kebutuhan.

Ok, agar lebih jelas mari kita mulai praktik.

A.64.1. Skenario Praktik

Kita akan modifikasi file program `1-dummy-file-generator.go` yang pada chapter sebelumnya sudah dibuat (A.63. Concurrency Pattern: Pipeline). Kita rubah mekanisme generate dummy files-nya dari sekuensial ke konkuren.

A.64.2. Program Generate Dummy File *Sequentially*

Ok langsung saja, pertama yang perlu dipersiapkan adalah tulis dulu kode program versi sekuensialnya. Bisa langsung copy-paste, atau tulis dari awal dengan mengikut tutorial ini secara keseluruhan. Untuk penjelasan detail program versi sekuensial silakan cek saja di chapter sebelumnya saja, di sini kita tulis langsung agar bisa cepat dimulai bagian program konkuren.

Siapkan folder project baru, isinya satu buah file `1-generate-dummy-files-sequentially.go`.

◉ Import Packages dan Definisi Variabel

```
package main

import (
    "fmt"
    "log"
    "math/rand"
    "os"
    "path/filepath"
    "time"
)

const totalFile = 3000
const contentLength = 5000

var tempPath = filepath.Join(os.Getenv("TEMP"), "chapter-A.64-simplified-fan-in
```

◉ Fungsi `main()`

```
func main() {
    log.Println("start")
    start := time.Now()

    generateFiles()

    duration := time.Since(start)
    log.Println("done in", duration.Seconds(), "seconds")
}
```

◉ Fungsi `randomString()`

```
func randomString(length int) string {
    randomizer := rand.New(rand.NewSource(time.Now().Unix()))
    letters := []rune("abcdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ")

    b := make([]rune, length)
    for i := range b {
        b[i] = letters[randomizer.Intn(len(letters))]
    }

    return string(b)
}
```

> Sejak Go 1.20, fungsi global `math/rand` sudah otomatis di-seed. Untuk penggunaan umum, `rand.New(rand.NewSource(...))` tidak diperlukan lagi. Cukup gunakan `rand.Intn()` atau `rand.IntN()` (Go 1.22+) secara langsung.

◉ Fungsi `generateFiles()`

```go
func generateFiles() {
    os.RemoveAll(tempPath)
    os.MkdirAll(tempPath, 0755)

    for i := 0; i < totalFile; i++ {
        filename := filepath.Join(tempPath, fmt.Sprintf("file-%d.txt", i))
        content := randomString(contentLength)
        err := os.WriteFile(filename, []byte(content), 0644)
        if err != nil {
            log.Println("Error writing file", filename)
        }

        log.Println(i, "files created")
    }

    log.Printf("%d of total files created", totalFile)
}
```

Pada bagian fungsi `generateFiles()` kali ini sedikit berbeda dibanding sebelumnya. Di sini log `file created` tidak ditampilkan per seratus data, melainkan setiap file sukses dibuat. Ini memang akan berpengaruh ke performa, tapi diperlukan untuk perbandingan antara file-file yang di-generate secara sekuensial vs file-file yang di-generate secara konkuren.

Kita lanjut dulu saja. Berikut adalah output jika program di atas di-run.

```
C:\Windows\System32\cmd.exe

C:\Users\novalagung\Desktop\dasarpemrogramangolang-example\chapter-A.60-worker-pool>go run 1-generate-file.go
2020/05/16 11:54:00 start
2020/05/16 11:54:01 100 files created
2020/05/16 11:54:02 200 files created
2020/05/16 11:54:02 300 files created
2020/05/16 11:54:03 400 files created
2020/05/16 11:54:04 500 files created
2020/05/16 11:54:04 600 files created
2020/05/16 11:54:05 700 files created
2020/05/16 11:54:06 800 files created
2020/05/16 11:54:06 900 files created
2020/05/16 11:54:07 1000 files created
2020/05/16 11:54:08 1100 files created
2020/05/16 11:54:08 1200 files created
2020/05/16 11:54:09 1300 files created
2020/05/16 11:54:09 1400 files created
2020/05/16 11:54:10 1500 files created
2020/05/16 11:54:11 1600 files created
2020/05/16 11:54:11 1700 files created
2020/05/16 11:54:12 1800 files created
2020/05/16 11:54:12 1900 files created
2020/05/16 11:54:13 2000 files created
2020/05/16 11:54:14 2100 files created
2020/05/16 11:54:14 2200 files created
2020/05/16 11:54:15 2300 files created
2020/05/16 11:54:16 2400 files created
2020/05/16 11:54:16 2500 files created
2020/05/16 11:54:17 2600 files created
2020/05/16 11:54:17 2700 files created
2020/05/16 11:54:18 2800 files created
2020/05/16 11:54:19 2900 files created
2020/05/16 11:54:19 3000 of total files created
2020/05/16 11:54:19 done in 19.2442732 seconds
```

A.64.3. Program Generate Dummy File *Concurrently*

Selanjutnya, buat file program `2-generate-dummy-files-concurrently.go` yang isinya adalah sama yaitu untuk keperluan generate dummy files tapi dilakukan secara konkuren.

◉ Import Packages dan Definisi Variabel

Import beberapa hal pada file baru ini, lalu definisikan beberapa variabel juga.

```
package main

import (
    "fmt"
    "log"
    "math/rand"
    "os"
    "path/filepath"
    "sync"
    "time"
)

const totalFile = 3000
const contentLength = 5000

var tempPath = filepath.Join(os.Getenv("TEMP"), "chapter-A.64-simplified-fan-in
```

◉ Definisi struct `FileInfo`

Kita perlu siapkan struct baru bernama `FileInfo`, struct ini digunakan sebagai skema payload data ketika dikirimkan via channel dari goroutine jobs ke goroutine worker.

```
type FileInfo struct {
    Index       int
    FileName    string
    WorkerIndex int
    Err         error
}
```

- Property `Index` dan `FileName` menurut saya cukup jelas, isinya adalah angka dan nama file. Nama file sendiri formatnya adalah `file-<index>.txt`.
- Property `WorkerIndex` digunakan sebagai penanda worker mana yang akan melakukan operasi pembuatan file tersebut.

- Property `Err` default isinya kosong. Nantinya akan diisi dengan objek error ketika ada error saat pembuatan file.

◉ Fungsi `main()`

```
func main() {
    log.Println("start")
    start := time.Now()

    generateFiles()

    duration := time.Since(start)
    log.Println("done in", duration.Seconds(), "seconds")
}
```

◉ Fungsi `randomString()`

```
func randomString(length int) string {
    randomizer := rand.New(rand.NewSource(time.Now().Unix()))
    letters := []rune("abcdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ")

    b := make([]rune, length)
    for i := range b {
        b[i] = letters[randomizer.Intn(len(letters))]
    }

    return string(b)
}
```

◉ Fungsi `generateFiles()`

```
func generateFiles() {
    os.RemoveAll(tempPath)
    os.MkdirAll(tempPath, 0755)

    // pipeline 1: job distribution
    chanFileIndex := generateFileIndexes()

    // pipeline 2: the main logic (creating files)
    createFilesWorker := 100
    chanFileResult := createFiles(chanFileIndex, createFilesWorker)

    // track and print output
    counterTotal := 0
    counterSuccess := 0
    for fileResult := range chanFileResult {
        if fileResult.Err != nil {
            log.Printf("error creating file %s. stack trace: %s", fileResult.Fi
        } else {
            counterSuccess++
        }
        counterTotal++
    }

    log.Printf("%d/%d of total files created", counterSuccess, counterTotal)
}
```

Secara garis besar, isi fungsi generate files ini ada 3:

- Pipeline 1, bertugas men-*dispatch* goroutine untuk distribusi jobs.
- Pipeline 2, bertugas men-*dispatch* goroutine untuk start worker yang masing-masing worker punya tugas utama yaitu membuat files.
- Terakhir, tracking channel dari Fan-in nilai balik fungsi pipeline ke-2.

Fungsi `generateFileIndexes()` nantinya akan mengembalikan channel `chanFileIndex` yang fungsi dari channel ini adalah untuk media komunikasi antara proses dalam fungsi `generateFileIndexes()` (yaitu distribusi jobs) dengan proses dalam fungsi selanjutnya yaitu `createFiles()`.

Fungsi `createFiles()` di sini merupakan fungsi **Fan-out Fan-in** karena menerima parameter channel pipeline sebelumnya, kemudian men-dispatch goroutine worker dan melacak output dari masing-masing worker ke channel output. Bisa dibilang fungsi `createFiles()` merupakan gabungan dari fungsi Fan-out dan Fan-in (proses merge channel output dari Fan-out juga ada di dalam fungsi tersebut).

Fungsi `createFiles()` menghasilkan channel yang isinya merupakan result dari operasi tiap-tiap jobs. Dari data yang dilewatkan via channel tersebut akan ketahuan misal ada error atau tidak saat pembuatan files. Channel tersebut

kemudian di-loop lalu ditampilkan tiap-tiap result-nya.

◉ Fungsi `generateFileIndexes()`

Fungsi ini merupakan fungsi Fan-out distribusi jobs. Di dalamnya dilakukan perulangan sejumlah `totalFile`, kemudian data tiap index digunakan untuk pembentukan filename lalu dikirim ke channel outputnya.

```
func generateFileIndexes() <-chan FileInfo {
    chanOut := make(chan FileInfo)

    go func() {
        for i := 0; i < totalFile; i++ {
            chanOut <- FileInfo{
                Index:    i,
                FileName: fmt.Sprintf("file-%d.txt", i),
            }
        }
        close(chanOut)
    }()

    return chanOut
}
```

Setelah dipastikan semua job terkirim, kita close channel output `chanOut` tersebut.

◉ Fungsi `createFiles()`

Bagian ini merupakan yang paling butuh *effort* untuk dipahami. Jadi fungsi `createFiles()` seperti yang sudah saja jelaskan secara singkat di atas, fungsi ini merupakan fungsi gabungan Fan-out (menerima channel output dari pipeline sebelumnya) dan juga Fan-in (menjalankan beberapa worker untuk memproses channel output dari pipeline sebelumnya, lalu output masing-masing worker yang juga merupakan channel - langsung di merge jadi satu channel saja).

Mungkin lebih enak silakan tulis dulu fungsinya, kemudian kita bahas satu per satu.

```
func createFiles(chanIn <-chan FileInfo, numberOfWorkers int) <-chan FileInfo {
    chanOut := make(chan FileInfo)

    // wait group to control the workers
    wg := new(sync.WaitGroup)

    // allocate N of workers
    wg.Add(numberOfWorkers)

    go func() {

        // dispatch N workers
        for workerIndex := 0; workerIndex < numberOfWorkers; workerIndex++ {
            go func(workerIndex int) {

                // listen to `chanIn` channel for incoming jobs
                for job := range chanIn {

                    // do the jobs
                    filePath := filepath.Join(tempPath, job.FileName)
                    content := randomString(contentLength)
                    err := os.WriteFile(filePath, []byte(content), 0644)

                    log.Println("worker", workerIndex, "working on", job.FileNa

                    // construct the job's result, and send it to `chanOut`
                    chanOut <- FileInfo{
                        FileName:    job.FileName,
                        WorkerIndex: workerIndex,
                        Err:         err,
                    }
                }

                // if `chanIn` is closed, and the remaining jobs are finished,
                // only then we mark the worker as complete.
                wg.Done()
            }(workerIndex)
        }
    }()

    // wait until `chanIn` closed and then all workers are done,
    // because right after that - we need to close the `chanOut` channel.
    go func() {
        wg.Wait()
        close(chanOut)
    }()
```

```
    return chanOut
}
```

Penjelasan:

1. Pertama-tama, kita siapkan `chanOut` yang merupakan channel output Fan-in dari worker-worker yang ada. Channel ini langsung dijadikan nilai balik fungsi `createFiles()`. Saya gunakan kata **langsung** di situ karena semua proses lainnya selain deklarasi channel dan waitgroup - adalah berjalan secara asynchronous via goroutine.
2. Kemudian objek `sync.WaitGroup` didefinisikan, lalu di-*notify* bahwa akan ada sejumlah `numberOfWorkers` workers berjalan secara konkuren dan harus ditunggu. Jadi waitgroup ini untuk keperluan manajemen worker-nya.
3. Jalankan goroutine yang isinya dispatch sejumlah `numberOfWorkers` workers. Karena pada bagian ini ada goroutine dalam perulangan, maka informasi perulangan yang akan digunakan di dalam goroutine harus dijadikan argumen eksekusi goroutine (dalam contoh ini `workerIndex`).
4. Pantau channel `chanIn`, setiap ada job yg masuk maka kerjakan.
5. Output dari eksekusi job ada dua yaitu: error, atau tidak error. Informasi *truthy* ini disimpan dalam objek `FileInfo` result yang kemudian di-kirim ke `chanOut`.
6. Jika perulangan terhadap `chanIn` sudah selesai (ditandai dengan channel-nya closed), maka kita tandai juga worker sebagai complete via statement `wg.Done()`
7. Dispatch goroutine baru lagi untuk menunggu semua worker selesai. Jika iya, maka kita close channel `chanOut`.

Semoga cukup jelas ya. Kelebihan metode ini salah satunya adalah kita bisa dengan mudah menentukan jumlah workernya.

> Untuk pembaca yang bingung, mungkin fungsi ini bisa dipecah menjadi satu fungsi Fan-out dan satu fungsi Fan-in seperti chapter sebelumnya.

A.64.4. Test Eksekusi Program

Saya akan coba jalankan program pertama dan kedua, lalu mari kita lihat perbedaannya.

◉ Program Generate Dummy File *Sequentially*

```
C:\Windows\System32\cmd.exe
2020/05/16 23:29:43 2985 files created
2020/05/16 23:29:43 2986 files created
2020/05/16 23:29:43 2987 files created
2020/05/16 23:29:43 2988 files created
2020/05/16 23:29:43 2989 files created
2020/05/16 23:29:43 2990 files created
2020/05/16 23:29:43 2991 files created
2020/05/16 23:29:43 2992 files created
2020/05/16 23:29:43 2993 files created
2020/05/16 23:29:43 2994 files created
2020/05/16 23:29:43 2995 files created
2020/05/16 23:29:43 2996 files created
2020/05/16 23:29:43 2997 files created
2020/05/16 23:29:43 2998 files created
2020/05/16 23:29:43 2999 files created
2020/05/16 23:29:43 3000 of total files created
2020/05/16 23:29:43 done in 23.7658941 seconds
```

Testing di awal chapter ini hasilnya butuh sekitar **19 detik** untuk menyelesaikan generate dummy files sebanyak 3000 secara sekuensial. Tapi kali ini lebih lambat, yaitu **23 detik** dan ini wajar, karena di tiap operasi kita munculkan log ke stdout (via `log.Println()`).

◉ Program Generate Dummy File *Concurrently*

```
C:\Windows\System32\cmd.exe
2020/05/16 23:31:15 worker 59 working on file-2986.txt file generation
2020/05/16 23:31:15 worker 93 working on file-2985.txt file generation
2020/05/16 23:31:15 worker 80 working on file-2989.txt file generation
2020/05/16 23:31:15 worker 44 working on file-2991.txt file generation
2020/05/16 23:31:15 worker 79 working on file-2994.txt file generation
2020/05/16 23:31:15 worker 99 working on file-2990.txt file generation
2020/05/16 23:31:15 worker 61 working on file-2995.txt file generation
2020/05/16 23:31:15 worker 82 working on file-2992.txt file generation
2020/05/16 23:31:15 worker 9 working on file-2993.txt file generation
2020/05/16 23:31:15 worker 88 working on file-2997.txt file generation
2020/05/16 23:31:15 worker 14 working on file-2998.txt file generation
2020/05/16 23:31:15 worker 38 working on file-2978.txt file generation
2020/05/16 23:31:15 worker 4 working on file-2999.txt file generation
2020/05/16 23:31:15 worker 11 working on file-2996.txt file generation
2020/05/16 23:31:15 3000/3000 of total files created
2020/05/16 23:31:15 done in 3.6359981 seconds
```

Bandingkan dengan ini, **3 detik** saja! luar biasa sekali bukan beda performanya. Dan pastinya akan lebih cepat lagi kalau kita hapus statement untuk logging ke stdout (`log.Println()`).

Nah dari sini semoga cukup jelas ya bedanya kalau dari sisi performa. Inilah pentingnya kenapa konkurensi di Go harus diterapkan (untuk kasus yang memang bisa di-konkurensikan prosesnya). Tapi pembaca juga harus hati-hati dalam mendesain pipeline dan menentukan jumlah workernya, karena jika tidak tepat bisa makan *resources* seperti CPU dan RAM cukup tinggi, efeknya bisa terjadi bottleneck yang mempengaruhi performa program secara menyeluruh.

> Untuk menentukan jumlah worker yang ideal, perlu banya coba-coba dan perlu dipertimbangkan juga faktor spesifikasi server/laptopnya. Jadi tidak ada angka yang pasti berapa jumlah worker ideal karena ada banyak faktor yang mempengaruhi (jenis proses, jumlah pipeline, jumlah worker per pipeline, spesifikasi hardware, dsb).

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.64...

A.65. Concurrency Pattern: Context Cancellation Pipeline

Pada chapter ini kita akan belajar tentang salah satu *concurrency pattern* di Go, yaitu **cancellation**. Cancellation merupakan mekanisme untuk menggagalkan secara paksa proses konkuren yang sedang berjalan, entah itu karena ada timeout, ada error, atau ada faktor lain.

Di sini kita akan gunakan salah satu API milik Go yang tersedia untuk *cancellation*, yaitu `context.Context`.

Context digunakan untuk mendefinisikan tipe *context* yang di dalamnya ada beberapa hal yaitu: informasi *deadlines*, signal *cancellation*, dan data untuk keperluan komunikasi antar API atau antar proses.

A.65.1. Skenario Praktik

Kita akan modifikasi file program `1-generate-dummy-files-concurrently.go` yang pada chapter sebelumnya (A.64. Concurrency Pattern: Simplified Fan-in Fan-out Pipeline) sudah dibuat. Pada program tersebut akan kita tambahkan mekanisme cancellation ketika ada timeout.

Jadi kurang lebih akan ada dua result:

- Proses sukses, karena *execution time* di bawah timeout.
- Proses digagalkan secara paksa ditengah jalan, karena *running time* sudah melebihi batas timeout.

A.65.2. Program Generate Dummy File *Concurrently*

Ok langsung saja, tulis dulu kode program versi *concurrent* tanpa *cancellation* sebagai titik awal. Bisa langsung copy-paste dari chapter sebelumnya, atau tulis dari awal mengikuti tutorial ini. Untuk penjelasan detail silakan merujuk ke chapter A.64, di sini kita tulis langsung agar bisa cepat mulai ke bagian *cancellation*.

◉ Import Packages dan Definisi Variabel

```
package main

import (
    "fmt"
    "log"
    "math/rand"
    "os"
    "path/filepath"
    "sync"
    "time"
)

const totalFile = 3000
const contentLength = 5000

var tempPath = filepath.Join(os.Getenv("TEMP"), "chapter-A.65-pipeline-cancella
```

◉ Definisi struct `FileInfo`

```
type FileInfo struct {
    Index       int
    FileName    string
    WorkerIndex int
    Err         error
}
```

◉ Fungsi `main()`

```
func main() {
    log.Println("start")
    start := time.Now()

    generateFiles()

    duration := time.Since(start)
    log.Println("done in", duration.Seconds(), "seconds")
}
```

◉ Fungsi `randomString()`

```go
func randomString(length int) string {
    randomizer := rand.New(rand.NewSource(time.Now().Unix()))
    letters := []rune("abcdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ")

    b := make([]rune, length)
    for i := range b {
        b[i] = letters[randomizer.Intn(len(letters))]
    }

    return string(b)
}
```

> Sejak Go 1.20, fungsi global `math/rand` sudah otomatis di-seed. Untuk penggunaan umum, `rand.New(rand.NewSource(...))` tidak diperlukan lagi. Cukup gunakan `rand.Intn()` atau `rand.IntN()` (Go 1.22+) secara langsung.

◉ Fungsi `generateFiles()`

```
func generateFiles() {
    os.RemoveAll(tempPath)
    os.MkdirAll(tempPath, 0755)

    // pipeline 1: job distribution
    chanFileIndex := generateFileIndexes()

    // pipeline 2: the main logic (creating files)
    createFilesWorker := 100
    chanFileResult := createFiles(chanFileIndex, createFilesWorker)

    // track and print output
    counterTotal := 0
    counterSuccess := 0
    for fileResult := range chanFileResult {
        if fileResult.Err != nil {
            log.Printf("error creating file %s. stack trace: %s", fileResult.Fi
        } else {
            counterSuccess++
        }
        counterTotal++
    }

    log.Printf("%d/%d of total files created", counterSuccess, counterTotal)
}
```

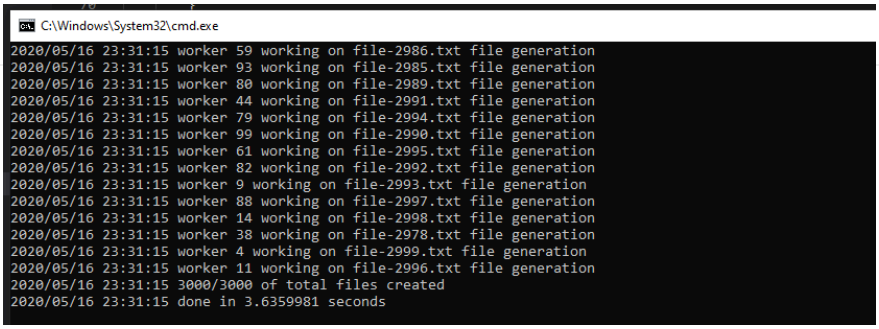
◉ Fungsi `generateFileIndexes()`

```
func generateFileIndexes() <-chan FileInfo {
    chanOut := make(chan FileInfo)

    go func() {
        for i := 0; i < totalFile; i++ {
            chanOut <- FileInfo{
                Index:    i,
                FileName: fmt.Sprintf("file-%d.txt", i),
            }
        }
        close(chanOut)
    }()

    return chanOut
}
```

◉ Fungsi `createFiles()`

```
func createFiles(chanIn <-chan FileInfo, numberOfWorkers int) <-chan FileInfo {
    chanOut := make(chan FileInfo)

    wg := new(sync.WaitGroup)
    wg.Add(numberOfWorkers)

    go func() {
        for workerIndex := 0; workerIndex < numberOfWorkers; workerIndex++ {
            go func(workerIndex int) {
                for job := range chanIn {
                    filePath := filepath.Join(tempPath, job.FileName)
                    content := randomString(contentLength)
                    err := os.WriteFile(filePath, []byte(content), 0644)

                    log.Println("worker", workerIndex, "working on", job.FileNa

                    chanOut <- FileInfo{
                        FileName:    job.FileName,
                        WorkerIndex: workerIndex,
                        Err:         err,
                    }
                }

                wg.Done()
            }(workerIndex)
        }
    }()

    go func() {
        wg.Wait()
        close(chanOut)
    }()

    return chanOut
}
```

Hasil eksekusi program:



A.65.3. Program Generate Dummy File *Concurrently* dan Mekanisme *Cancellation*

Ok, sekarang kita akan refactor kode tersebut, kita tambahkan mekanisme *cancellation* menggunakan `context.Context` API. Silakan duplikasi file program, lalu ikuti petunjuk berikut.

◉ Import package `context`

Tambahkan package `context` dalam block import packages.

```
import (
    "context"

    // ...
)
```

◉ Tambahkan definisi konstanta timeout

Di sini saya tentukan timeout adalah 3 detik. Nantinya kita akan modifikasi angka timeout untuk keperluan testing.

```
const timeoutDuration = 3 * time.Second
```

◉ Penerapan context di fungsi `main()`

Pada fungsi main, lakukan sedikit perubahan. Yang sebelumnya ada statement berikut:

```
generateFiles()
```

Ubah menjadi berikut:

```
ctx, cancel := context.WithTimeout(context.Background(), timeoutDuration)
defer cancel()
generateFilesWithContext(ctx)
```

Fungsi `generateFilesWithContext()` merupakan fungsi yang sama persis dengan `generateFiles()` (yang tentunya akan kita buat). Perbedaannya adalah hanya pada fungsi baru ini ada satu argument baru yaitu data `context.Context`.

Ini merupakan salah satu idiomatic Go untuk cara penulisan fungsi yang *cancellable*. Umumnya akan ada fungsi tanpa context dan fungsi yang ada context-nya. Contohnya seperti berikut:

```
generateFiles()
generateFilesWithContext(ctx)
```

Dimisalkan lagi jika argument context adalah wajib pada sebuah fungsi, maka cukup gunakan 1 fungsi saja, yang ada `WithContext()`-nya dihapus, tapi satu fungsi yang ada ditambahkan context. Contohnya:

```
generateFiles(ctx)
```

Pada contoh ini kita akan siapkan dua fungsi, yang ada context-nya dan yang tidak.

Ok lanjut ke pembahasan. Fungsi `context.WithTimeout` digunakan untuk menambahkan timeout pada sebuah context. Parameter pertama fungsi ini adalah objek context juga. Pada contoh di atas, karena sebelumnya belum ada objek context, maka kita buat objek context baru lewat `context.Background()`.

Cara pembuatan object context sendiri sebenarnya ada 3:

1. Menggunakan fungsi `context.Background()`. Fungsi tersebut menghasilkan objek context yang data di dalamnya adalah kosong dan tidak memiliki deadline. Context ini biasanya digunakan untuk inisialisasi object context baru yang nanti akan di-chain dengan fungsi `context.With...`.
2. Menggunakan fungsi `context.TODO()`. Fungsi ini menghasilkan objek context baru seperti `context.Background()`. Context buatan fungsi TODO ini biasanya digunakan dalam situasi ketika belum jelas nantinya harus menggunakan jenis context apa (apakah dengan timeout, apakah dengan cancel).
3. Menggunakan fungsi `context.With...`. Fungsi ini sebenarnya bukan digunakan untuk inisialisasi objek konteks baru, tapi digunakan untuk menambahkan informasi tertentu pada *copied* context yang disisipkan di parameter pertama pemanggilan fungsi. Ada 3 buah fungsi `context.With...` yang bisa digunakan, yaitu:
    - Fungsi `context.WithCancel(ctx) (ctx, cancel)`. Fungsi ini digunakan untuk menambahkan fasilitas *cancellable* pada context yang disisipkan sebagai parameter pertama pemanggilan fungsi. Lewat nilai balik kedua,

yaitu `cancel` yang tipenya `context.CancelFunc`, kita bisa secara paksa meng-*cancel* context ini.
    - Fungsi `context.WithDeadline(ctx, time.Time) (ctx, cancel)`. Fungsi ini juga menambahkan fitur *cancellable* pada context, tapi selain itu juga menambahkan informasi deadline yang mana jika waktu sekarang sudah melebihi deadline yang sudah ditentukan maka context otomatis di-cancel secara paksa.
    - Fungsi `context.WithTimeout(ctx, time.Duration) (ctx, cancel)`. Fungsi ini sama seperti `context.WithDeadline()`, bedanya pada parameter kedua argument bertipe durasi (bukan objek `time.Time`).

Kesamaan dari ketiga fungsi `context.With...` adalah sama-sama menambahkan fasilitas *cancellable* yang bisa dieksekusi lewat nilai balik kedua fungsi tersebut (yang tipenya `context.CancelFunc`).

Jadi pada contoh yang kita tulis di atas, kurang lebih yang akan dilakukan adalah:

- Kita buat object context baru lewat `context.Background()`.
- Objek context tersebut ditambahkan fasilitas *cancellable* di dalamnya, dan juga auto cancel ketika timeout menggunakan `context.WithTimeout()`, dengan durasi timeout adalah `timeoutDuration`.
- Fungsi `generateFilesWithContext()` dipanggil dengan disisipkan object context.
- Callback `context.CancelFunc` dipanggil secara deferred. Ini merupakan idiomatic Go dalam penerapan context. Meskipun context sudah punya timeout atau deadline dan kita tidak perlu meng-*cancel* context secara manual, sangat dianjurkan untuk tetap memanggil callback `cancel()` tersebut secara deferred.

◉ Modifikasi fungsi `generateFiles()`

Isi dari fungsi `generateFiles()` kita ubah menjadi pemanggilan fungsi `generateFilesWithContext()` dengan parameter context kosong.

```
func generateFiles() {
    generateFilesWithContext(context.Background())
}
```

Pada fungsi `generateFilesWithContext()` sendiri, isinya adalah isi `generateFiles()` sebelumnya tapi ditambahkan beberapa hal. Silakan tulis dulu kode berikut.

```
func generateFilesWithContext(ctx context.Context) {
    os.RemoveAll(tempPath)
    os.MkdirAll(tempPath, 0755)

    done := make(chan int)

    go func() {
        // pipeline 1: job distribution
        chanFileIndex := generateFileIndexes(ctx)

        // pipeline 2: the main logic (creating files)
        createFilesWorker := 100
        chanFileResult := createFiles(ctx, chanFileIndex, createFilesWorker)

        // track and print output
        counterSuccess := 0
        for fileResult := range chanFileResult {
            if fileResult.Err != nil {
                log.Printf("error creating file %s. stack trace: %s", fileResul
            } else {
                counterSuccess++
            }
        }

        // notify that the process is complete
        done <- counterSuccess
    }()

    select {
    case <-ctx.Done():
        log.Printf("generation process stopped. %s", ctx.Err())
    case counterSuccess := <-done:
        log.Printf("%d/%d of total files created", counterSuccess, totalFile)
    }
}
```

Penambahan yang dimaksud adalah, statement pipelines dibungkus dengan sebuah goroutine IIFE, yang di akhir fungsi kita kirim informasi jumlah file yang berhasil di-generate (`counterSuccess`) ke sebuah channel bernama `done` .

Channel `done` ini kita gunakan sebagai indikator bahwa proses pipeline sudah selesai secara keseluruhan.

Selain goroutine, di akhir fungsi `generateFilesWithContext()` sendiri ditambahkan *channel selection* dengan isi dua buah cases.

Case pertama adalah ketika channel done pada context `ctx` menerima data. Cara penggunaannya seperti ini `<-ctx.Done()`. Ketika channel done milik context ini menerima data, berarti context telah di-cancel secara paksa. Cancel-nya bisa karena memang context melebihi timeout yang sudah ditentukan, atau di-cancel secara eksplisit lewat pemanggilan callback `context.CancelFunc`. Untuk mengetahui alasan cancel bisa dengan cara mengakses method error milik contex, yaitu: `ctx.Err()`.

Jadi pada contoh di atas, ketika context timeout atau di-cancel secara eksplisit (via callback `cancel`), maka case pertama akan terpenuhi dan message ditampilkan.

Untuk case kedua akan terpenuhi ketika proses pipeline sudah selesai secara keseluruhan. Bisa dilihat di akhir goroutine, di situ channel `done` dikirimi informasi `counterSuccess`. Ketika ini terjadi maka kondisi case kedua terpenuhi, lalu ditampilkan informasi file yang sudah sukses dibuat.

Nah jadi lewat seleksi kondisi 2 case di atas, kita bisa dengan mudah mengidentifikasi apakah proses selesai sepenuhnya, ataukah cancelled ditengah jalan karena timeout ataupun karena di-cancel secara eksplisit.

Selain beberapa hal yang sudah saya sampaikan, ada *minor changes* lainnya, yaitu pada pemanggilan fungsi `generateFileIndexes()` dan `createFiles()` ditambahkan argument context.

◉ Penambahan context pada fungsi `generateFileIndexes()`

Kenapa ini perlu? karena **meski eksekusi fungsi `generateFilesWithContext()` otomatis di stop ketika cancelled, proses di dalamnya akan tetap berjalan jika tidak di-*handle* dengan baik *cancellation*-nya.**

Maka dari itu kita perlu memodifikasi, memastikan bahwa cancellation juga diberlakukan dalam level sub proses.

Silakan tulis kode berikut pada fungsi `generateFileIndexes()`.

```
func generateFileIndexes(ctx context.Context) <-chan FileInfo {
    chanOut := make(chan FileInfo)

    go func() {
        for i := 0; i < totalFile; i++ {
            select {
            case <-ctx.Done():
                return
            default:
                chanOut <- FileInfo{
                    Index:    i,
                    FileName: fmt.Sprintf("file-%d.txt", i),
                }
            }
        }
        close(chanOut)
    }()

    return chanOut
}
```

Dibanding sebelumnya, perbedaannya adalah ada *channel selection*. Jadi di bagian pengiriman jobs, ketika sebelum semua jobs dikirim tapi ada notif untuk cancel maka kita akan skip pengiriman *remaining* jobs secara paksa.

- Jika ada notif cancel paksa, maka case pertama akan terpenuhi, dan goroutine di- `return` (berhenti sepenuhnya).
- Selebihnya, pengiriman jobs akan berlangsung seperti normalnya.

◉ Penambahan context pada fungsi `createFiles()`

Hal yang sama (cancel di level sub proses) juga perlu diterapkan pada `createFiles()`, karena jika tidak, maka proses pembuatan file akan tetap berjalan sesuai dengan jumlah jobs yang dikirim meskipun sudah di-cancel secara paksa.

Sebenarnya penambahan cancellation pada fungsi `generateFiles()` sudah cukup, karena ketika cancelled maka sisa jobs tidak akan dikirim. Tapi pada contoh ini penulis ingin ketika cancelled, maka tidak hanya pengiriman jobs tapi eksekusi jobs juga di-stop secara paksa (meski mungkin masih ada sebagian jobs yang masih dalam antrian).

Silakan tulis kode berikut.

```
func createFiles(ctx context.Context, chanIn <-chan FileInfo, numberOfWorkers i
    chanOut := make(chan FileInfo)

    wg := new(sync.WaitGroup)
    wg.Add(numberOfWorkers)

    go func() {
        for workerIndex := 0; workerIndex < numberOfWorkers; workerIndex++ {
            go func(workerIndex int) {
                for job := range chanIn {
                    select {
                    case <-ctx.Done():
                        break
                    default:
                        filePath := filepath.Join(tempPath, job.FileName)
                        content := randomString(contentLength)
                        err := os.WriteFile(filePath, []byte(content), 0644)

                        log.Println("worker", workerIndex, "working on", job.Fi

                        chanOut <- FileInfo{
                            FileName:    job.FileName,
                            WorkerIndex: workerIndex,
                            Err:         err,
                        }
                    }
                }

                wg.Done()
            }(workerIndex)
        }
    }()

    go func() {
        wg.Wait()
        close(chanOut)
    }()

    return chanOut
}
```

Penambahannya juga sama seperti fungsi-fungsi yang lain, yaitu dengan menambahkan *channel selection*. Ketika ada notifikasi cancel maka perulangan jobs di break. Selebihnya maka harus berjalan seperti normalnya.

A.65.4. Test Eksekusi Program

Jalankan program ke-dua, lihat hasilnya. Karena sebelumnya kita sudah set durasi timeout adalah **3 detik**, maka jika proses belum selesai sebelum durasi tersebut akan di-cancel secara paksa.

```
C:\Windows\System32\cmd.exe
2020/05/17 13:49:29 worker 26 working on file-2258.txt file generation
2020/05/17 13:49:29 worker 50 working on file-2263.txt file generation
2020/05/17 13:49:29 worker 99 working on file-2262.txt file generation
2020/05/17 13:49:29 worker 36 working on file-2264.txt file generation
2020/05/17 13:49:29 worker 4 working on file-2265.txt file generation
2020/05/17 13:49:29 worker 66 working on file-2266.txt file generation
2020/05/17 13:49:29 worker 24 working on file-2268.txt file generation
2020/05/17 13:49:29 worker 54 working on file-2267.txt file generation
2020/05/17 13:49:29 worker 9 working on file-2269.txt file generation
2020/05/17 13:49:29 worker 8 working on file-2270.txt file generation
2020/05/17 13:49:29 worker 94 working on file-2271.txt file generation
2020/05/17 13:49:29 worker 25 working on file-2273.txt file generation
2020/05/17 13:49:29 worker 61 working on file-2272.txt file generation
2020/05/17 13:49:29 worker 22 working on file-2274.txt file generation
2020/05/17 13:49:29 worker 3 working on file-2275.txt file generation
2020/05/17 13:49:29 generation process stopped. context deadline exceeded
2020/05/17 13:49:29 done in 3.0000016 seconds
```

Cukup mudah bukan?

Silakan coba modifikasi durasinya dengan nilai lebih besar, misalnya **15 detik**, lalu coba jalankan.

```
C:\Windows\System32\cmd.exe
2020/05/16 23:31:15 worker 59 working on file-2986.txt file generation
2020/05/16 23:31:15 worker 93 working on file-2985.txt file generation
2020/05/16 23:31:15 worker 80 working on file-2989.txt file generation
2020/05/16 23:31:15 worker 44 working on file-2991.txt file generation
2020/05/16 23:31:15 worker 79 working on file-2994.txt file generation
2020/05/16 23:31:15 worker 99 working on file-2990.txt file generation
2020/05/16 23:31:15 worker 61 working on file-2995.txt file generation
2020/05/16 23:31:15 worker 82 working on file-2992.txt file generation
2020/05/16 23:31:15 worker 9 working on file-2993.txt file generation
2020/05/16 23:31:15 worker 88 working on file-2997.txt file generation
2020/05/16 23:31:15 worker 14 working on file-2998.txt file generation
2020/05/16 23:31:15 worker 38 working on file-2978.txt file generation
2020/05/16 23:31:15 worker 4 working on file-2999.txt file generation
2020/05/16 23:31:15 worker 11 working on file-2996.txt file generation
2020/05/16 23:31:15 3000/3000 of total files created
2020/05/16 23:31:15 done in 3.6359981 seconds
```

Bisa dilihat, di gambar di atas, jika program selesai sebelum **15 detik** maka aman.

A.65.5. Cancel Context Secara Paksa (Tanpa Timeout)

Coba lakukan modifikasi sedikit pada bagian pemanggilan generate files, dari:

```
ctx, cancel := context.WithTimeout(context.Background(), timeoutDuration)
defer cancel()
generateFilesWithContext(ctx)
```

Ke:

```
ctx, cancel := context.WithCancel(context.Background())
defer cancel()
time.AfterFunc(timeoutDuration, cancel)
generateFilesWithContext(ctx)
```

Lalu coba jalankan, maka hasilnya adalah tetap sama. Jika eksekusi program melebihi context maka akan di-cancel secara paksa, selebihnya aman.

Perbedannya ada pada penerapan *cancellation*-nya. Pada contoh ini kita tidak menggunakan timeout, melainkan menggunakan *explicit cancel* dengan mensimulasi timeout menggunakan `time.AfterFunc()`.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.65...

A.66. Go Generics

Pada chapter ini kita akan belajar tentang penerapan Generics di Go.

A.66.1. Konsep Generic Programming

Generic Programming adalah salah satu metode dalam penulisan kode program, di mana tipe data dalam kode didefinisikan menggunakan suatu tipe yang tipe pastinya ditulis belakangan saat kode tersebut di-call atau dieksekusi. Konsep generic ini cukup umum diterapkan terutama pada bahasa pemrograman yang mengadopsi static typing.

Di Go, kita punya tipe `any` atau `interface{}` yang biasa difungsikan sebagai penampung data yang tidak pasti tipe datanya. Generic berbeda dibanding `any`. Tipe `any` dalam praktiknya membungkus data asli atau *underlying value*-nya, dengan pengaksesan data asli tersebut dilakukan via metode *type assertion*, contohnya `data.(int)`.

Berbeda dibanding `any`, pada Generic kita perlu mendefinisikan cakupan tipe data yang kompatibel untuk digunakan saat pemanggilan kode.

Ok, mari kita lanjut ke praktik saja agar tidak makin bingung.

A.66.2. Penerapan Generic pada Fungsi

Mari kita mulai pembelajaran dengan kode sederhana berikut:

```
package main

import "fmt"

func Sum(numbers []int) int {
    var total int
    for _, e := range numbers {
        total += e
    }
    return total
}

func main() {
    total1 := Sum([]int{1, 2, 3, 4, 5})
    fmt.Println("total:", total1)
}
```

Pada kode di atas, didefinisikan sebuah fungsi `Sum()` yang tugasnya menghitung total atau *summary* dari data slice numerik yang disisipkan di parameter. Dalam `main()`, kita panggil fungsi tersebut untuk menghitung total dari sejumlah data

dengan tipe `[]int`. Saya rasa sampai sini cukup jelas.

Fungsi `Sum()` memiliki satu limitasinya, yaitu hanya bisa digunakan pada data yang tipenya `[]int`, tidak bisa untuk tipe slice numerik lain. Bagaimana jika menggunakan tipe `interface{}`? apakah bisa? bisa saja sebenarnya, tapi pastinya lebih report karena sulit untuk menerapkan *type assertion* kalau tidak tau pasti cakupan tipe yang di-support oleh parameter `numbers` itu apa saja.

> Alternatifnya, penggunaan `interface{}` bisa dibarengi dengan penerapan reflection API.

Nah, agar tidak repot, di sini kita akan terapkan Generic. Kode akan dimodifikasi atas agar bisa menampung tipe data slice numerik lainnya diluar tipe `[]int`.

Ok, sekarang ubah kode fungsi `Sum` menjadi seperti di bawah ini:

```
func Sum[V int](numbers []V) V {
    var total V
    for _, e := range numbers {
        total += e
    }
    return total
}
```

Notasi penulisan di atas mungkin akan cukup asing teruntuk pembaca yang belum pernah menggunakan Generic pada bahasa selain Go. Tidak apa, di sini kita belajar dari awal :-)

Penulisan notasi fungsi dengan Generic kurang lebih sebagai berikut:

```
func FuncName[dataType <ComparableType>](params)
```

Pada kode di atas, tipe data `[]int` kita ganti menjadi tipe data `[]V`, yang mana tipe `V` dideklarasikan dengan notasi `[V int]`. Tipe data `V` di situ artinya kompatibel atau *comparable* dengan tipe `int`. Bisa diambil kesimpulan kedua fungsi yang telah kita tulis adalah ekuivalen.

```
func Sum(numbers []int) int {
    var total int
    // ...
}

func Sum[V int](numbers []V) V {
    var total V
    // ...
}
```

Ok, sekarang kita sudah mengubah penulisan kode fungsi `Sum` menggunakan Generic, tanpa merubah kegunaan fungsi. Coba jalankan aplikasi untuk mengetes hasilnya.

```go
func Sum[V int](numbers []V) V {
    var total V
    for _, e := range numbers {
        total += e
    }
    return total
}

func main() {
    total1 := Sum([]int{1, 2, 3, 4, 5})
    fmt.Println("total:", total1)
}
```

Output program:

```
imam@Imams-MacBook-Pro ~ % go run example-1.go
> total: 15
```

A.66.3. Comparable Data Type pada Fungsi Generic

Selanjutnya, modifikasi lagi fungsi `Sum` agar tipe kompatibel `V` di sini bisa kompatibel dengan tipe numerik lainnya seperti `float64`. Caranya sangat mudah, cukup tambahkan tipe data yang diinginkan untuk kompatibel pada statement `V int` menggunakan delimiter pipe (`|`).

```go
func Sum[V int | float32 | float64](numbers []V) V {
    var total V
    for _, e := range numbers {
        total += e
    }
    return total
}
```

Notasi `V int | float32 | float64` artinya tipe `V` adalah kompatibel dengan `int`, `float32`, dan `float64`.

Sekarang coba panggil fungsi tersebut 3 kali dengan 3 parameter berbeda.

```
total1 := Sum([]int{1, 2, 3, 4, 5})
fmt.Println("total:", total1)

total2 := Sum([]float32{2.5, 7.2})
fmt.Println("total:", total2)

total3 := Sum([]float64{1.23, 6.33, 12.6})
fmt.Println("total:", total3)
```

```
imam@Imams-MacBook-Pro ~ % go run example-1.go
total: 15
total: 9.7
total: 20.16
```

Jos gandos, hasilnya sesuai harapan. Sampai sini kita sudah paham bagaimana cara pendefinisian tipe kompatibel pada fungsi dan cara pemanfaatannya.

A.66.4. Tipe Argumen Saat Pemanggilan Fungsi Generic

Ada 2 cara pemanggilan fungsi generic, yang pertama seperti contoh di atas.

```
Sum([]int{1, 2, 3, 4, 5})
Sum([]float32{2.5, 7.2})
Sum([]float64{1.23, 6.33, 12.6})
```

Atau bisa juga dengan menuliskan secara eksplisit tipe data kompatibelnya. Seperti contoh berikut:

```
Sum[int]([]int{1, 2, 3, 4, 5})
Sum[float32]([]float32{2.5, 7.2})
Sum[float64]([]float64{1.23, 6.33, 12.6})
```

Di case ini (dan banyak case lainnya), tipe data yang sudah kompatibel tidak perlu dituliskan secara eksplisit karena kompiler secara cerdas bisa mendeteksi tipe yang kompatibel berdasarkan tipe data parameter saat pemanggilan fungsi.

A.66.5. Keyword `comparable`

Sekarang kita akan belajar kegunaan satu keyword penting lainnya, yaitu `comparable`. Keyword ini merepresentasikan semua tipe data yang nilainya bisa dibandingkan menggunakan operator `==` dan `!=`.

Pada kode di atas kita menggunakan `V int | float32 | float64` untuk mendefinisikan tipe yang kompatibel dengan tipe `int`, `float32`, dan `float64`. Jika ingin membuat tipe `V` kompatibel dengan banyak tipe lainnya, tambahkan

saja tipe2 yang diinginkan. Untuk tipe yang harus bisa dipakai sebagai key map atau dibandingkan dengan `==`, gunakan `comparable`, penulisannya menjadi `V comparable`.

Ok, mari kita coba terapkan. Kita tidak akan menerapkan `comparable` pada contoh di atas karena fungsi `Sum()` kita desain untuk komputasi nilai numerik. Jika `comparable` diterapkan disitu jadinya kurang pas. Oleh karena itu kita siapkan 2 fungsi baru yang mirip berikut sebagai bahan praktik selanjutnya.

```
func SumNumbers1(m map[string]int64) int64 {
    var s int64
    for _, v := range m {
        s += v
    }
    return s
}

func SumNumbers2[K comparable, V int64 | float64](m map[K]V) V {
    var s V
    for _, v := range m {
        s += v
    }
    return s
}

func main() {
    ints := map[string]int64{"first": 34, "second": 12}
    floats := map[string]float64{"first": 35.98, "second": 26.99}

    fmt.Printf("Generic Sums with Constraint: %v and %v\n",
        SumNumbers2(ints),
        SumNumbers2(floats))
}
```

Dua fungsi di atas mirip, tapi memiliki beberapa perbedaan yaitu:

1. Penulisan `SumNumbers1()` adalah non-generic, sedangkan `SumNumbers2()` adalah generic.
2. Pada `SumNumbers1()`, kita menggunakan kombinasi dua tipe data untuk membentuk `map`, yaitu `string` sebagai map key dan `int64` sebagai map value.
3. Pada `SumNumbers2()`, kita breakdown pendefinisian tipe data map menjadi lebih mendetail:
    - Tipe map key adalah `K` yang tipe datanya kompatibel dengan semua tipe yang comparable.
    - Tipe map value adalah `V` yang tipe datanya kompatibel dengan `int64` dan `float64`.
    - Yang sebelumnya `map[string]int64` kini menjadi `map[K]V`.

Karena `SumNumbers2()` menggunakan generic, maka fungsi ini mendukung banyak tipe data karena menggunakan kombinasi dari tipe `K` yang kompatibel dengan semua tipe comparable; dan tipe `V` yang kompatibel dengan `int64` dan `float64`.

- `map[string]int64`
- `map[interface{}]int64`
- `map[string]float64`
- `map[bool]float64`
- ... dan banyak tipe lainnya

Jalankan kode, lihat hasilnya.

```
PS D:\Labs\Adam Studio\Ebook\dasarpemrogramangolang-example\chapter-A.65-generic> go1.18beta1.exe run example-2.go
Generic Sums with Constraint: 46 and 62.97
```

A.66.6. Generic *Type Constraint*

Selanjutnya buat fungsi `SumNumbers3()` yang isinya kurang lebih sama. Kali ini kita tidak menggunakan `V int64 | float64`, melainkan menggunakan tipe `Number` yang merupakan tipe data baru yang akan kita buat juga (generic *type constraint*).

```
type Number interface {
    int64 | float64
}

func SumNumbers3[K comparable, V Number](m map[K]V) V {
    var s V
    for _, v := range m {
        s += v
    }
    return s
}
```

Cara pendefinisian generic type ini mirip seperti pendefinisian tipe data kustom menggunakan keyword `type`, bedanya di sini `interface{}` dipergunakan sebagai tipe, yang di dalamnya di-embed 2 tipe yang diinginkan sebagai batasan tipe, yaitu `int64` dan `float64`. Hasilnya, tipe `Number` bisa dimanfaatkan dalam penerapan generic sebagai tipe data yang kompatibel.

> Perlu diketahui, tipe yang didefinisikan menggunakan *type constraint* ini hanya bisa dimanfaatkan pada generic. Tipe jenis ini tidak bisa digunakan di luar scope kode generic. Sebagai contoh, coba deklarasikan `var s Number` dalam fungsi `main()`, hasilnya akan muncul syntax error.

Ok, sekarang ubah pemanggilan fungsi `SumNumbers2()` pada main menjadi `SumNumbers3()` lalu coba jalankan dan lihat hasilnya, pasti outputnya sama, menandakan bahwa kode program berjalan sesuai desain.

A.66.7. Struct Generic

Generic juga bisa diterapkan pada struct, contohnya:

```
type UserModel[T int | float64] struct {
    Name string
    Scores []T
}

func (m *UserModel[int]) SetScoresA(scores []int) {
    m.Scores = scores
}

func (m *UserModel[float64]) SetScoresB(scores []float64) {
    m.Scores = scores
}

func main() {
    var m1 UserModel[int]
    m1.Name = "Noval"
    m1.Scores = []int{1, 2, 3}
    fmt.Println("scores:", m1.Scores)

    var m2 UserModel[float64]
    m2.Name = "Noval"
    m2.SetScoresB([]float64{10, 11})
    fmt.Println("scores:", m2.Scores)
}
```

Cukup tuliskan notasi generic pada deklarasi struct. Kemudian siapkan variabel object, tulis secara eksplisit tipe data untuk variabel kompatibel.

```
PS D:\Labs\Adam Studio\Ebook\dasarpemrogramangolang-example\chapter-A.65-generic> go1.18beta1.exe run .\example-3.go
scores: [1 2 3]
scores: [10 11]
```

A.66.8. Method Generic

Sampai artikel ini ditulis, generic tidak bisa diterapkan pada method (meski bisa diterapkan pada fungsi)

> Penulis akan update konten chapter ini jika ada update pada spesifikasi generic API.

A.66.9. Generic Type Alias (Go 1.24+)

Sejak Go 1.24, Go mendukung sepenuhnya **generic type alias**, yaitu alias tipe yang bisa menggunakan type parameter. Sebelumnya, alias tipe hanya bisa dibuat untuk tipe konkret.

```
type Pair[T any] struct {
    First, Second T
}

// alias konkret: Pair[string]
type StringPair = Pair[string]

// alias generic: parameter baru
type NumberPair[T int | float64] = Pair[T]
```

Dengan generic type alias, kita bisa membuat alias untuk generic type dengan parameter tertentu maupun memperkenalkan parameter baru.

```
func main() {
    var sp StringPair
    sp.First = "halo"
    sp.Second = "dunia"
    fmt.Println(sp.First, sp.Second)

    var np NumberPair[int]
    np.First = 1
    np.Second = 2
    fmt.Println(np.First, np.Second)
}
```

Generic type alias berguna untuk menyederhanakan nama tipe panjang atau menyediakan shorthand untuk kombinasi tipe yang sering dipakai.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-A.66...

B.1. Golang Web App: Hello World

Pada serial chapter B ini, fokus pembelajaran masih tetap tentang topik-topik fundamental atau dasar, tapi lebih spesifik ke area yang berhubungan dengan web development atau pengembangan web.

Pembahasan diawali dengan pembuatan aplikasi web "Hello World" sederhana menggunakan Go.

B.1.1. Pembuatan Aplikasi

Mari belajar sambil praktik. Pertama buat folder project baru dengan isi `main.go`, tentukan package-nya sebagai `main`, lalu import package `fmt` dan `net/http`.

```
package main

import "fmt"
import "log"
import "net/http"
```

Setelah itu, siapkan dua buah fungsi, masing-masing memiliki skema parameter yang sama:

- Parameter ke-1 bertipe `http.ResponseWriter`
- Parameter ke-2 bertipe `*http.Request`

Fungsi dengan struktur di atas diperlukan oleh `http.HandleFunc` sebagai handler untuk keperluan penanganan request ke rute yang ditentukan. Berikut adalah dua fungsi yang dimaksud:

```
func handlerIndex(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    var message = "Welcome"
    w.Write([]byte(message))
}

func handlerHello(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    var message = "Hello world!"
    w.Write([]byte(message))
}
```

Method `Write()` milik parameter pertama (yang bertipe `http.ResponseWriter`), digunakan untuk meng-output-kan data ke HTTP response. Argumen method adalah data yang ingin dijadikan output, dituliskan dalam bentuk `[]byte`.

Pada contoh ini, data yang akan kita tampilkan bertipe string, maka perlu dilakukan casting dari `string` ke `[]byte`. Praktiknya bisa dilihat seperti pada kode di atas, di bagian `w.Write([]byte(message))`.

Selanjutnya, siapkan fungsi `main()` dengan isi di dalamnya adalah beberapa rute (atau *route*), dengan aksi adalah kedua fungsi yang sudah disiapkan di atas. Tak lupa siapkan juga kode untuk start web server.

```
func main() {
    http.HandleFunc("/", handlerIndex)
    http.HandleFunc("/index", handlerIndex)
    http.HandleFunc("/hello", handlerHello)

    var address = "localhost:9000"
    fmt.Printf("server started at %s\n", address)
    err := http.ListenAndServe(address, nil)
    if err != nil {
        log.Fatal(err)
    }
}
```

Fungsi `http.HandleFunc()` digunakan untuk keperluan routing. Parameter pertama adalah rute dan parameter ke-2 adalah handler-nya.

Fungsi `http.ListenAndServe()` digunakan membuat sekaligus start server baru, dengan parameter pertama adalah alamat web server yang diinginkan (bisa diisi host, host & port, atau port saja). Parameter kedua merupakan objek mux atau multiplexer.

> Dalam chapter ini kita menggunakan *default* mux yang sudah disediakan oleh Go, jadi untuk parameter ke-2 cukup isi dengan `nil`.

Ok, sekarang program sudah siap, jalankan menggunakan `go run`.

```
novalagung:chapter-1.1 $ go run main.go
server started at localhost:9000
```

Cek pada browser rute yang sudah dibuat, output akan muncul.

Berikut merupakan penjelasan detail per-bagian program yang telah kita buat dari contoh di atas.

◉ Penggunaan `http.HandleFunc()`

Fungsi ini digunakan untuk **routing**, menentukan aksi dari pengaksesan URL/rute tertentu. Rute dituliskan dalam tipe data `string` sebagai parameter pertama, dan aksi-nya sendiri dibungkus dalam fungsi (bisa berupa closure) pada parameter kedua (biasanya disebut sebagai handler).

Pada kode di atas, tiga buah rute didaftarkan:

- Rute `/` dengan aksi adalah fungsi `handlerIndex()`

- Rute `/index` dengan aksi adalah sama dengan `/`, yaitu fungsi `handlerIndex()`
- Rute `/hello` dengan aksi fungsi `handlerHello()`

Ketika rute-rute di atas diakses lewat browser, outputnya adalah isi-handler rute yang bersangkutan. Pada chapter ini, ketiga rute tersebut outputnya adalah berupa string (meskipun isi pesannya berbeda).

> Pada contoh di atas, ketika rute yang tidak terdaftar diakses, maka secara otomatis handler rute `/` yang dipanggil.

◉ Penjelasan Mengenai Handler

Route handler atau handler atau parameter kedua fungsi `http.HandleFunc()`, adalah sebuah fungsi berskema `func (ResponseWriter, *Request)`.

- Parameter ke-1 merupakan objek untuk keperluan http response.
- Sedangkan parameter ke-2 yang bertipe `*http.Request` berisikan informasi-informasi yang berhubungan dengan http request untuk rute yang bersangkutan.

Contoh penulisan handler bisa dilihat pada fungsi `handlerIndex()` berikut.

```
func handlerIndex(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    var message = "Welcome"
    w.Write([]byte(message))
}
```

Output dari rute dituliskan di dalam handler menggunakan method `Write()` milik objek `ResponseWriter` (parameter pertama). Output bisa berupa apapun, untuk output text tinggal lakukan casting dari tipe `string` ke `[]byte`, aturan ini juga berlaku untuk banyak jenis output lainnya seperti HTML, XML, JSON, dan lainnya (dengan catatan response header `Content-Type`-nya juga perlu disesuaikan).

Pada contoh program yang telah kita buat, handler `handlerIndex()` memunculkan text `"Welcome"`, dan handler `handlerHello()` memunculkan text `"Hello world!"`.

Sebuah handler bisa dipergunakan pada banyak rute, bisa dilihat pada contoh di atas handler `handlerIndex()` digunakan pada rute `/` dan `/index`.

◉ Penggunaan `http.ListenAndServe()`

Fungsi ini digunakan untuk membuat web server baru. Pada contoh yang telah dibuat, web server di-*start* pada port `9000` (bisa dituliskan dalam bentuk `localhost:9000`, `0.0.0.0:9000`, atau cukup `:9000` saja).

```
var address = "localhost:9000"
fmt.Printf("server started at %s\n", address)
err := http.ListenAndServe(address, nil)
```

Fungsi `http.ListenAndServe()` bersifat blocking, menjadikan semua statement setelahnya tidak akan dieksekusi, sebelum di-stop.

Fungsi ini mengembalikan nilai balik ber-tipe `error`. Jika proses pembuatan web server baru gagal, maka kita bisa mengetahui root-cause nya apa.

B.1.2. Web Server Menggunakan `http.Server`

Selain menggunakan `http.ListenAndServe()`, ada cara lain yang bisa diterapkan untuk start web server, yaitu dengan memanfaatkan struct `http.Server`.

Kode di bagian start server yang sudah kita buat, jika diubah ke cara ini, kurang lebih menjadi seperti berikut.

```
var address = "localhost:9000"
fmt.Printf("server started at %s\n", address)

server := new(http.Server)
server.Addr = address
err := server.ListenAndServe()
if err != nil {
    log.Fatal(err)
}
```

Informasi host/port perlu dimasukkan ke dalam property `.Addr` milik objek server. Lalu dari objek tersebut panggil method `.ListenAndServe()` untuk start web server.

Kelebihan menggunakan `http.Server` salah satunya adalah kemampuan untuk mengubah beberapa konfigurasi default web server Go. Contohnya bisa dilihat pada kode berikut, timeout untuk read request dan write request diubah menjadi 10 detik.

```
server.ReadTimeout = time.Second * 10
server.WriteTimeout = time.Second * 10
```

Struct `http.Server` memiliki cukup banyak property lainnya, yang pastinya akan dibahas pada pembahasan-pembahasan selanjutnya.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-B.1...

B.2. Routing `http.HandleFunc`

Routing di Go bisa dilakukan dengan beberapa cara, di antaranya:

1. Dengan memanfaatkan fungsi `http.HandleFunc()`
2. Mengimplementasikan interface `http.Handler` pada suatu struct, untuk kemudian digunakan pada fungsi `http.Handle()`
3. Membuat multiplexer sendiri dengan memanfaatkan struct `http.ServeMux`

Pada buku ini, semua cara tersebut akan dibahas, namun khusus di chapter ini hanya `http.HandleFunc()` yang kita pelajari.

> Metode routing cara pertama dan cara kedua memiliki kesamaan yaitu sama-sama menggunakan `DefaultServeMux` sebagai router. Mengenai apa itu `DefaultServeMux` akan kita bahas lebih mendetail pada chapter lain.

B.2.1. Penggunaan `http.HandleFunc()`

Seperti yang sudah dijelaskan sekilas pada chapter sebelumnya, fungsi `http.HandleFunc()` digunakan untuk registrasi rute/endpoint beserta handler-nya. Penggunaan fungsi ini cukup mudah, panggil saja fungsi lalu isi dua parameternya.

1. Parameter ke-1, adalah rute (atau endpoint). Sebagai contoh: `/`, `/index`, `/about`.
2. Parameter ke-2, berisikan handler untuk rute bersangkutan. Sebagai contoh handler untuk rute `/` bertugas untuk menampilkan output berupa html `<p>hello</p>`.

Agar lebih mudah dipahami mari langsung praktik. Siapkan file `main.go` dengan package adalah `main`, dan import package `net/http` di dalamnya.

```
package main

import (
    "log"
    "net/http"
)
```

Buat fungsi `main()`, di dalamnya siapkan sebuah closure `handlerIndex`, lalu gunakan closure tersebut sebagai handler dari dua rute baru yang sebentar lagi disiapkan, yaitu rute `/` dan `/index`.

```
func main() {
    handlerIndex := func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
        w.Write([]byte("hello"))
    }

    http.HandleFunc("/", handlerIndex)
    http.HandleFunc("/index", handlerIndex)
}
```

Selanjutnya, masih dalam fungsi `main()`, tambahkan rute `/data` dengan handler adalah anonymous function.

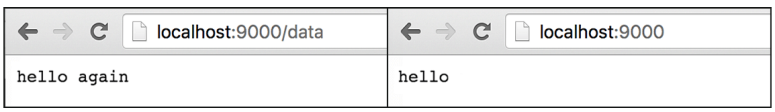
```
func main() {
    // ...

    http.HandleFunc("/data", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
        w.Write([]byte("hello again"))
    })
}
```

Terakhir, jalankan web server.

```
func main() {
    // ...

    log.Println("server started at localhost:9000")
    err := http.ListenAndServe(":9000", nil)
    if err != nil {
        log.Fatal(err)
    }
}
```

B.2.2. Run & Test

Tes dan lihat hasilnya.



Handler bisa berupa fungsi, closure, ataupun anonymous function, intinya bebas, yang terpenting adalah skema fungsi-nya harus sesuai dengan `func (http.ResponseWriter, *http.Request)`.

B.2.3. Enhanced Routing Pattern (Go 1.22+)

Sejak Go 1.22, pola routing pada `http.HandleFunc()` mendukung dua fitur baru yang sangat berguna: penentuan HTTP method langsung di pola rute, dan wildcard pada segmen path.

◉ Method-Based Routing

Sebelumnya, satu handler bisa dipanggil dari method GET, POST, DELETE, maupun method HTTP lainnya tanpa bisa dibedakan langsung di level rute. Sekarang, kita bisa menentukannya langsung di parameter pertama:

```
http.HandleFunc("GET /articles", handlerListArticles)
http.HandleFunc("POST /articles", handlerCreateArticle)
```

Rute `GET /articles` hanya akan cocok dengan request GET, sedangkan `POST /articles` hanya cocok dengan POST. Request dengan method lain akan mendapat response `405 Method Not Allowed` secara otomatis.

◉ Wildcard Path

Segmen path bisa dijadikan wildcard menggunakan kurung kurawal `{nama}`. Nilai wildcard kemudian diambil lewat `r.PathValue("nama")`:

```
http.HandleFunc("GET /articles/{id}", func(w http.ResponseWriter, r *http.Reque
    id := r.PathValue("id")
    w.Write([]byte("article id: " + id))
})
```

Akses rute `/articles/42`, maka `id` bernilai `"42"`.

Untuk menangkap sisa path (termasuk `/`), gunakan `{nama...}`:

```
http.HandleFunc("/static/{path...}", handlerStatic)
```

Berikut contoh lengkap penggunaan kedua fitur ini:

```
package main

import (
    "log"
    "net/http"
)

func main() {
    http.HandleFunc("GET /articles", func(w http.ResponseWriter, r *http.Reques
        w.Write([]byte("list semua artikel"))
    })

    http.HandleFunc("POST /articles", func(w http.ResponseWriter, r *http.Reque
        w.Write([]byte("buat artikel baru"))
    })

    http.HandleFunc("GET /articles/{id}", func(w http.ResponseWriter, r *http.R
        id := r.PathValue("id")
        w.Write([]byte("article id: " + id))
    })

    log.Println("server started at localhost:9000")
    err := http.ListenAndServe(":9000", nil)
    if err != nil {
        log.Fatal(err)
    }
}
```

> Fitur ini hanya tersedia mulai Go 1.22. Pada Go versi sebelumnya, pola routing seperti `"GET /articles/{id}"` tidak dikenali dan perlu menggunakan library routing pihak ketiga (seperti gorilla/mux atau chi).

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-B.2...

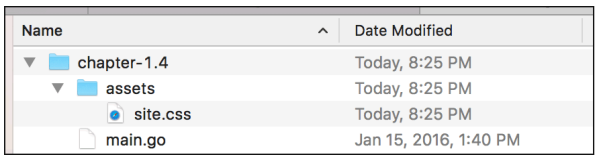
B.3. Routing Static Assets

Pada bagian ini kita akan mempelajari cara routing static assets / static contents. Static assets yang dimaksud adalah seperti file statis css, js, gambar, dan lainnya.

Ok, mari belajar sambil praktik.

B.3.1. Struktur Aplikasi

Buat project baru, siapkan file dan folder dengan struktur sesuai dengan gambar berikut.



Dalam folder `assets`, isi dengan file apapun bebas, bisa gambar atau file js. Selanjutnya masuk ke bagian routing static assets.

B.3.2. Routing

Berbeda dengan routing menggunakan `http.HandleFunc()`, routing static assets lebih mudah. Silakan tulis kode berikut dalam `main.go`, setelahnya kita akan bahas secara mendetail.

```
package main

import (
    "log"
    "net/http"
)

func main() {
    http.Handle("/static/",
        http.StripPrefix("/static/",
            http.FileServer(http.Dir("assets"))))

    log.Println("server started at localhost:9000")
    err := http.ListenAndServe(":9000", nil)
    if err != nil {
        log.Fatal(err)
    }
}
```

Syarat yang dibutuhkan untuk routing static assets masih sama dengan routing handler, yaitu perlu didefinisikan rute beserta handler-nya. Hanya saja pembedanya di sini adalah dalam routing static assets yang digunakan adalah `http.Handle()`, bukan `http.HandleFunc()`.

1. Rute terpilih adalah `/static/`, maka nantinya semua request yang diawali dengan `/static/` akan diarahkan ke sini. Registrasi rute menggunakan `http.Handle()` adalah berbeda dengan routing menggunakan `http.HandleFunc()`, lebih jelasnya akan ada sedikit penjelasan pada chapter lain.

2. Sedangkan handler-nya ada pada parameter ke-2, yaitu statement `http.StripPrefix()`. Actual handler-nya sendiri berada pada `http.FileServer()`. Fungsi `http.StripPrefix()` hanya digunakan untuk membungkus actual handler tersebut.

Fungsi `http.FileServer()` mengembalikan objek ber-tipe `http.Handler`. Fungsi ini berguna untuk merespon http request dengan konten yang ada di dalam folder `assets` sesuai permintaan.

Jalankan `main.go`, lalu test hasilnya di browser `http://localhost:9000/static/`.

B.3.3. Penjelasan

Penjelasan akan lebih mudah dipahami jika disajikan juga contoh praktik, maka sejenak kita coba bahas menggunakan contoh sederhana berikut.

```
http.Handle("/", http.FileServer(http.Dir("assets")))
```

Jika dilihat pada struktur folder yang sudah di-buat, di dalam folder `assets` terdapat file bernama `site.css`. Maka dengan bentuk routing pada contoh sederhana di atas, request ke `/site.css` akan diarahkan ke path `./site.css` (relatif dari folder `assets`). Contoh lainnya:

- Request ke `/site.css` mengarah path `./site.css` relatif dari folder `assets`
- Request ke `/script.js` mengarah path `./script.js` relatif dari folder `assets`
- Request ke `/some/folder/test.png` mengarah path `./some/folder/test.png` relatif dari folder `assets`
- ... dan seterusnya

> Fungsi `http.Dir()` berguna untuk *adjustment path parameter*. Separator dari path yang didefinisikan otomatis dikonversi ke path separator sesuai sistem operasi.

Sekarang coba perhatikan kode berikut.

```
http.Handle("/static", http.FileServer(http.Dir("assets")))
```

Dengan skema routing di atas, maka:

- Request ke `/static/site.css` mengarah ke `./static/site.css` relatif dari folder `assets`
- Request ke `/static/script.js` mengarah ke `./static/script.js` relatif dari folder `assets`
- Request ke `/static/some/folder/test.png` mengarah ke `./static/some/folder/test.png` relatif dari folder `assets`
- ... dan seterusnya

Bisa dilihat bahwa rute yang didaftarkan juga akan digabung dengan path destinasi file yang dicari, dan ini menjadikan path tidak valid. File `site.css` berada pada path `assets/site.css`, sedangkan dari routing di atas pencarian file mengarah ke path `assets/static/site.css`. Di sinilah kegunaan dari fungsi `http.StripPrefix()`.

Fungsi `http.StripPrefix()` berguna untuk menghapus prefix dari endpoint yang diakses. Request ke URL yang diawali dengan `/static/` akan diambil informasi endpoint-nya tanpa prefix `/static/`.

- Request ke `/static/site.css` mengarah ke `site.css`
- Request ke `/static/script.js` mengarah ke `script.js`
- Request ke `/static/some/folder/test.png` mengarah ke `some/folder/test.png`
- ... dan seterusnya

Dengan penerapan `http.StripPrefix()` maka routing static assets menjadi valid, karena file yang di-request akan cocok dengan path folder yang telah dibuat.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-B.3...

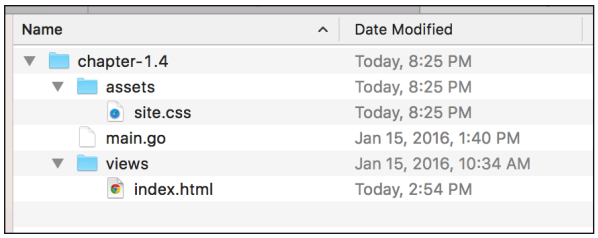
B.4. Template: Render HTML

Pada bagian ini kita akan belajar bagaimana cara render file **template** yang berisi **HTML** untuk ditampilkan ke layar browser.

Terdapat banyak jenis template pada Go, di sini yang akan kita pakai adalah template HTML. Package `html/template` berisi banyak sekali fungsi untuk operasi rendering dan parsing file template HTML.

B.4.1. Struktur Aplikasi

Buat project baru, siapkan file dan folder dengan struktur sesuai dengan gambar berikut.



B.4.2. Back End

Hal pertama yang perlu dilakukan adalah mempersiapkan back end. Buka file `main.go`, import package `net/http`, `html/template`, dan `path/filepath`. Siapkan juga rute `/`.

```
package main

import (
    "html/template"
    "log"
    "net/http"
    "path/filepath"
)

func main() {
    http.HandleFunc("/", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
        // not yet implemented
    })

    log.Println("server started at localhost:9000")
    err := http.ListenAndServe(":9000", nil)
    if err != nil {
        log.Fatal(err)
    }
}
```

Handler rute `/` akan kita isi dengan proses untuk rendering template html untuk ditampilkan ke layar browser. Beberapa data disisipkan dalam proses rendering template.

Silakan tulis kode berikut di dalam handler rute `/`.

```
var tmplPath = filepath.Join("views", "index.html")
var tmpl, err = template.ParseFiles(tmplPath)
if err != nil {
    http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
    return
}

var data = map[string]any{
    "title": "Learning Golang Web",
    "name":  "Batman",
}

err = tmpl.Execute(w, data)
if err != nil {
    http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
}
```

Package `path/filepath` berisikan banyak fungsi untuk operasi path file system. Salah satunya adalah `filepath.Join()`, yang digunakan untuk menggabungkan folder atau file menjadi satu path dengan separator yang menyesuaikan sistem

operasi (`\` di Windows, `/` di Linux/macOS).

Contoh penerapan `filepath.Join()` bisa dilihat di kode di atas, `views` di-join dengan `index.html`, menghasilkan `views/index.html`.

Sedangkan `template.ParseFiles()`, digunakan untuk parsing file template, dalam contoh ini file `views/index.html`. Fungsi ini mengembalikan 2 data, yaitu hasil dari proses parsing yang bertipe `*template.Template`, dan informasi `error` jika ada.

Fungsi `http.Error()` digunakan untuk menandai HTTP request dengan response berupa error dengan kode serta pesan error bisa kita tentukan sendiri. Pada contoh di atas yang digunakan adalah **500 - internal server error**, direpresentasikan oleh variabel `http.StatusInternalServerError`.

Method `Execute()` milik `*template.Template`, digunakan untuk menyisipkan data pada template, kemudian menampilkannya ke browser. Data bisa disisipkan ke view dalam bentuk `struct`, `map`, atau `interface{}`.

- Jika dituliskan dalam bentuk `map`, maka **key** akan menjadi nama variabel dan **value** menjadi nilainya
- Jika dituliskan dalam bentuk variabel objek cetakan `struct`, nama **property** akan menjadi nama variabel

Pada contoh di atas, data map yang berisikan key `title` dan `name` disisipkan ke dalam template yang sudah di parsing.

B.4.3. Front End

OK, back end sudah siap, selanjutnya kita masuk ke bagian user interface. Pada file `views/index.html`, tuliskan kode html sederhana berikut.

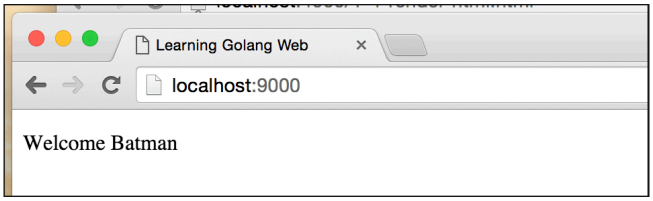
```
<!DOCTYPE html>
<html>
    <head>
        <title>{{.title}}</title>
    </head>
    <body>
        <p>Welcome {{.name}}</p>
    </body>
</html>
```

Untuk menampilkan variabel yang disisipkan ke dalam template, gunakan notasi `{{.namaVariabel}}`. Pada contoh di atas, data `title` dan `name` yang dikirim dari back end ditampilkan.

Tanda titik "." pada {{.namaVariabel}} menerangkan bahwa variabel tersebut diakses dari **current scope**. Dan current scope default adalah data `map` atau objek yang dilempar back end.

B.4.4. Testing

Semua sudah siap, sekarang jalankan program, lalu lakukan testing di browser.



B.4.5. Static File CSS

Coba tambahkan sebuah stylesheet di sini. Buat file `assets/site.css`, isi dengan kode berikut.

```
body {
    font-family: "Helvetica Neue";
    font-weight: bold;
    font-size: 24px;
    color: #07c;
}
```

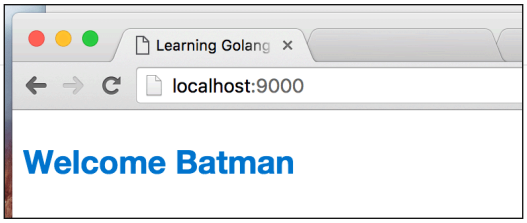
Pada `views/index.html`, include-kan file css.

```
<link rel="stylesheet" href="/static/site.css" />
```

Terakhir pada fungsi `main()`, tambahkan router untuk handling file statis.

```
func main() {
    // ...

    http.Handle("/static/",
        http.StripPrefix("/static/",
            http.FileServer(http.Dir("assets"))))

    log.Println("server started at localhost:9000")
    err := http.ListenAndServe(":9000", nil)
    if err != nil {
        log.Fatal(err)
    }
}
```

Jalankan aplikasi untuk test hasil.



Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-B.4...

B.5. Template: Render Partial HTML

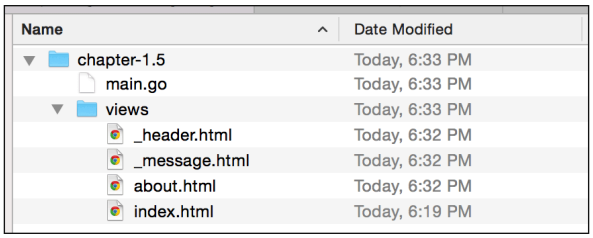
Satu buah halaman yang berisikan html bisa saja terbentuk dari lebih dari satu proses parsing template html (parsial). Pada chapter ini kita akan belajar bagaimana membuat, mem-parsing, dan me-render semua template file.

Ada beberapa metode yang bisa digunakan, 2 di antaranya:

- Menggunakan fungsi `template.ParseGlob()` .
- Menggunakan fungsi `template.ParseFiles()` .

B.5.1. Struktur Aplikasi

Mari belajar sambil praktik seperti biasa. Buat project baru, siapkan file dan folder dengan susunan seperti dengan gambar berikut.



B.5.2. Back End

Buka `main.go` , isi dengan kode berikut.

```
package main

import (
    "html/template"
    "log"
    "net/http"
)

type M map[string]any

func main() {
    var tmpl, err = template.ParseGlob("views/*")
    if err != nil {
        panic(err.Error())
    }
}
```

Tipe `M` merupakan alias dari `map[string]any` , disiapkan untuk mempersingkat penulisan tipe map tersebut. Pada pembahasan-pembahasan selanjutnya kita akan banyak menggunakan tipe ini.

Pada kode di atas, di dalam fungsi `main()`, fungsi `template.ParseGlob()` dipanggil, dengan parameter adalah pattern path `"views/*"`. Fungsi ini digunakan untuk memparsing semua file yang match dengan *pattern*/pola yang ditentukan. Fungsi ini mengembalikan 2 objek yaitu `*template.Template` & `error`.

> Pattern path pada fungsi `template.ParseGlob()` nantinya akan diproses oleh `filepath.Glob()`

Proses parsing semua file html dalam folder `views` dilakukan di awal, agar ketika suatu endpoint diakses nantinya tidak terjadi proses parsing melainkan hanya proses rendering saja.

> Parsing semua file menggunakan `template.ParseGlob()` yang dilakukan di luar handler, tidak direkomendasikan dalam fase development. Karena akan mempersulit testing html. Lebih jelasnya akan dibahas di bagian bawah.

Selanjutnya, masih di dalam fungsi `main()`, siapkan 2 buah rute.

```
http.HandleFunc("/index", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    var data = M{"name": "Batman"}
    err = tmpl.ExecuteTemplate(w, "index", data)
    if err != nil {
        http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
    }
})

http.HandleFunc("/about", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    var data = M{"name": "Batman"}
    err = tmpl.ExecuteTemplate(w, "about", data)
    if err != nil {
        http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
    }
})

log.Println("server started at localhost:9000")
err = http.ListenAndServe(":9000", nil)
if err != nil {
    log.Fatal(err)
}
```

Kedua rute tersebut sama, pembedanya adalah template yang di-render. Rute `/index` me-render template bernama `index`, dan rute `/about` me-render template bernama `about`.

Karena semua file html sudah diparsing di awal, maka untuk render template tertentu cukup dengan memanggil method `ExecuteTemplate()`, dengan menyisipkan 3 parameter berikut:

1. Parameter ke-1, objek `http.ResponseWriter`

2. Parameter ke-2, nama template
3. Parameter ke-3, data

> Nama template bukanlah nama file. Setelah masuk ke bagian front-end, akan diketahui apa yang dimaksud dengan nama template.

B.5.3. Front End

B.5.3.1. Template `index.html`

OK, sekarang waktunya untuk mulai menyiapkan template view. Ada 4 buah template yang harus kita siapkan satu per satu.

Buka file `index.html`, lalu tulis kode berikut.

```
{{define "index"}}
<!DOCTYPE html>
<html>
    <head>
        {{template "_header"}}
    </head>
    <body>
        {{template "_message"}}
        <p>Page: Index</p>
        <p>Welcome {{.name}}</p>
    </body>
</html>
{{end}}
```

Pada kode di atas terlihat bahwa ada beberapa kode yang ditulis dengan notasinya `{{ }}`. Berikut adalah penjelasannya.

- Statement `{{define "index"}}`, digunakan untuk mendefinisikan nama template. Semua blok kode setelah statement tersebut (batasnya adalah hingga statement `{{end}}`) adalah milik template dengan nama `index`. keyword `define` digunakan dalam penentuan nama template.
- Statement `{{template "_header"}}` artinya adalah template bernama `_header` di-include ke bagian itu. keyword `template` digunakan untuk include template lain.
- Statement `{{template "_message"}}`, sama seperti sebelumnya, template bernama `_message` akan di-include.
- Statement `{{.name}}` akan memunculkan data, `name`, yang data ini sudah disisipkan oleh back end pada saat rendering.
- Statement `{{end}}` adalah penanda batas akhir pendefinisian template.

B.5.3.2. Template `about.html`

Template ke-2, `about.html` diisi dengan kode yang sama seperti pada `index.html`, hanya berbeda di bagian nama template dan beberapa text.

```
{{define "about"}}
<!DOCTYPE html>
<html>
    <head>
        {{template "_header"}}
    </head>
    <body>
        {{template "_message"}}
        <p>Page: About</p>
        <p>Welcome {{.name}}</p>
    </body>
</html>
{{end}}
```

B.5.3.3. Template `_header.html`

Buka file `_header.html`, definisikan template bernama `_header` dengan isi adalah judul halaman.

```
{{define "_header"}}
<title>Learn Golang Template</title>
{{end}}
```

> Nama file bisa ditulis dengan diawali karakter underscore atau `_`. Pada chapter ini, nama file yang diawali `_` kita asumsikan sebagai template parsial, template yang nantinya di-include-kan ke template utama.

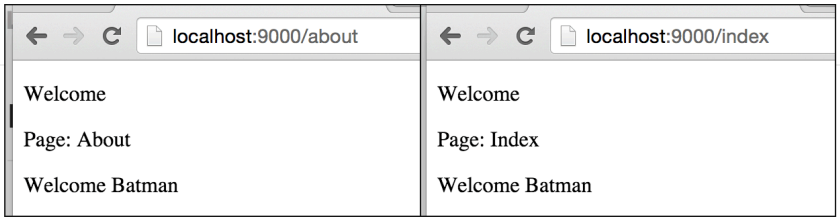
B.5.3.4. Template `_message.html`

Definisikan juga template `_message` pada file `_message.html` dengan isi sebuah text.

```
{{define "_message"}}
<p>Welcome</p>
{{end}}
```

B.5.4. Run & Test

Jalankan aplikasi, test via browser.



Bisa dilihat pada gambar di atas, ketika rute `/index` dan `/about` diakses, konten yang keluar adalah berbeda, sesuai dengan template yang di-render di masing-masing rute.

B.5.5. Parsing Banyak File HTML Menggunakan `template.ParseFiles()`

Metode parsing menggunakan `template.ParseGlob()` memiliki kekurangan yaitu sangat tergantung terhadap pattern path yang digunakan. Jika dalam suatu proyek terdapat sangat banyak file html dan folder, sedangkan hanya beberapa yang digunakan, pemilihan pattern path yang kurang tepat akan menjadikan file lain ikut ter-parsing sia-sia.

Dan juga, karena statement `template.ParseGlob()` dieksekusi diluar handler, maka ketika ada perubahan pada salah satu view, lalu halaman di refresh, output yang dihasilkan akan tetap sama. Solusi dari masalah ini adalah dengan memanggil `template.ParseGlob()` di tiap handler rute-rute yang diregistrasikan.

> Best practices yang bisa diterapkan, ketika environment adalah production, maka tempatkan `template.ParseGlob()` di luar (sebelum) handler. Sedangkan pada environment development, taruh `template.ParseGlob()` di dalam masing-masing handler. Gunakan seleksi kondisi untuk mengakomodir skenario ini.

Alternatif metode lain yang bisa digunakan, yang lebih efisien, adalah dengan memanfaatkan fungsi `template.ParseFiles()`. Fungsi ini selain bisa digunakan untuk parsing satu buah file saja (seperti yang sudah dicontohkan pada chapter sebelumnya), bisa digunakan untuk parsing banyak file.

Mari kita praktikkan. Ubah handler rute `/index` dan `/about`. Gunakan `template.ParseFiles()` dengan isi parameter (variadic) adalah path dari file-file html yang akan dipergunakan di masing-masing rute. Lalu hapus statement `template.ParseGlob()`

- Rute `/index` dan handlernya.

```
http.HandleFunc("/index", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    var data = M{"name": "Batman"}
    var tmpl = template.Must(template.ParseFiles(
        "views/index.html",
        "views/_header.html",
        "views/_message.html",
    ))

    var err = tmpl.ExecuteTemplate(w, "index", data)
    if err != nil {
        http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
    }
})
```

- Rute `/about` dan handlernya.

```
http.HandleFunc("/about", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    var data = M{"name": "Batman"}
    var tmpl = template.Must(template.ParseFiles(
        "views/about.html",
        "views/_header.html",
        "views/_message.html",
    ))

    var err = tmpl.ExecuteTemplate(w, "about", data)
    if err != nil {
        http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
    }
})
```

- Tak lupa **hapus** statement `template.ParseGlob()`.

```
var tmpl, err = template.ParseGlob("views/*")
if err != nil {
    panic(err.Error())
}
```

Rute `/index` memakai view `_header.html`, `_message.html`, dan `index.html`; sedangkan rute `/about` tidak memakai `index.html`, melainkan menggunakan `about.html`.

Wrap fungsi `template.ParseFiles()` dalam `template.Must()`. Fungsi ini berguna untuk deteksi error pada saat membuat instance `*template.Template` baru atau ketika sedang mengolahnya. Ketika ada error, `panic` dimunculkan.

Jalankan aplikasi untuk test hasilnya.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-B.5...

B.6. Template: Actions & Variables

Actions merupakan *predefined* keyword yang disediakan oleh Go. Actions biasa dimanfaatkan dalam pembuatan template.

Sebenarnya pada dua chapter sebelumnya, secara tidak sadar kita telah menggunakan beberapa jenis actions, di antaranya:

- Penggunaan **pipeline output**. Nilai yang diapit tanda `{{ }}`, yang nantinya akan dimunculkan di layar sebagai output, contohnya: `{{"hello world"}}`.
- Include template lain menggunakan keyword `template`, contohnya: `{{template "name"}}`.

Pada chapter ini, kita akan belajar lebih banyak lagi tentang actions lain, juga cara pembuatan dan pemanfaatan variabel pada template view.

B.6.1. Persiapan

Pertama-tama, siapkan sebuah file bernama `main.go`, lalu isi dengan kode berikut.

```
package main

import (
    "html/template"
    "log"
    "net/http"
)

type Info struct {
    Affiliation string
    Address     string
}

type Person struct {
    Name    string
    Gender  string
    Hobbies []string
    Info    Info
}
```

Pada kode di atas, dua buah struct disiapkan, `Info` dan `Person` (yang mana struct `Person` memiliki field bertipe `Info`). Kedua struct tersebut nantinya akan digunakan untuk pembuatan objek untuk kemudian disisipkan ke dalam view.

Selanjutnya, siapkan fungsi `main()`, dengan di dalamnya berisikan 1 buah route handler `/`, dan juga kode untuk menjalankan server pada port `9000`.

```
func main() {
    http.HandleFunc("/", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
        var person = Person{
            Name:    "Bruce Wayne",
            Gender:  "male",
            Hobbies: []string{"Reading Books", "Traveling", "Buying things"},
            Info:    Info{"Wayne Enterprises", "Gotham City"},
        }

        var tmpl = template.Must(template.ParseFiles("view.html"))
        if err := tmpl.Execute(w, person); err != nil {
            http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
        }
    })

    log.Println("server started at localhost:9000")
    err := http.ListenAndServe(":9000", nil)
    if err != nil {
        log.Fatal(err)
    }
}
```

Pada route handler `/` di atas, variabel objek `person` dibuat, kemudian disisipkan sebagai data pada view `view.html`.

Perlu diketahui, ketika data yang disisipkan ke view bertipe `map`, maka `key` (yang nantinya akan menjadi nama variabel) boleh dituliskan dalam huruf kecil. Sedangkan jika berupa variabel objek `struct`, maka property harus dituliskan public (huruf pertama kapital).

> Data yang disisipkan ke view, jika tipe nya adalah struct, maka hanya properties ber-modifier public (ditandai dengan huruf kapital di awal nama property) yang bisa diakses dari view.

OK, bagian back end sudah selesai, sekarang saatnya lanjut ke bagian depan. Buat file view baru bernama `view.html`, isi dengan kode berikut.

```
<html>
    <head>
        <title>Learning html/template Actions</title>
    </head>
    <body>
        <table>
        </table>
    </body>
</html>
```

Selanjutnya silakan ikuti step-step berikut.

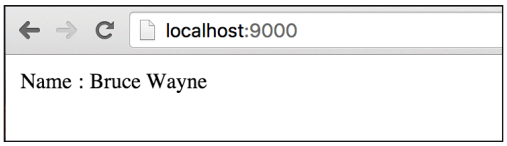
B.6.2. Pipeline Output & Komentar

Actions pertama yang akan kita coba terapkan adalah pipeline output, menampilkan output ke layar. Caranya cukup mudah, dengan menuliskan apa yang ingin ditampilkan di layar dengan diapit tanda `{{ }}` (bisa berupa variabel yang dilempar dari back end, bisa juga literal string).

Tulis kode berikut di dalam tag `<table></table>` pada `view.html`.

```
<tr>
    {{/* example how to use actions */}}
    <td>{{"Name"}}</td>
    <td>: {{.Name}}</td>
</tr>
```

Test hasilnya pada browser.



Untuk menampilkan tipe data lain selain string, caranya masih sama, langsung dituliskan dalam `{{ }}`. Untuk menampilkan nilai variabel, caranya juga masih sama, hanya saja perlu ditambahkan tanda titik `.` pada penulisannya (tanda titik `.` adalah penanda bahwa variabel tersebut adalah variabel terluar; bukan merupakan elemen array, item map, atau property struct).

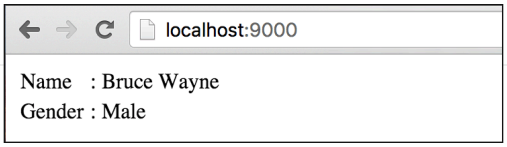
Sedangkan untuk komentar, gunakan tanda `{{/* */}}`. Komentar tidak akan dimunculkan dalam output.

B.6.3. Membuat & Menampilkan Isi Variabel

Cara membuat variabel dalam template adalah dengan mendeklarasikannya menggunakan operator `:=`, dengan ketentuan nama variabel harus diawali dengan tanda dollar `$`.

```
<tr>
    <td>Gender</td>
    {{$gender := .Gender}}
    <td style="text-transform: capitalize;">:
        {{$gender}}
    </td>
</tr>
```

Jika ingin menampilkan isi variabel, tuliskan sebagai pipeline.

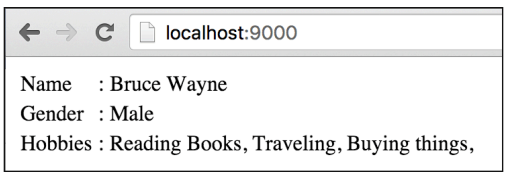


B.6.4. Perulangan

Actions `range` digunakan untuk melakukan perulangan pada template view. Keyword ini bisa diterapkan pada tipe data `map` atau array. Cara penggunaannya sedikit berbeda dibanding penggunaan range pada Go. Silakan perhatikan contoh berikut.

```
<tr>
    <td>Hobbies</td>
    <td>:
        {{range $index, $elem := .Hobbies}}
            {{$elem}},
        {{end}}
    </td>
</tr>
```

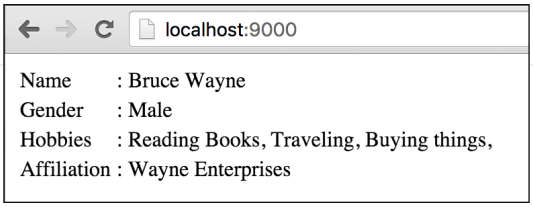
Penulisannya cukup unik, keyword `range` dituliskan terlebih dahulu, diikuti variabel penampung index dan elemen. Jika yang dibutuhkan hanya elemen saja, maka gunakan `{{range $elem := .Hobbies}}`. Semua kode setelah baris deklarasi hingga penutup `{{end}}`, akan diulang sesuai jumlah elemen/item-nya.



B.6.5. Pengaksesan Property Variabel Objek

Cara mengakses property sebuah variabel objek bisa dilakukan lewat notasi titik `.`, dengan ketentuan property tersebut bermodifier public.

```
<tr>
    <td>Affiliation</td>
    <td>: {{.Info.Affiliation}}</td>
</tr>
```

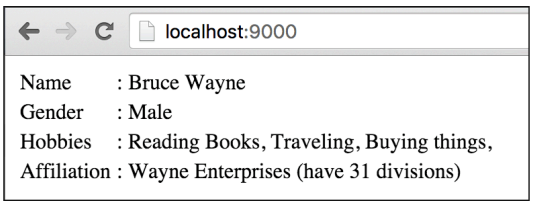


Sedangkan untuk pengaksesan method, caranya juga sama, hanya saja tidak perlu dituliskan tanda kurung method-nya. Buat sebuah method pada struct `Info`.

```
func (t Info) GetAffiliationDetailInfo() string {
    return "have 31 divisions"
}
```

Lalu akses method tersebut pada template view.

```
<tr>
    <td>Affiliation</td>
    <td>: {{.Info.Affiliation}} ({{.Info.GetAffiliationDetailInfo}})</td>
</tr>
```



Lalu bagaimana cara pengaksesan method yang membutuhkan parameter, jika tanda kurungnya tidak boleh dituliskan? Jawabannya akan kita temukan pada chapter selanjutnya.

B.6.6. Penggunaan Keyword `with` Untuk Mengganti Scope Variabel Pada Suatu Blok

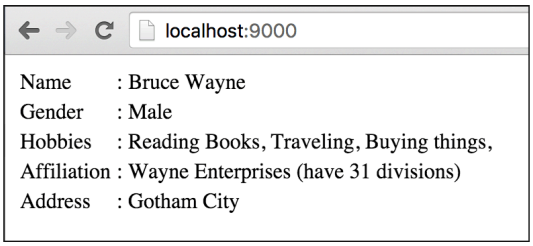
Default-nya, **current scope** di template view adalah data yang dilempar back end. Scope current objek bisa diganti dengan menggunakan keyword `with`, sehingga nantinya untuk mengakses sub-property variabel objek (seperti `.Info.Affiliation`), bisa tidak dilakukan dari objek terluar.

> Current scope yg dimaksud di sini adalah seperti object `this` pada bahasa pemrograman lain.

Sebagai contoh property `Info` yang merupakan variabel objek. Kita bisa menentukan scope suatu block adalah mengikuti variabel objek tersebut.

```
{{with .Info}}
<tr>
    <td>Address</td>
    <td>: {{.Address}}</td>
</tr>
{{end}}
```

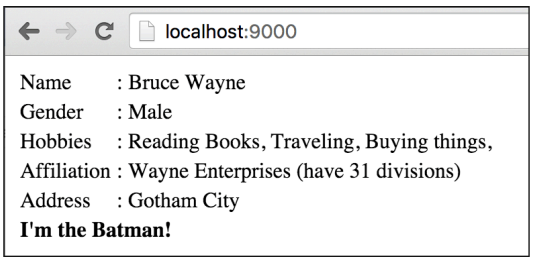
Pada contoh di atas, sebuah blok ditentukan scope-nya adalah `Info`. Maka di dalam blok kode tersebut, untuk mengakses sub property-nya (`Address`, `Affiliation`, dan `GetAffiliationDetailInfo`), tidak perlu dituliskan dari objek terluar, cukup langsung nama property-nya. Sebagai contoh `.Address` di atas merujuk ke variabel `.Info`.



B.6.7. Seleksi Kondisi

Seleksi kondisi juga bisa dilakukan pada template view. Keyword actions yang digunakan adalah `if` dan `eq` (equal atau sama dengan).

```
{{if eq .Name "Bruce Wayne"}}
<tr>
    <td colspan="2" style="font-weight: bold;">
        I'm the Batman!
    </td>
</tr>
{{end}}
```



Untuk seleksi kondisi dengan jumlah kondisi lebih dari satu, bisa gunakan `else if`.

```
{{if pipeline}}
    a
{{else if pipeline}}
    b
{{else}}
    c
{{end}}
```

Untuk seleksi kondisi yang kondisinya adalah bersumber dari variabel bertipe `bool`, maka langsung saja tulis tanpa menggunakan `eq`. Jika kondisi yang diinginkan adalah kebalikan dari nilai variabel, maka gunakan `ne`. Contohnya bisa dilihat pada kode berikut.

```
{{if .IsTrue}}
    <p>true</p>
{{end}}

{{$isTrue := true}}

{{if $isTrue}}
    <p>true</p>
{{end}}

{{if eq $isTrue true}}
    <p>true</p>
{{end}}

{{if ne $isTrue true}}
    <p>not true (false)</p>
{{end}}
```

Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-B.6...

B.7. Template: Functions

Go menyediakan beberapa *predefined* function yang bisa digunakan langsung dalam file template. Pada chapter ini kita akan membahas beberapa di antaranya beserta cara penggunaannya.

Cara pemanggilan fungsi atau method sebuah objek pada file template sedikit berbeda dibanding dengan yang telah dicontohkan pada chapter sebelumnya.

B.7.1. Persiapan

Siapkan folder proyek baru, dengan isi 2 buah file: `main.go` dan `view.html`. Di dalam file main siapkan sebuah struct berisikan 3 buah property dan 1 method.

```
package main

import (
    "fmt"
    "html/template"
    "log"
    "net/http"
)

type Superhero struct {
    Name    string
    Alias   string
    Friends []string
}

func (s Superhero) SayHello(from string, message string) string {
    return fmt.Sprintf("%s said: \"%s\"", from, message)
}
```

Struct `Superhero` di atas nantinya digunakan untuk membuat objek yang kemudian disisipkan ke template view.

Selanjutnya buat fungsi `main()`, isi dengan handler untuk rute `/`. Secara umum isi dari file `main.go` ini mirip seperti yang ada pada chapter sebelumnya.

```
func main() {
    http.HandleFunc("/", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
        var person = Superhero{
            Name:    "Bruce Wayne",
            Alias:   "Batman",
            Friends: []string{"Superman", "Flash", "Green Lantern"},
        }

        var tmpl = template.Must(template.ParseFiles("view.html"))
        if err := tmpl.Execute(w, person); err != nil {
            http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
        }
    })

    log.Println("server started at localhost:9000")
    err := http.ListenAndServe(":9000", nil)
    if err != nil {
        log.Fatal(err)
    }
}
```

Kemudian isi file `view.html` dengan kode berikut.

```
<html>
    <head>
        <title>Learning html/template Functions</title>
    </head>
    <body>
    </body>
</html>
```

Jalankan program, buka http://localhost:9000/, lalu lanjutkan dengan mengikuti petunjuk di bawah ini.

B.7.2. Fungsi Escape String

Fungsi pertama yang akan kita bahas adalah `html`. Fungsi ini digunakan untuk meng-escape string. Agar lebih mudah dipahami silakan praktikkan kode di bawah ini.

Tulis kode berikut dalam `<body></body>` file `view.html`.

```
<p>
    {{html "<h2>Hello</h2>"}}
</p>
```

Test output yang dihasilkan di browser dengan cukup me-refresg halaman. Tulisan `<h2>Hello</h2>` akan di-escape, dimunculkan sebagai text.

Bisa dilihat bahwa cara untuk menggunakan fungsi pada file template, adalah cukup dengan menuliskan nama fungsinya dalam notasi `{{namaFungsi}}`. Jika fungsi tersebut membutuhkan parameter (seperti fungsi `html`), maka parameternya dituliskan tepat setelah nama fungsi dengan pembatas spasi.

```
{{namaFungsi param1 param2 param3 param4}}
```

Selain fungsi `html`, ada juga beberapa fungsi lain yang sudah disediakan oleh Go.

- Fungsi `js` digunakan untuk meng-escape string **javascript**
- Fungsi `urlquery` digunakan untuk meng-escape string url query

B.7.3. Fungsi Operator Perbandingan

Pada chapter sebelumnya telah dibahas bagaimana penggunaan operator `ne` pada actions `if`. `eq` dan `ne` adalah contoh dari fungsi operator perbandingan. Jika nilai kondisinya bertipe `bool`, cukup tuliskan langsung tanpa `eq`, contohnya.

```
{{if true}}
    benar
{{end}}
```

> Untuk memeriksa kesamaan nilai boolean secara eksplisit, tetap gunakan `eq` dengan dua argumen: `if eq $isTrue true`

Jika nilai kondisinya merupakan perbandingan, maka nilai yang dibandingkan harus dituliskan, sebagai contoh di bawah ini adalah seleksi kondisi memanfaatkan operator `gt` untuk deteksi apakah nilai di atas 60.

```
{{if gt $value 60}}
    lulus
{{end}}
```

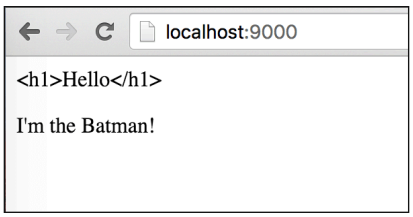
Pada kode di atas, nilai variabel `$value` akan dibandingkan dengan angka `60`, apakah nilainya lebih besar atau tidak.

> `gt` merupakan kependekan dari **greater than**

Praktikan kode berikut, tulis ke dalam file `view.html`.

```
{{if eq .Name "Bruce Wayne"}}
    <p>I'm the Batman!</p>
{{else if ne .Name "Clark Kent"}}
    <p>I'm neither Batman or Superman</p>
{{end}}
```

Lihat hasilnya pada browser.



Berikut merupakan daftar operator perbandingan yang didukung oleh template view.

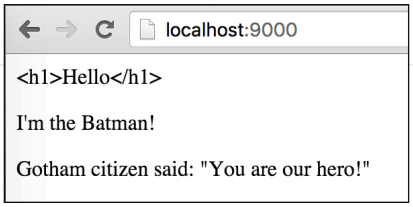
Operator	Penjelasan	Analogi
eq	*equal*, sama dengan	`a == b`
ne	*not equal*, tidak sama dengan	`a != b`
lt	*lower than*, lebih kecil	`a < b`
le	*lower than or equal*, lebih kecil atau sama dengan	`a <= b`
gt	*greater than*, lebih besar	`a > b`
ge	*greater than or equal*, lebih besar atau sama dengan	`a >= b`

B.7.4. Pemanggilan Method

Cara memanggil method yang disisipkan ke view sama dengan cara pemanggilan fungsi, hanya saja perlu ditambahkan tanda titik `.` (menyesuaikan scope variabelnya). Contohnya bisa dilihat seperti pada kode berikut.

```
<p>
    {{.SayHello "Gotham citizen" "You are our hero!"}}
</p>
```

Test hasilnya pada browser.



B.7.5. Fungsi String

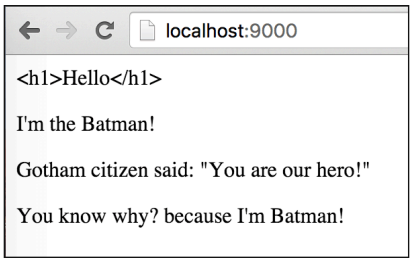
Go juga menyediakan beberapa fungsi string yang bisa dimanfaatkan, yaitu:

- `print` (merupakan alias dari `fmt.Sprint`)
- `printf` (merupakan alias dari `fmt.Sprintf`)
- `println` (merupakan alias dari `fmt.Sprintln`)

Cara penggunannya juga masih sama, contoh:

```
<p>
    {{printf "%s because I'm %s" "You know why?" "Batman!"}}
</p>
```

Output program:



Jika merasa sedikit bingung memahami statement di atas, mungkin analogi berikut cukup membantu.

```
// template view
printf "%s because I'm %s" "You know why?" "Batman!"

// go
fmt.Sprintf("%s because I'm %s", "You know why?", "Batman!")
```

Kedua statement di atas menghasilkan output yang sama.

B.7.6. Fungsi `len` dan `index`

Kegunaan dari fungsi `len` seperti yang sudah diketahui adalah untuk menghitung jumlah elemen. Sedangkan fungsi `index` digunakan jika elemen tertentu ingin diakses.

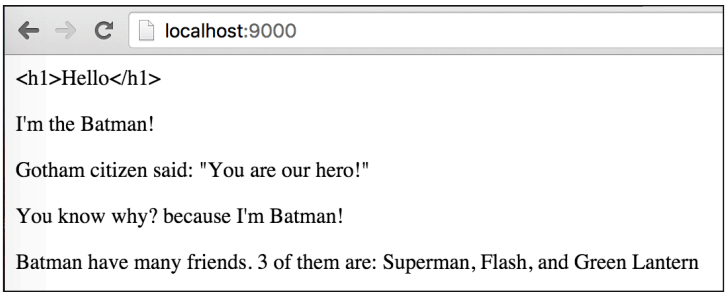
Sebagai contoh, `Friends` yang merupakan slice, diakses elemen indeks ke-1 menggunakan `index`, maka caranya:

```
{{index .Friends 1}}
```

Berikut merupakan contoh penerapan fungsi `len` dan `index`.

```
<p>
    Batman have many friends. {{len .Friends}} of them are:
    {{index .Friends 0}},
    {{index .Friends 1}}, and
    {{index .Friends 2}}
</p>
```

Output program:



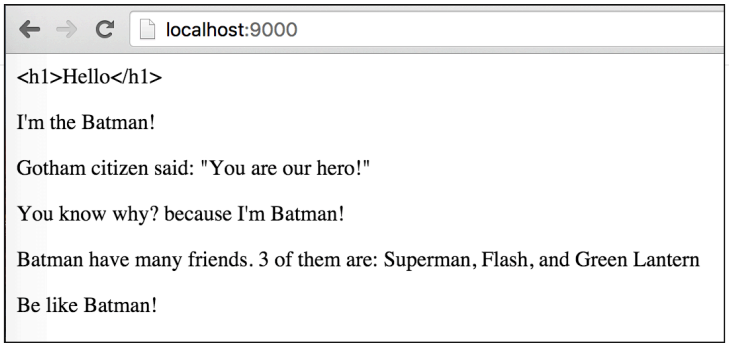
B.7.7. Fungsi Operator Logika

Selain fungsi operator perbandingan, terdapat juga operator logika `or`, `and`, dan `not`. Cara penggunaannya adalah dengan dituliskan setelah actions `if` atau `elseif`, sebagai fungsi dengan parameter adalah nilai yang ingin dibandingkan.

> Fungsi `not` menerima satu argumen dan mengembalikan negasi boolean-nya, contohnya `if not $cond1`. Berbeda dengan `ne` yang membandingkan dua nilai.

```
{{$cond1 := true}}
{{$cond2 := false}}

{{if or $cond1 $cond2}}
    <p>Be like Batman!</p>
{{end}}
```

Output program:



Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-B.7...

B.8. Template: Custom Functions

Pada chapter sebelumnya kita telah berkenalan dengan beberapa *predefined* function yang disediakan oleh Go. Kali ini kita akan belajar tentang fungsi custom, bagaimana cara pembuatan dan penggunaannya dalam template.

B.8.1. Front End

Pertama, siapkan project baru. Buat file template `view.html`, lalu isi dengan kode berikut.

```
<html>
    <head>
        <title>Learning html/template Functions</title>
    </head>
    <body>
        {{unescape "<!-- this is comment -->"}}
        {{unescape "<h2>"}}
            {{avg 8 9 8 6 7 8 8}}
        {{"</h2>" | unescape}}
    </body>
</html>
```

Ada 2 hal yang perlu diperhatikan dari kode di atas. Terdapat dua buah fungsi yang dipanggil beberapa kali.

1. Fungsi `unescape()`, digunakan untuk menampilkan string tanpa di-escape
2. Fungsi `avg()`, digunakan untuk mencari rata-rata dari angka-angka yang disisipkan sebagai parameter

Kedua fungsi tersebut adalah fungsi kustom yang akan kita buat.

Di contoh terdapat 1 baris statement yang penulisannya agak unik, yaitu `{{"</h2>" | unescape}}`. Statement tersebut maknanya adalah string `"</h2>"` digunakan sebagai parameter dalam pemanggilan fungsi `unescape`. Tanda pipe atau `|` adalah penanda bahwa parameter dituliskan terlebih dahulu sebelum nama fungsi-nya.

B.8.2. Back End

View sudah siap, sekarang saatnya pindah ke bagian back end. Isi `main.go`, tentukan package sebagai `main` dan import package lain yang diperlukan.

```
package main

import (
    "html/template"
    "log"
    "net/http"
)
```

Selanjutnya beberapa fungsi akan dibuat, lalu disimpan dalam `template.FuncMap`. Pembuatan fungsi dituliskan dalam bentuk key-value atau hash map. Nama fungsi sebagai key, dan body fungsi sebagai value.

```
var funcMap = template.FuncMap{
    "unescape": func(s string) template.HTML {
        return template.HTML(s)
    },
    "avg": func(n ...int) int {
        if len(n) == 0 {
            return 0
        }
        var total = 0
        for _, each := range n {
            total += each
        }
        return total / len(n)
    },
}
```

> Tipe `template.FuncMap` sebenarnya merupakan alias dari `map[string]any`

Dalam `funcMap` di atas, dua buah fungsi disiapkan, `unescape()` dan `avg()`. Nantinya fungsi ini kita gunakan di view.

Setelah itu, siapkan fungsi `main()` dengan isi route handler untuk `/`. Di dalam handler ini, `view.html` diparsing, kemudian fungsi yang telah dibuat di atas disisipkan ke dalam view.

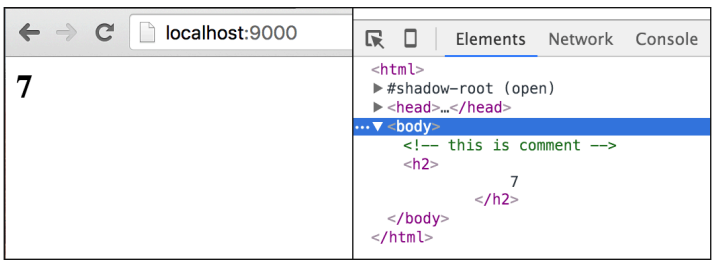
```
func main() {
    http.HandleFunc("/", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
        var tmpl = template.Must(template.New("view.html").
                Funcs(funcMap).
                ParseFiles("view.html"))
        if err := tmpl.Execute(w, nil); err != nil {
            http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
        }
    })

    log.Println("server started at localhost:9000")
    err := http.ListenAndServe(":9000", nil)
    if err != nil {
        log.Fatal(err)
    }
}
```

Berikut merupakan penjelasan step-by-step mengenai kode panjang untuk parsing dan rendering template di atas.

1. Sebuah template disiapkan dengan nama `view.html`. Pembuatan instance template dilakukan melalui fungsi `template.New()`.
2. Fungsi custom yang telah kita buat, diregistrasikan agar dikenali oleh template tersebut. Bisa dilihat pada pemanggilan method `Funcs()`.
3. Setelah itu, lewat method `ParseFiles()`, view `view.html` di-parsing. Akan dicari dalam file tersebut apakah ada template yang didefinisikan dengan nama `view.html`. Karena di dalam template view tidak ada deklarasi template sama sekali (`{{template "namatemplate"}}`), maka akan dicari view yang namanya adalah `view.html`. Keseluruhan isi `view.html` akan dianggap sebagai sebuah template dengan nama template adalah nama file itu sendiri.

B.8.3. Testing

Tes hasilnya lewat browser.



B.8.4. Perbedaan Fungsi `template.ParseFiles()` & Method `ParseFiles()` Milik `*template.Template`

Pada kode di atas, pemanggilan `template.New()` menghasilkan objek bertipe `*template.Template`.

Pada chapter B.5. Template: Render Partial HTML Template kita telah belajar mengenai fungsi `template.ParseFiles()` yang fungsi tersebut juga mengembalikan objek bertipe `*template.Template`.

Di contoh di chapter ini, method `ParseFiles()` yang dipanggil bukanlah fungsi `template.ParseFiles()` yang kita telah pelajari sebelumnya. Meskipun namanya sama, kedua fungsi/method ini berbeda.

- Fungsi `template.ParseFiles()`, adalah milik package `template`. Fungsi ini digunakan untuk mem-parsing semua view yang disisipkan sebagai parameter.
- Method `ParseFiles()`, milik `*template.Template`, digunakan untuk memparsing semua view yang disisipkan sebagai parameter, lalu diambil hanya bagian yang nama template-nya adalah sama dengan nama template yang sudah di-alokasikan menggunakan `template.New()`. Jika template yang dicari tidak ada, maka akan mencari yang nama file-nya sama dengan nama template yang sudah ter-alokasi.

Chapter selanjutnya akan membahas lebih detail mengenai penggunaan method `ParseFiles()`.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-B.8...

B.9. Template: Render Specific HTML Template

Pada chapter ini kita akan mempelajari cara render template html tertentu untuk dijadikan output pengaksesan endpoint. Sebuah file view bisa berisikan banyak template. Template mana yang ingin di-render bisa ditentukan.

B.9.1. Front End

Siapkan folder project baru, buat file template bernama `view.html`, lalu isi dengan kode berikut.

```
{{define "index"}}
<!DOCTYPE html>
<html>
    <head>
        <title>Learning html/template Functions</title>
    </head>
    <body>
        <h2>Index</h2>
    </body>
</html>
{{end}}

{{define "test"}}
<!DOCTYPE html>
<html>
    <head>
        <title>Other Template</title>
    </head>
    <body>
        <h2>Test</h2>
    </body>
</html>
{{end}}
```

Pada file view di atas, terlihat terdapat 2 template didefinisikan dalam 1 file, template `index` dan `test`.

- Template `index` ditampilkan ketika rute `/` diakses
- Template `test` ditampilkan ketika rute `/test` diakses

B.9.2. Back End

Selanjutnya siapkan kode di sisi back-end, buat file `main.go`, tulis kode berikut.

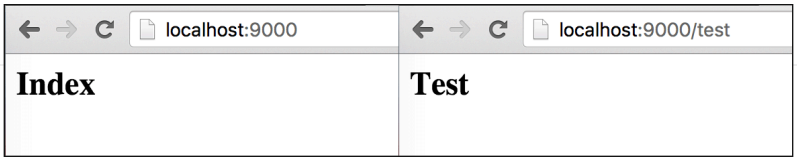
```go
package main

import "net/http"
import "log"
import "html/template"

func main() {
    http.HandleFunc("/", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
        var tmpl = template.Must(template.New("index").ParseFiles("view.html"))
        if err := tmpl.Execute(w, nil); err != nil {
            http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
        }
    })

    http.HandleFunc("/test", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
        var tmpl = template.Must(template.New("test").ParseFiles("view.html"))
        if err := tmpl.Execute(w, nil); err != nil {
            http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
        }
    })

    log.Println("server started at localhost:9000")
    err := http.ListenAndServe(":9000", nil)
    if err != nil {
        log.Fatal(err)
    }
}
```

Pada kode di atas bisa dilihat, terdapat 2 rute yang masing-masing mem-parsing file yang sama, tapi spesifik template yang dipilih untuk di-render berbeda.

Contoh di rute `/`, sebuah template dialokasikan dengan nama `index`, kemudian di-parsing-lah view bernama `view.html` menggunakan method `ParseFiles()`. Go secara cerdas melakukan pencarian dalam file view tersebut, apakah ada template yang namanya adalah `index` atau tidak. Jika ada maka ditampilkan. Hal ini juga berlaku pada rute `/test`, jika isi dari template bernama `test` ada maka ditampilkan.

B.9.3. Testing

Lakukan tes pada program yang telah kita buat, kurang lebih hasilnya seperti pada gambar berikut.



Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-B.9...

B.10. Template: Render HTML String

Output HTML yang muncul, selain bersumber dari template view bisa juga bersumber dari sebuah string. Dengan menggunakan method `Parse()` milik `*template.Template` kita bisa menjadikan HTML string sebagai output di web.

B.10.1. Praktik

Langsung saja kita praktikkan, siapkan folder project baru beserta file `main.go`, isi dengan kode berikut.

```
package main

import "net/http"
import "log"
import "html/template"

const view string = `<!DOCTYPE html>
<html>
    <head>
        <title>Template</title>
    </head>
    <body>
        <h1>Hello</h1>
    </body>
</html>`
```

Konstanta bernama `view` dengan tipe `string` disiapkan, isinya HTML string yang nantinya kita jadikan sebagai output pengaksesan endpoint.

Kemudian buat fungsi `main()`, isinya adalah route handler `/index`. Dalam handler tersebut, string html `view` diparsing lalu dirender sebagai output.

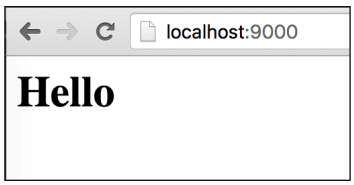
Tambahkan juga rute `/` yang isinya adalah me-redirect request secara paksa ke `/index` (via fungsi `http.Redirect()`).

```
func main() {
    http.HandleFunc("/index", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
        var tmpl = template.Must(template.New("main-template").Parse(view))
        if err := tmpl.Execute(w, nil); err != nil {
            http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
        }
    })

    http.HandleFunc("/", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
        http.Redirect(w, r, "/index", http.StatusTemporaryRedirect)
    })

    log.Println("server started at localhost:9000")
    err := http.ListenAndServe(":9000", nil)
    if err != nil {
        log.Fatal(err)
    }
}
```

Pada kode di atas bisa dilihat sebuah template bernama `main-template` disiapkan. Template tersebut diisi dengan hasil parsing string html `view` lewat method `Parse()`.

B.10.2. Testing

Lakukan tes dan lihat hasilnya.



Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-B.10...

B.11. HTTP Method: POST & GET

Sampai chapter ini, terhitung kita telah mempelajari banyak hal yang berhubungan dengan template view. Kali ini topik yang akan dibahas sedikit berbeda, yaitu mengenai penanganan HTTP request di back-end.

Sebuah route handler pada dasarnya bisa menerima segala jenis request, apapun jenis HTTP method-nya maka akan tetap masuk ke satu handler (seperti **POST**, **GET**, dan atau lainnya). Pengategorian request berdasarkan HTTP method bisa dilakukan menggunakan seleksi kondisi.

> Pada chapter lain kita akan belajar teknik routing yg lebih advance dengan bantuan *3rd party* routing library.

B.11.1. Praktik

Mari coba praktikkan. Disiapkan sebuah handler untuk rute `/` yang didalamnya ada pengecekan seleksi kondisi berdasarkan HTTP method.

```
package main

import "net/http"
import "log"

func main() {
    http.HandleFunc("/", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
        switch r.Method {
        case "POST":
            w.Write([]byte("post"))
        case "GET":
            w.Write([]byte("get"))
        default:
            http.Error(w, "", http.StatusBadRequest)
        }
    })

    log.Println("server started at localhost:9000")
    err := http.ListenAndServe(":9000", nil)
    if err != nil {
        log.Fatal(err)
    }
}
```

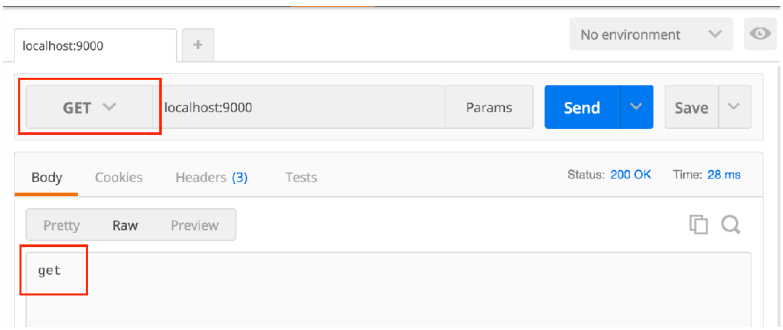
Struct `*http.Request` memiliki property bernama `Method`, isinya informasi HTTP method dari request.

- Jika HTTP method adalah `POST`, maka text `post` dijadikan nilai response
- Jika HTTP method adalah `GET`, maka text `get` dijadikan nilai response

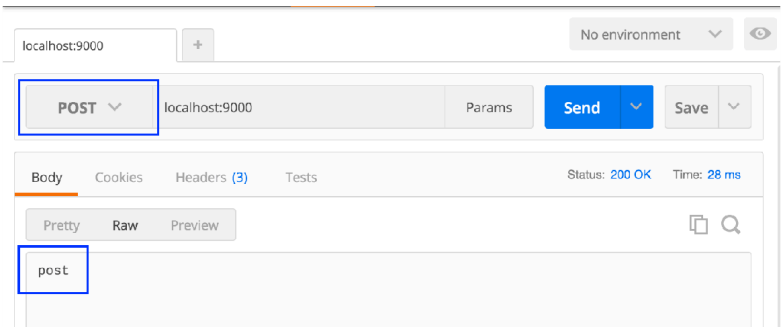
B.11.2. Testing

Gunakan Postman, atau tools sejenisnya untuk mempermudah testing.

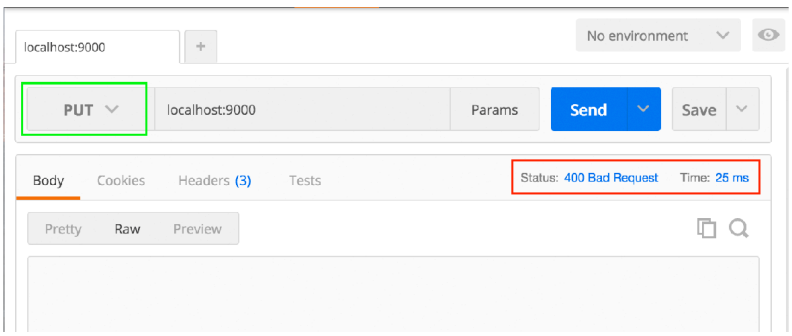
Berikut adalah contoh request dengan method GET.



Dan di bawah ini adalah contoh request dengan method POST.



Jika method yang digunakan adalah selain POST dan GET, maka web server menghasilkan response **400 Bad Request**. Di bawah ini adalah contoh request dengan method **PUT**.



Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-B.11...

B.12. HTTP Form Value

Pada chapter ini kita akan belajar bagaimana cara untuk submit data dari form di front-end untuk dikirim ke back-end melalui API call (HTTP request).

B.12.1. Front-End

Pertama siapkan folder project baru dan sebuah file template view `view.html`. Pada file ini perlu didefinisikan 2 buah template, yaitu `form` dan `result`. Template pertama (`form`) dijadikan landing page program, isinya beberapa inputan untuk submit data.

```
{{define "form"}}
<!DOCTYPE html>
<html>
    <head>
        <title>Input Message</title>
    </head>
    <body>
        <form method="post" action="/process">
            <label>Name :</label>
            <input type="text" placeholder="Type name here" name="name" require
            <br />

            <label>Message :</label>
            <input type="text" placeholder="Type message here" name="message" r
            <br />

            <button type="submit">Print</button>
        </form>
    </body>
</html>
{{end}}
```

Aksi dari form di atas adalah `/process`, yang mana url tersebut nantinya akan mengembalikan output berupa html hasil render template `result`. Silakan tulis template result berikut dalam `view.html` (jadi file view ini berisi 2 buah template).

```
{{define "result"}}
<!DOCTYPE html>
<html>
    <head>
        <title>Show Message</title>
    </head>
    <body>
        <h1>Hello {{.name}}</h1>
        <p>{{.message}}</p>
    </body>
</html>
{{end}}
```

B.12.2. Back-End

Buat file `main.go`. Dalam file ini 2 buah route handler diregistrasikan.

- Route `/` adalah landing page, menampilkan form input.
- Route `/process` sebagai action dari form input, menampilkan text.

```go
package main

import "net/http"
import "log"
import "html/template"

func main() {
    http.HandleFunc("/", routeIndexGet)
    http.HandleFunc("/process", routeSubmitPost)

    log.Println("server started at localhost:9000")
    err := http.ListenAndServe(":9000", nil)
    if err != nil {
        log.Fatal(err)
    }
}
```

Handler route `/` dibungkus dalam fungsi bernama `routeIndexGet()`. Di dalamnya, template `form` dalam file template `view.html` akan di-render ke view. Request dalam handler ini hanya dibatasi untuk method GET saja, request dengan method lain akan menghasilkan response `400 Bad Request`.

```
func routeIndexGet(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    if r.Method == "GET" {
        var tmpl = template.Must(template.New("form").ParseFiles("view.html"))
        var err = tmpl.Execute(w, nil)

        if err != nil {
            http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
        }
        return
    }

    http.Error(w, "", http.StatusBadRequest)
}
```

Fungsi `routeSubmitPost()` yang merupakan handler route `/process`, berisikan proses yang mirip seperti handler route `/`, yaitu parsing `view.html` untuk di ambil template `result`-nya. Selain itu, pada handler ini ada proses pengambilan data yang dikirim dari form submit, untuk kemudian disisipkan ke template view.

```
func routeSubmitPost(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    if r.Method == "POST" {
        var tmpl = template.Must(template.New("result").ParseFiles("view.html")

        if err := r.ParseForm(); err != nil {
            http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
            return
        }

        var name = r.FormValue("name")
        var message = r.Form.Get("message")

        var data = map[string]string{"name": name, "message": message}

        if err := tmpl.Execute(w, data); err != nil {
            http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
        }
        return
    }

    http.Error(w, "", http.StatusBadRequest)
}
```

Ketika user submit ke `/process`, maka data-data yang ada di form input dikirim. Method `ParseForm()` pada statement `r.ParseForm()` berguna untuk parsing form data yang dikirim dari view, sebelum akhirnya bisa diambil datanya. Method

tersebut mengembalikan `error` jika proses parsing gagal (kemungkinan karena data yang dikirim ada yang tidak valid).

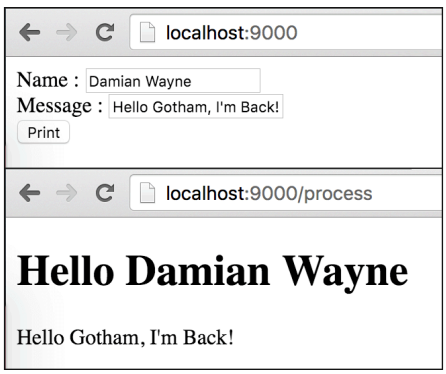
Pengambilan data dilakukan lewat method `FormValue()`. Contohnya seperti pada kode di atas, `r.FormValue("name")`, akan mengembalikan data inputan `name` (data dari inputan `<input name="name" />`).

Selain lewat method `FormValue()`, pengaksesan data juga bisa dilakukan dengan cara mengakses property `Form` terlebih dahulu, kemudian mengakses method `Get()`. Contohnya seperti `r.Form.Get("message")`, yang akan menghasilkan data inputan `message`. Hasil dari kedua cara di atas adalah sama.

Setelah data dari form sudah ditangkap oleh back-end, data ditampung dalam variabel `data` yang bertipe `map[string]string`. Variabel `data` tersebut kemudian disisipkan ke view, lewat statement `tmpl.Execute(w, data)`.

B.12.3. Testing

OK, sekarang coba jalankan program yang telah kita buat, dan cek hasilnya.



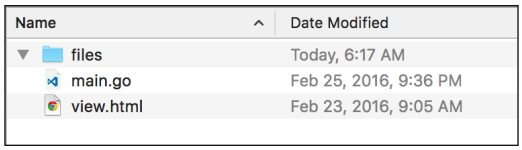
Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-B.12...

B.13. File Upload: ParseMultipartForm

Pada bagian ini kita akan belajar bagaimana cara meng-handle upload file yang dilakukan via form submit di sisi front-end. Pada beberapa bagian, caranya mirip seperti pada chapter sebelumnya, perbedaannya kali ini handler berisi proses untuk handling file yang di-upload. Proses yang dimaksud adalah memproses payload file dari front-end untuk kemudian disimpan ke path/folder.

B.13.1. Struktur Folder Proyek

Sebelum mulai masuk ke bagian koding, siapkan terlebih dahulu file dan folder dengan struktur seperti gambar berikut.



Program sederhana yang akan dibuat memiliki satu form dengan 2 inputan yaitu alias dan file. Di back-end, nantinya data file disimpan ke folder `files`, dengan default nama file sesuai nama file aslinya. Kecuali ketika user mengisi inputan alias, maka nama tersebut yang akan digunakan sebagai nama file tersimpan.

B.13.2. Front End

Di bagian front end, isi file `view.html` dengan kode berikut. Template file ini nantinya yang dimunculkan sebagai landing page.

```
<!DOCTYPE html>
<html>
    <head>
        <title>Input Message</title>
    </head>
    <body>
        <form method="post" action="/process" enctype="multipart/form-data">
            <label>The file :</label>
            <input type="file" name="file" required /><br />

            <label>Rename to :</label>
            <input type="text" name="alias" /><br />

            <button type="submit">Submit</button>
        </form>
    </body>
</html>
```

Perlu diperhatikan, pada tag `<form>` perlu ditambahkan atribut `enctype="multipart/form-data"`, agar HTTP request mendukung operasi upload file.

B.13.3. Back-End

Di layer back-end ada cukup banyak package yang perlu di-import, seperti `os, io, path/filepath`, dan lainnya. Packages tersebut kita perlukan untuk handling file upload.

Pada fungsi `main()` siapkan 2 buah route handler, satu untuk landing page dan satunya lagi digunakan ketika proses upload selesai (sama seperti pada chapter sebelumnya).

```
package main

import "net/http"
import "fmt"
import "log"
import "os"
import "io"
import "path/filepath"
import "html/template"

func main() {
    http.HandleFunc("/", routeIndexGet)
    http.HandleFunc("/process", routeSubmitPost)

    log.Println("server started at localhost:9000")
    err := http.ListenAndServe(":9000", nil)
    if err != nil {
        log.Fatal(err)
    }
}
```

Handler route `/` isinya proses untuk menampilkan landing page (file `view.html`). Method yang diperbolehkan mengakses rute ini hanya `GET`.

```
func routeIndexGet(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    if r.Method != "GET" {
        http.Error(w, "", http.StatusBadRequest)
        return
    }

    var tmpl = template.Must(template.ParseFiles("view.html"))
    var err = tmpl.Execute(w, nil)

    if err != nil {
        http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
    }
}
```

Selanjutnya siapkan handler untuk rute `/process`, yaitu fungsi `routeSubmitPost`. Gunakan statement `r.ParseMultipartForm(1024)` untuk parsing form data yang dikirim.

```
func routeSubmitPost(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    if r.Method != "POST" {
        http.Error(w, "", http.StatusBadRequest)
        return
    }

    if err := r.ParseMultipartForm(1024); err != nil {
        http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
        return
    }

    // ...
}
```

Method `ParseMultipartForm()` digunakan untuk mem-parsing form data yang ada data file-nya. Argumen `1024` pada method tersebut adalah `maxMemory`. Pemanggilan method tersebut membuat file yang terupload disimpan sementara pada memory dengan alokasi sesuai `maxMemory`. Jika ternyata kapasitas yang sudah dialokasikan tersebut tidak cukup, maka file akan disimpan dalam temporary file.

Masih dalam fungsi `routeSubmitPost()`, tambahkan kode untuk mengambil data alias dan file.

```
alias := filepath.Base(r.FormValue("alias"))

uploadedFile, handler, err := r.FormFile("file")
if err != nil {
    http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
    return
}
defer uploadedFile.Close()

dir, err := os.Getwd()
if err != nil {
    http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
    return
}
```

Statement `r.FormFile("file")` digunakan untuk mengambil file yg di upload, dan mengembalikan 3 objek:

- Objek bertipe `multipart.File` (yang merupakan interface, memiliki implementasi method yang mirip dengan `*os.File`)
- Informasi header file (bertipe `*multipart.FileHeader`)
- Dan `error` jika ada

Tahap selanjutnya adalah menambahkan kode membuat file baru, yang nantinya file ini akan diisi dengan isi dari file yang ter-upload. Jika inputan `alias` di-isi, maka nama nilai inputan tersebut dijadikan sebagai nama file.

```
filename := handler.Filename
if alias != "" {
    filename = fmt.Sprintf("%s%s", alias, filepath.Ext(handler.Filename))
}

fileLocation := filepath.Join(dir, "files", filename)
targetFile, err := os.OpenFile(fileLocation, os.O_WRONLY|os.O_CREATE, 0666)
if err != nil {
    http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
    return
}
defer targetFile.Close()

if _, err := io.Copy(targetFile, uploadedFile); err != nil {
    http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
    return
}

w.Write([]byte("done"))
```

Fungsi `filepath.Ext()` digunakan untuk mengambil ekstensi dari sebuah file. Pada kode di atas, `handler.Filename` yang berisi nama file terupload diambil ekstensinya, lalu digabung dengan `alias` yang sudah terisi.

Fungsi `filepath.Join()` berguna untuk pembentukan path.

Fungsi `os.OpenFile()` digunakan untuk membuka file. Fungsi ini membutuhkan 3 buah argument parameter dalam pemanggilannya:

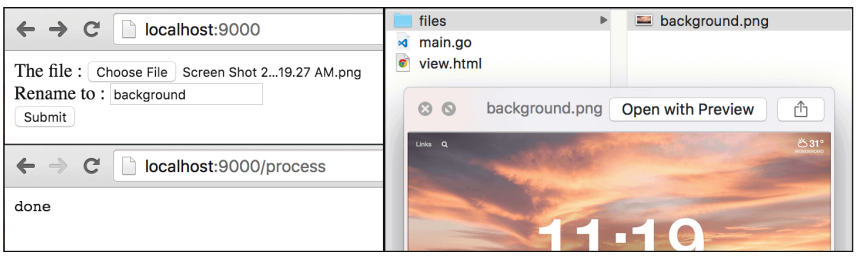
- Parameter pertama merupakan path atau lokasi dari file yang ingin di buka.
- Parameter kedua adalah flag mode, apakah *read only*, *write only*, atau keduanya, atau lainnya.
  - `os.O_WRONLY|os.O_CREATE` maknanya, file yang dibuka hanya akan bisa ditulis saja (*write only*, konstantanya adalah `os.O_WRONLY`), dan file tersebut akan dibuat jika belum ada (konstantanya `os.O_CREATE`).
- Sedangkan parameter terakhir adalah permission dari file, yang digunakan dalam pembuatan file itu sendiri.

Fungsi `io.Copy()` mengisi konten file parameter pertama (`targetFile`) dengan isi parameter kedua (`uploadedFile`). File kosong yang telah kita buat tadi akan diisi dengan data file yang tersimpan di memory.

> Nantinya pada salah satu pembahasan pada chapter B.16. Multiple File Upload: MultipartReader akan dijelaskan cara handling file upload dengan metode yang lebih efektif dan hemat memori, yaitu menggunakan `MultipartReader`.

B.13.4. Testing

Jalankan program, test hasilnya lewat browser.



Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-B.13...

B.14. HTTP Request JSON Payload

Sebelumnya kita telah mempelajari cara submit data dari front-end ke back-end dengan menggunakan payload **Form Data**. Kali ini kita akan belajar tentang cara request menggunakan payload **JSON**.

> **Form Data** merupakan tipe payload default HTTP request via tag `<form />`

Pada chapter ini, kita tidak akan menggunakan tag `<form />` untuk submit data, melainkan dengan memanfaatkan **Fetch API** untuk mengirimkan HTTP request dengan payload JSON.

Sebenarnya perbedaan antara kedua jenis request tersebut ada di dua hal, yaitu isi header `Content-Type` dan struktur informasi dikirimkan. Request lewat `<form />` secara default memiliki content type `application/x-www-form-urlencoded`, efeknya data dikirimkan dalam bentuk query string (key-value) seperti `id=n001&nama=bruce`.

> Pengiriman data via tag `<form />` sebenarnya bisa menggunakan content-type selain `application/x-www-form-urlencoded`, yaitu `multipart/form-data`.

Untuk payload JSON, `Content-Type` yang digunakan adalah `application/json`. Dengannya, data disisipkan di dalam `Body` request dalam bentuk **JSON** string.

B.14.1. Struktur Folder Proyek

OK, mari praktik. Pertama siapkan proyek dengan struktur berikut.

```
chapter-B.14-http-request-json-payload/
├── main.go
└── view.html
```

B.14.2. Front End - HTML

Layout dari view perlu disiapkan terlebih dahulu, tulis kode berikut pada file `view.html`.

```
<!DOCTYPE html>
<html>
    <head>
        <title>JSON Payload</title>
        <script>
            document.addEventListener("DOMContentLoaded", function () {
                // javascript code here
            });
        </script>
    </head>
    <body>
        <p class="message"></p>
        <form id="user-form" method="post" action="/save">
            <!-- html code here -->
        </form>
    </body>
</html>
```

Selanjutnya, pada tag `<form />` tambahkan tabel sederhana dengan isi didalamnya adalah inputan form. Ada tiga buah inputan yang perlu dibuat yaitu: *Name*, *Age*, dan *Gender*. Selain itu, sebuah button untuk keperluan submit form juga perlu disiapkan.

```
<table noborder>
    <tr>
        <td><label>Name :</label></td>
        <td>
            <input required type="text" name="name" placeholder="Type name here
        </td>
    </tr>
    <tr>
        <td><label>Age :</label></td>
        <td>
            <input required type="number" name="age" placeholder="Set age" />
        </td>
    </tr>
    <tr>
        <td><label>Gender :</label></td>
        <td>
            <select name="gender" required style="width: 100%;">
                <option value="">Select one</option>
                <option value="male">Male</option>
                <option value="female">Female</option>
            </select>
        </td>
    </tr>
    <tr>
        <td colspan="2" style="text-align: right;">
            <button type="submit">Save</button>
        </td>
    </tr>
</table>
```

B.14.3. Front End - JavaScript

Sekarang kita masuk ke bagian JavaScript. Siapkan event listener `submit` pada form `#user-form`. Default behavior submit form di-override menggunakan `e.preventDefault()`, kemudian data dikirim ke server menggunakan Fetch API.

```
document.getElementById("user-form").addEventListener("submit", async function
    e.preventDefault();

    const form = e.target;
    const payload = JSON.stringify({
        name: document.querySelector('[name="name"]').value,
        age: parseInt(document.querySelector('[name="age"]').value, 10),
        gender: document.querySelector('[name="gender"]').value,
    });

    try {
        const res = await fetch(form.action, {
            method: form.method,
            headers: { "Content-Type": "application/json" },
            body: payload,
        });
        const text = await res.text();
        if (!res.ok) throw new Error(text);
        document.querySelector(".message").textContent = text;
    } catch (err) {
        alert("ERROR: " + err.message);
    }
});
```

Value semua inputan dalam form diambil menggunakan `document.querySelector()`, dimasukkan ke sebuah objek, lalu di-stringify menjadi JSON string untuk dijadikan payload request. Header `Content-Type` di-set ke `application/json` agar server tahu format data yang dikirimkan.

Fungsi `fetch()` dipanggil dengan `method`, `headers`, dan `body` sesuai konfigurasi form. Karena `fetch()` mengembalikan Promise, keyword `async/await` digunakan untuk menunggu respons secara asinkron. Jika respons HTTP bukan status 2xx (misalnya 4xx atau 5xx), error dilempar dan ditampilkan via `alert()`. Jika request berhasil, teks respons ditampilkan pada `<p class="message"></p>`.

B.14.4. Back End

2 buah rute perlu disiapkan: satu untuk menampilkan `view.html`, satu lagi untuk memproses data yang di-submit.

```
package main

import (
    "encoding/json"
    "fmt"
    "html/template"
    "log"
    "net/http"
)

func main() {
    http.HandleFunc("/", handleIndex)
    http.HandleFunc("/save", handleSave)

    log.Println("server started at localhost:9000")
    err := http.ListenAndServe(":9000", nil)
    if err != nil {
        log.Fatal(err)
    }
}
```

Handler `handleIndex` berisikan kode untuk parsing `view.html`.

```
func handleIndex(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    tmpl := template.Must(template.ParseFiles("view.html"))
    if err := tmpl.Execute(w, nil); err != nil {
        http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
    }
}
```

Sedangkan `handleSave` akan memproses request yang di-submit dari front-end.

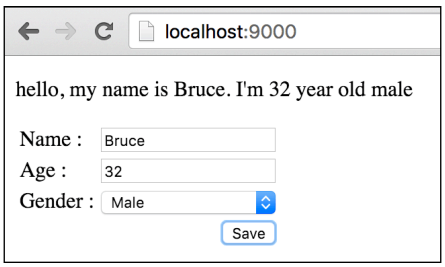
```go
func handleSave(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    if r.Method == "POST" {
        decoder := json.NewDecoder(r.Body)
        payload := struct {
            Name   string `json:"name"`
            Age    int    `json:"age"`
            Gender string `json:"gender"`
        }{}
        if err := decoder.Decode(&payload); err != nil {
            http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
            return
        }

        message := fmt.Sprintf(
            "hello, my name is %s. I'm %d year old %s",
            payload.Name,
            payload.Age,
            payload.Gender,
        )
        w.Write([]byte(message))
        return
    }

    http.Error(w, "Only accept POST request", http.StatusBadRequest)
}
```

Isi payload didapatkan dengan cara men-decode body request (`r.Body`). Proses decoding tidak dilakukan menggunakan `json.Unmarshal()` melainkan lewat JSON decoder dengan alasan efisiensinya lebih baik.

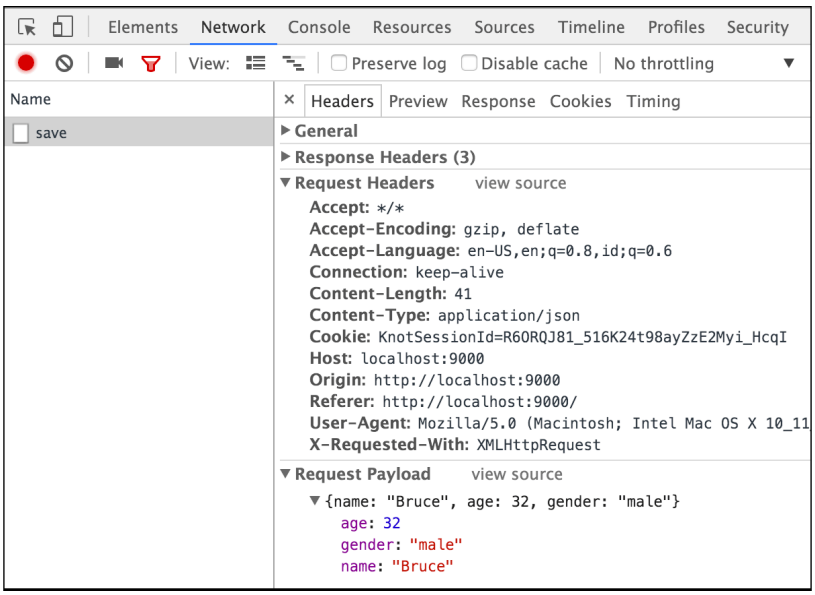
- `json.Decoder` cocok digunakan untuk decode data JSON yang sumber datanya adalah stream `io.Reader` , contohnya seperti `r.Body` .
- `json.Unmarshal()` cocok untuk proses decoding yang sumber datanya sudah tersimpan di variabel (bukan stream).

B.14.5. Testing

Jalankan program yang telah dibuat, test hasilnya di browser.



Gunakan fasilitas Developer Tools pada Chrome untuk menginspeksi aktifitas HTTP request-nya.



Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-B.14...

B.15. HTTP Response: JSON

Kita telah belajar cara untuk memproses request dengan payload bertipe JSON di chapter sebelumnya. Pembelajaran kali ini masih tentang tipe data JSON tapi lebih fokus ke bagian back-end-nya, yaitu membuat sebuah Web Service API sederhana yang mengembalikan response berbentuk JSON.

B.15.1. Praktik

Siapkan satu buah folder proyek baru, dengan satu buah file di dalamnya bernama `main.go`. Dalam file ini siapkan rute `/`.

```
package main

import "log"
import "net/http"
import "encoding/json"

func main() {
    http.HandleFunc("/", ActionIndex)

    log.Println("server started at localhost:9000")
    err := http.ListenAndServe(":9000", nil)
    if err != nil {
        log.Fatal(err)
    }
}
```

Selanjutnya buat handler untuk rute `/`. Di dalam fungsi tersebut, disiapkan data dummy ber-tipe slice object. Data ini kemudian dikonversi ke JSON lalu dijadikan nilai balik endpoint `/`.

```
func ActionIndex(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    data := []struct {
        Name string
        Age  int
    }{
        {"Richard Grayson", 24},
        {"Jason Todd", 23},
        {"Tim Drake", 22},
        {"Damian Wayne", 21},
    }

    jsonInBytes, err := json.Marshal(data)
    if err != nil {
        http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
        return
    }

    w.Header().Set("Content-Type", "application/json")
    w.Write(jsonInBytes)
}
```

Cara mengkonversi data ke bentuk json cukup mudah, bisa menggunakan `json.Marshal()`. Fungsi ini mengembalikan dua nilai balik, data JSON dalam bentuk `[]byte`, dan error jika ada.

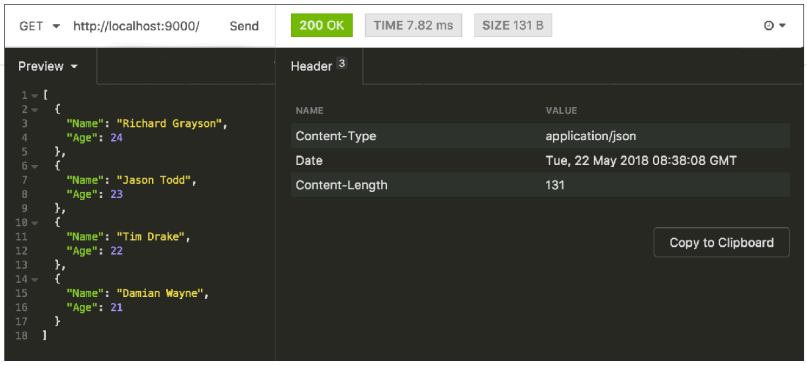
> Untuk mengambil bentuk string dari hasil konversi JSON, cukup lakukan casting pada data slice bytes tersebut. Contoh: `string(jsonInBytes)`

Karena nilai balik konversi sudah dalam bentuk bytes, maka langsung saja panggil method `Write()` milik `http.ResponseWriter` untuk menjadikannya sebagai API response. Panggil method tersebut, kemudian sisipkan data JSON sebagai argument pemanggilan method.

Jangan lupa juga untuk menambahkan response header `Content-Type: application/json`.

B.15.2. Testing

OK, semua sudah selesai, jalankan program lalu test API-nya.



B.15.3. JSON Response menggunakan JSON.Encoder

Pada chapter sebelumnya telah disinggung bahwa lebih baik menggunakan `json.Decoder` jika ingin men-decode data yang sumbernya ada di stream `io.Reader`

Selain `json.Decoder`, ada juga `json.Encoder` yang penggunaannya adalah untuk meng-encode data menjadi JSON dengan output langsung dikirim ke stream `io.Writer`.

Tipe `http.ResponseWriter` adalah meng-embed `io.Writer`, maka tipe tersebut bisa kita gunakan pada proses encoding menggunakan `json.Encoder`. Contoh penerapannya bisa dilihat berikut ini.

```
w.Header().Set("Content-Type", "application/json")

err := json.NewEncoder(w).Encode(data)
if err != nil {
    http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
    return
}
```

Kode di atas hasilnya ekuivalen dengan encoding data object ke JSON string menggunakan `json.Marshal()`.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-B.15...

B.16. Multiple File Upload

Pada chapter ini, kita akan belajar 3 hal sekaligus yang mencakup poin-poin berikut:

1. Cara untuk upload file secara asinkron
2. Cara untuk handle upload banyak file sekaligus
3. Cara handle upload file yang lebih hemat memori

Sebelumnya, pada chapter B.13. File Upload: ParseMultipartForm, pemrosesan file upload dilakukan lewat **ParseMultipartForm**, sedangkan pada chapter ini metode yang dipakai berbeda, yaitu **MultipartReader**.

Kelebihan dari `MultipartReader` adalah, file yang di upload **tidak** disimpan pada file temporary di lokal terlebih dahulu (tidak seperti `ParseMultipartForm`), melainkan data file bisa diambil langsung dari stream `io.Reader` .

Cara penerapan `MultipartReader` ini membutuhkan front-end untuk melakukan upload file secara asynchronous menggunakan objek FormData. Semua file yang akan di-upload diambil konten dan metadatanya menggunakan JavaScript untuk dimasukkan ke objek `FormData` . Setelahnya, objek tersebut dijadikan sebagai payload HTTP request.

B.16.1. Struktur Folder Proyek

Mari praktikkan, pertama siapkan proyek dengan struktur berikut.

```
chapter-B.16-ajax-multi-upload/
├── files/
├── main.go
└── view.html
```

B.16.2. Front End

Buka `view.html` , siapkan template dasar view. Dalam file ini terdapat satu buah inputan upload file yang mendukung multi-upload, dan satu buah tombol submit.

Untuk mengaktifkan kapabilitas multi upload, cukup tambahkan atribut `multiple` pada input file.

```
<!DOCTYPE html>
<html>
    <head>
        <title>Multiple Upload</title>
        <script>
            document.addEventListener("DOMContentLoaded", function () {
                // javascript code goes here
            });
        </script>
    </head>
    <body>
        <form id="user-form" method="post" action="/upload">
            <input required multiple id="upload-file" type="file" />
            <br />
            <button id="btn-upload" type="submit">Upload!</button>
        </form>
    </body>
</html>
```

Override event `submit` pada form `#user-form`, handler event ini berisikan proses mulai pembentukan objek `FormData` dari file-file yang telah di-upload, hingga pengiriman HTTP request.

```
document.getElementById("user-form").addEventListener("submit", async function
    e.preventDefault();

    const form = e.target;
    const files = document.getElementById("upload-file").files;
    const formData = new FormData();

    for (const file of files) {
        formData.append("files", file);
    }

    try {
        const res = await fetch(form.action, {
            method: form.method,
            body: formData,
        });
        const text = await res.text();
        if (!res.ok) throw new Error(text);
        alert(text);
        form.reset();
    } catch (err) {
        alert("ERROR: " + err.message);
    }
});
```

Objek input file memiliki properti `.files` yang berisi daftar semua file yang dipilih user. File-file tersebut diiterasi menggunakan `for...of`, setiap item dimasukkan ke dalam objek `FormData` dengan key `"files"`.

Fungsi `fetch()` dipanggil dengan `method` dan `body` dari form. Ketika body berupa objek `FormData`, browser secara otomatis mengatur header `Content-Type` ke `multipart/form-data` beserta boundary yang diperlukan, sehingga tidak perlu di-set secara manual. Keyword `async/await` digunakan untuk menunggu respons secara asinkron.

B.16.3. Back-End

Ada 2 route handler yang harus dipersiapkan di back-end. Pertama adalah rute `/` untuk keperluan memunculkan form upload, dan rute `/upload` untuk pemrosesan upload file.

Buka file `main.go`, import package yang diperlukan, lalu deklarasikan dua rute tersebut.

```go
package main

import (
    "html/template"
    "io"
    "log"
    "net/http"
    "os"
    "path/filepath"
)

func main() {
    http.HandleFunc("/", handleIndex)
    http.HandleFunc("/upload", handleUpload)

    log.Println("server started at localhost:9000")
    err := http.ListenAndServe(":9000", nil)
    if err != nil {
        log.Fatal(err)
    }
}
```

Buat handler rute `/`, parsing template view `view.html`.

```go
func handleIndex(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    tmpl := template.Must(template.ParseFiles("view.html"))
    if err := tmpl.Execute(w, nil); err != nil {
        http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
    }
}
```

Sebelumnya, pada chapter B.13. Form Upload File, metode yang digunakan untuk handle file upload adalah `ParseMultipartForm`. Cara kerjanya, file diproses dalam memori dengan alokasi tertentu, dan jika melebihi alokasi maka akan disimpan pada temporary file.

Metode tersebut kurang tepat guna jika digunakan untuk memproses file yang ukurannya besar (file size melebihi `maxMemory`) atau jumlah file-nya sangat banyak (memakan waktu, karena isi dari masing-masing file akan ditampung pada file *temporary* sebelum benar-benar di-copy ke file tujuan).

Solusi dari dua masalah yang telah disebutkan adalah menggunakan `MultipartReader` untuk handling file upload. Lewat metode ini, file destinasi isi di-copy langsung dari stream `io.Reader` tanpa butuh file temporary untuk perantara.

Kembali ke bagian perkodingan, siapkan fungsi `handleUpload`, isinya kode berikut.

```
func handleUpload(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    if r.Method != "POST" {
        http.Error(w, "Only accept POST request", http.StatusBadRequest)
        return
    }

    basePath, _ := os.Getwd()
    reader, err := r.MultipartReader()
    if err != nil {
        http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
        return
    }

    // ...
}
```

Bisa dilihat, method `.MultipartReader()` dipanggil dari objek request milik handler. Operasi tersebut menghasilkan dua nilai balik, `*multipart.Reader` dan `error` (jika ada).

Selanjutnya, lakukan perulangan terhadap objek `reader`. Setiap file yang di-upload diproses di masing-masing perulangan. Setelah looping berakhir, idealnya semua file sudah terproses dengan benar.

```
for {
    part, err := reader.NextPart()
    if err == io.EOF {
        break
    }

    fileLocation := filepath.Join(basePath, "files", part.FileName())
    dst, err := os.Create(fileLocation)
    if err != nil {
        http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
        return
    }

    if _, err := io.Copy(dst, part); err != nil {
        dst.Close()
        http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
        return
    }
    dst.Close()
}

w.Write([]byte(`all files uploaded`))
```

Method `.NextPart()` mengembalikan 2 informasi, yaitu objek stream `io.Reader` (dari file yg di upload), dan `error` .

File destinasi disiapkan kemudian diisi dengan data dari stream file, menggunakan `io.Copy()` .

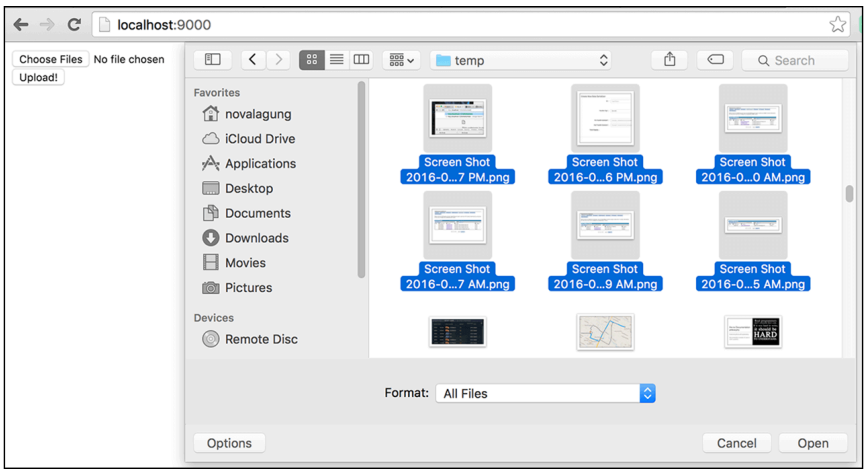
> Perlu diperhatikan, `dst.Close()` dipanggil secara eksplisit (bukan menggunakan `defer`) karena kode ini berada di dalam perulangan. Penggunaan `defer` di dalam loop akan menunda eksekusi `Close()` hingga fungsi selesai, bukan di akhir setiap iterasi. Akibatnya, semua file descriptor tetap terbuka selama proses upload berlangsung. Alternatif lain adalah membungkus isi loop dalam anonymous function: `func() { defer dst.Close(); ... }()` — dengan cara ini `defer` bekerja di akhir tiap iterasi.

Jika `reader.NextPart()` mengembalikan error `io.EOF` , maka bisa disimpulkan semua file telah diproses, kemudian perulangan dihentikan.

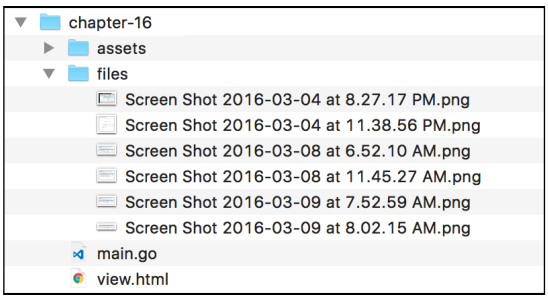
OK, semua persiapan sudah cukup, selanjutnya masuk fase testing.

B.16.4. Testing

Buka browser, test program yang telah dibuat. Coba lakukan pengujian dengan beberapa buah file.



Cek apakah file sudah terupload.



Source code praktik chapter ini tersedia di Github

https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-B.16...

B.17. Download File

Sebelumnya kita telah belajar cara untuk handle upload file, kali ini kita akan belajar bagaimana cara membuat HTTP handler yang menghasilkan response berbentuk download file.

Sebenarnya download file bisa dengan mudah di-implementasikan menggunakan teknik routing static file, lalu langsung mengakses url assets di browser. Namun outcome dari teknik ini sangat tergantung default konfigurasi browser. Tiap browser memiliki *behaviour* berbeda, ada yang akan merespon dengan membuka file di tab, ada juga yang merespon dengan men-download file tersebut.

Dengan penerapan teknik yang dibahas pada chapter ini, file bisa dipastikan di-download oleh browser sewaktu diakses.

B.17.1. Struktur Folder Proyek

OK, pertama siapkan terlebih dahulu proyek dengan struktur berikut.

```
chapter-B.17-download-file/
├── files/
├── main.go
└── view.html
```

File yang berada di folder `files` adalah dummy file. Silakan gunakan file apapun dengan jumlah berapapun untuk keperluan praktik ini.

B.17.2. Front End

Kali ini di bagian front end kita tidak menggunakan library tambahan, cukup JavaScript native.

Pertama siapkan dahulu template nya, isi file `view.html` dengan kode berikut.

```html
<!DOCTYPE html>
<html>
    <head>
        <title>Download file</title>
        <script>
            // javascript code goes here
        </script>
    </head>
    <body>
        <ul id="list-files"></ul>
    </body>
</html>
```

Tag `<ul />` nantinya diisi dengan data list file yang ada dalam folder `files`. Data list file didapat dari HTTP request ke back end. Setelah data diterima, fungsi `renderData()` dipanggil untuk merender hasilnya ke HTML.

Siapkan event listener `DOMContentLoaded`, di dalamnya definisikan fungsi `renderData()` dan lakukan HTTP request ke `/list-files`.

```
document.addEventListener("DOMContentLoaded", async function () {
    const ul = document.getElementById("list-files");

    const renderData = function (files) {
        // do stuff
    };

    try {
        const res = await fetch("/list-files");
        if (!res.ok) throw new Error(await res.text());
        const files = await res.json();
        renderData(files);
    } catch (err) {
        alert("ERROR: " + err.message);
    }
});
```

Fungsi `renderData()` bertugas untuk melakukan rendering data JSON ke HTML. Berikut adalah isinya.

```
const renderData = function (files) {
    files.forEach(function (each) {
        const li = document.createElement("li");
        const a = document.createElement("a");

        li.innerText = "download ";
        li.appendChild(a);
        ul.appendChild(li);

        a.href = "/download?path=" + encodeURI(each.path);
        a.innerText = each.filename;
        a.target = "_blank";
    });
};
```

Setiap item file dirender sebagai elemen `<li>` berisi link `<a>` yang mengarah ke endpoint `/download?path=...`. Klik link tersebut akan memicu download file di browser.

HTTP request ke `/list-files` dilakukan menggunakan `fetch()`. Karena `fetch()` mengembalikan Promise, keyword `async/await` digunakan untuk menunggu respons. Respons di-parse sebagai JSON menggunakan `res.json()`, hasilnya diteruskan ke `renderData()`.

B.17.3. Back End

Pindah ke bagian back end. Siapkan beberapa hal pada `main.go`, import package, siapkan fungsi main, dan buat beberapa rute.

```
package main

import (
    "encoding/json"
    "fmt"
    "html/template"
    "io"
    "log"
    "net/http"
    "os"
    "path/filepath"
)

type M map[string]interface{}

func main() {
    http.HandleFunc("/", handleIndex)
    http.HandleFunc("/list-files", handleListFiles)
    http.HandleFunc("/download", handleDownload)

    log.Println("server started at localhost:9000")
    err := http.ListenAndServe(":9000", nil)
    if err != nil {
        log.Fatal(err)
    }
}
```

Buat handler untuk rute `/`.

```
func handleIndex(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    tmpl := template.Must(template.ParseFiles("view.html"))
    if err := tmpl.Execute(w, nil); err != nil {
        http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
    }
}
```

Lalu siapkan juga route handler `/list-files`. Isi dari handler ini adalah membaca semua file yang ada pada folder `files` untuk kemudian dikembalikan sebagai output berupa JSON. Endpoint ini akan diakses dari front end.

```
func handleListFiles(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    files := []M{}
    basePath, _ := os.Getwd()
    filesLocation := filepath.Join(basePath, "files")

    err := filepath.WalkDir(filesLocation, func(path string, d os.DirEntry, err
        if err != nil {
            return err
        }

        if d.IsDir() {
            return nil
        }

        files = append(files, M{"filename": d.Name(), "path": path})
        return nil
    })
    if err != nil {
        http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
        return
    }

    res, err := json.Marshal(files)
    if err != nil {
        http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
        return
    }

    w.Header().Set("Content-Type", "application/json")
    w.Write(res)
}
```

Fungsi `os.Getwd()` mengembalikan informasi absolute path di mana aplikasi di-eksekusi. Path tersebut kemudian digabung dengan folder bernama `files` lewat fungsi `filepath.Join`.

> Fungsi `filepath.Join` akan menggabungkan item-item dengan path separator sesuai dengan sistem operasi di mana program dijalankan. `\` untuk Windows dan `/` untuk Linux/Unix.

Fungsi `filepath.WalkDir` berguna untuk operasi list isi folder, apa yang ada di dalamnya (baik itu file maupun folder) akan diiterasi. Dengan memanfaatkan callback parameter kedua fungsi ini (yang bertipe `filepath.WalkDirFunc`), kita bisa mengambil informasi tiap item satu-per satu.

> Sejak Go 1.16, `filepath.WalkDir` direkomendasikan sebagai pengganti `filepath.Walk`. Fungsi ini lebih efisien karena callback-nya menerima `os.DirEntry` (bukan `os.FileInfo`), sehingga tidak perlu melakukan `os.Stat` tambahan untuk setiap entry.

Selanjutnya siapkan handler untuk `/download`. Implementasi teknik download pada dasarnya sama pada semua bahasa pemrograman, yaitu dengan memainkan isi dari header **Content-Disposition** pada HTTP response.

```
func handleDownload(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    if err := r.ParseForm(); err != nil {
        http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
        return
    }

    path := r.FormValue("path")
    f, err := os.Open(path)
    if f != nil {
        defer f.Close()
    }
    if err != nil {
        http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
        return
    }

    contentDisposition := fmt.Sprintf("attachment; filename=%s", filepath.Base(
    w.Header().Set("Content-Disposition", contentDisposition)

    if _, err := io.Copy(w, f); err != nil {
        http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
        return
    }
}
```

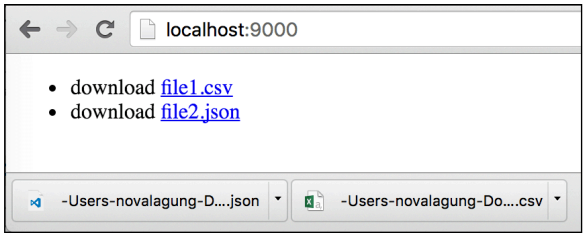
Content-Disposition adalah salah satu ekstensi MIME protocol, berguna untuk menginformasikan browser bagaimana mereka harus berinteraksi dengan output API endpoint.

Ada banyak jenis value content-disposition, salah satunya adalah `attachment`. Pada kode di atas, header `Content-Disposition: attachment; filename=filename.json` menghasilkan output response berupa attachment atau file, yang kemudian akan di-download oleh browser.

Objek file yang direpresentasikan variabel `f`, isinya di-copy ke objek response lewat statement `io.Copy(w, f)`.

B.17.4. Testing

Jalankan program, akses rute `/`. List semua file dalam folder `files` muncul di sana. Klik salah satu file untuk men-download-nya.



Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-B.17...

B.18. HTTP Basic Authentication

HTTP Basic Auth adalah salah satu spesifikasi yang mengatur otentikasi pada HTTP request. Metode ini mewajibkan client request untuk menyertakan username dan password dalam header request. Dengan menerapkan basic auth maka kita tidak perlu menggunakan token untuk mendapatkan session.

> Lebih jelasnya mengenai spesifikasi Basic Auth bisa di lihat di RFC-7617.

Informasi username dan password harus di-encode terlebih dahulu ke format yg sudah ditentukan sesuai spesifikasi, kemudian dijadikan value dari header `Authentication`.

Berikut adalah contoh format penulisan basic auth:

```
// Request header
Authorization: Basic c29tZXVzZXJuYW1lOnNvbWVwYXNzd29yZA==
```

Informasi disisipkan dalam request header dengan key `Authorization`, dan value adalah `Basic` diikut karakter spasi dan hasil encode terhadap data username dan password. Data username dan password digabung dengan separator tanda titik dua (`:`) lalu di-encode dalam format encoding Base64.

```
// Username password encryption
base64encode("someusername:somepassword")
// Hasilnya adalah c29tZXVzZXJuYW1lOnNvbWVwYXNzd29yZA==
```

Go menyediakan fasilitas untuk mengambil informasi basic auth dari suatu HTTP request dengan mudah, tanpa perlu untuk memparsing header request terlebih dahulu secara manual.

B.18.1. Struktur Folder Proyek dan Endpoint

Pada chapter ini kita akan membuat sebuah web service sederhana, isinya hanya satu buah endpoint. Endpoint ini didesain untuk bisa menerima query parameter atau tanpa query parameter.

- Endpoint `/student` menghasilkan response berisi semua data siswa
- Endpoint `/student?id=s001` menghasilkan response berisi data siswa sesuai dengan id yang di minta

Data siswa sendiri merupakan slice object yang disimpan di variabel global.

OK, langsung saja kita praktikkan. Siapkan 3 buah file berikut, tempatkan dalam satu folder proyek.

B.18.2. Routing

Buka `main.go`, isi dengan kode berikut.

```
package main

import (
    "encoding/json"
    "log"
    "net/http"
)

func main() {
    http.HandleFunc("/student", ActionStudent)

    server := new(http.Server)
    server.Addr = ":9000"

    log.Println("server started at localhost:9000")
    if err := server.ListenAndServe(); err != nil {
        log.Fatal(err)
    }
}
```

Lalu siapkan handler untuk rute `/student`.

```
func ActionStudent(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    if !Auth(w, r) {
        return
    }
    if !AllowOnlyGET(w, r) {
        return
    }

    if id := r.URL.Query().Get("id"); id != "" {
        OutputJSON(w, SelectStudent(id))
        return
    }

    OutputJSON(w, GetStudents())
}
```

Di dalam rute `/student` terdapat beberapa validasi.

- Validasi `!Auth(w, r)` ; Nantinya kita siapkan fungsi `Auth()` yang gunanya adalah untuk mengecek apakah request merupakan valid basic auth request atau tidak.
- Validasi `!AllowOnlyGET(w, r)` ; Akan dibuat juga fungsi `AllowOnlyGET()` , tugasnya memastikan hanya request dengan method `GET` yang diperbolehkan masuk.

Setelah request lolos dari 2 validasi di atas, lanjut ke pengecekan berikutnya yaitu mendeteksi apakah request memiliki parameter student id.

- Ketika tidak ada parameter student id, maka endpoint ini mengembalikan semua data user yang ada. Fungsi `GetStudents()` dieksekusi.
- Sedangkan jika ada parameter student id, maka hanya user dengan id yg diinginkan yg dijadikan nilai balik. Fungsi `SelectStudent(id)` dieksekusi.

Selanjutnya tambahkan satu fungsi lagi di `main()` yaitu `OutputJSON()` . Fungsi ini digunakan konversi data ke bentuk JSON string.

```
func OutputJSON(w http.ResponseWriter, o any) {
    res, err := json.Marshal(o)
    if err != nil {
        w.Write([]byte(err.Error()))
        return
    }

    w.Header().Set("Content-Type", "application/json")
    w.Write(res)
}
```

Konversi dari objek atau slice ke JSON string dilakukan via `json.Marshal()` . Lebih jelasnya mengenai fungsi tersebut dibahas di chapter A.53. JSON Data.

B.18.3. Data `Student`

Buka file `student.go`, siapkan struct `Student` dan variabel untuk menampung data yang bertipe `[]Student`. Data inilah yang nantinya dijadikan nilai balik endpoint `/student`.

```
package main

var students = []*Student{}

type Student struct {
    Id    string
    Name  string
    Grade int32
}
```

Buat fungsi `GetStudents()`, fungsi ini mengembalikan semua data student. Buat juga fungsi `SelectStudent(id)`, fungsi ini mengembalikan data student sesuai dengan id terpilih.

```
func GetStudents() []*Student {
    return students
}

func SelectStudent(id string) *Student {
    for _, each := range students {
        if each.Id == id {
            return each
        }
    }

    return nil
}
```

Last but not least, implementasikan fungsi `init()` yang didalamnya berisi pembuatan beberapa dummy data untuk ditampung variabel `students`.

> Fungsi `init()` adalah fungsi yang secara otomatis dipanggil ketika package tersebut di import atau di run.

```
func init() {
    students = append(students, &Student{Id: "s001", Name: "bourne", Grade: 2})
    students = append(students, &Student{Id: "s002", Name: "ethan", Grade: 2})
    students = append(students, &Student{Id: "s003", Name: "wick", Grade: 3})
}
```

B.18.4. Fungsi `Auth()` dan `AllowOnlyGET()`

Selanjutnya, ada dua fungsi lainnya yang perlu dipersiapkan yaitu `Auth()` dan `AllowOnlyGET()`.

◉ Fungsi `Auth()`

Buka `middleware.go`, siapkan fungsi `Auth()`.

```
package main

import "net/http"

const USERNAME = "batman"
const PASSWORD = "secret"

func Auth(w http.ResponseWriter, r *http.Request) bool {
    username, password, ok := r.BasicAuth()
    if !ok {
        http.Error(w, "unauthorized", http.StatusUnauthorized)
        return false
    }

    isValid := (username == USERNAME) && (password == PASSWORD)
    if !isValid {
        http.Error(w, "wrong username/password", http.StatusUnauthorized)
        return false
    }

    return true
}
```

Tugas fungsi `Auth()` adalah memvalidasi apakah request merupakan valid basic auth request, dan juga apakah credentials yang dikirim cocok dengan data pada aplikasi kita. Informasi acuan credentials sendiri di hardcode pada konstanta `USERNAME` dan `PASSWORD`.

Fungsi `r.BasicAuth()` mengembalikan 3 informasi:

1. Username
2. Password
3. Nilai balik ke-3 ini adalah representasi valid tidak nya basic auth request yang sedang berlangsung

Error dimunculkan ketika basic auth terdeteksi adalah tidak valid. Sedangkan jika ternyata valid, maka dilanjutkan ke proses otentikasi, mengecek apakah username dan password yang dikirim cocok dengan username dan password yang sudah di-*hardcode*.

> Pada aplikasi production, perbandingan credentials sebaiknya menggunakan `subtle.ConstantTimeCompare` dari package `crypto/subtle`, bukan operator `==`. Hal ini untuk mencegah *timing attack*, yaitu serangan yang memanfaatkan selisih waktu eksekusi perbandingan string untuk menebak nilai yang benar.

◉ Fungsi `AllowOnlyGET()`

Fungsi ini bertugas memastikan bahwa request yang diperbolehkan hanya yang ber-method `GET`. Selainnya, maka dianggap invalid request.

```
func AllowOnlyGET(w http.ResponseWriter, r *http.Request) bool {
    if r.Method != "GET" {
        http.Error(w, "Only GET is allowed", http.StatusMethodNotAllowed)
        return false
    }

    return true
}
```

B.18.5. Testing

Semuanya sudah siap, sekarang jalankan aplikasi.

```
go run .
```

Jangan menggunakan `go run main.go`, dikarenakan dalam package `main` terdapat beberapa file lain yang harus diikutsertakan pada saat runtime.

```
novalagung:chapter-1.18 $ go run *.go
server started at localhost:9000
```

Test web service yang telah dibuat menggunakan command `curl`.

```
$ curl -X GET --user batman:secret http://localhost:9000/student
$ curl -X GET --user batman:secret http://localhost:9000/student?id=s001
```

```
novalagung:chapter-1.18 $ curl -X GET --user batman:secret http://localhost:9000/student?id=s001
{"Id":"s001","Name":"bourne","Grade":2}
novalagung:chapter-1.18 $ curl -X GET --user batman:secret http://localhost:9000/student
[{"Id":"s001","Name":"bourne","Grade":2},{"Id":"s002","Name":"ethan","Grade":2},{"Id":"s003","Name
":"wick","Grade":3}]
novalagung:chapter-1.18 $
```

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-B.18...

B.19. Middleware `http.Handler`

Pada chapter ini, topik yang dibahas adalah penerapan interface `http.Handler` untuk implementasi custom middleware. Kita gunakan sample proyek pada chapter sebelumnya B.18. HTTP Basic Auth sebagai dasar bahan pembahasan chapter ini.

> Apa itu middleware?
>
> Istilah middleware berbeda-beda di tiap bahasa/framework. Di NodeJS dan Rails ada istilah middleware. Pada pemrograman Java Enterprise, istilah filters digunakan. Pada C# middleware disebut dengan delegate handlers. Definisi sederhana middleware adalah sebuah blok kode yang dipanggil sebelum ataupun sesudah http request diproses.

Pada chapter sebelumnya, terdapat beberapa proses yang dijalankan dalam handler rute `/student`, yaitu pengecekan otentikasi dan pengecekan HTTP method. Misalnya terdapat rute lagi, maka dua validasi tersebut juga harus dipanggil lagi dalam handlernya.

```
func ActionStudent(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    if !Auth(w, r) {
        return
    }
    if !AllowOnlyGET(w, r) {
        return
    }

    // ...
}
```

Jika ada banyak rute, apa yang harus kita lakukan? salah satu solusi adalah dengan memanggil fungsi `Auth()` dan `AllowOnlyGET()` di setiap handler rute yang ada. Namun jelasnya ini bukan best practice karena mengharuskan penulisan kode yang berulang-ulang. Selain itu, bisa jadi ada jenis validasi lainnya yang harus diterapkan, misalnya pengecekan csrf, authorization, dan lainnya. Maka perlu ada desain penataan kode yang lebih efisien tanpa harus menuliskan validasi yang banyak tersebut berulang-ulang.

Solusi yang pas adalah dengan membuat middleware baru untuk keperluan validasi.

B.19.1. Interface `http.Handler`

Interface `http.Handler` merupakan tipe data paling populer di Go untuk keperluan manajemen middleware. Struct yang mengimplementasikan interface ini diwajibkan untuk memiliki method dengan skema `ServeHTTP(ResponseWriter, *Request)`.

> Di Go, objek utama untuk keperluan routing web server adalah `mux` (kependekan dari multiplexer), dan `mux` ini mengimplementasikan interface `http.Handler`.

Kita akan buat beberapa middleware baru dengan memanfaatkan interface `http.Handler` untuk keperluan pengecekan otentikasi dan pengecekan HTTP method.

B.19.2. Persiapan

OK, mari masuk ke bagian *coding*. Pertama duplikat folder project sebelumnya sebagai folder proyek baru. Lalu pada `main.go`, ubah isi fungsi `ActionStudent()` dan `main()`.

- Fungsi `ActionStudent()`

```
func ActionStudent(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    if id := r.URL.Query().Get("id"); id != "" {
        OutputJSON(w, SelectStudent(id))
        return
    }

    OutputJSON(w, GetStudents())
}
```

- Fungsi `main()`

```
func main() {
    mux := http.DefaultServeMux

    mux.HandleFunc("/student", ActionStudent)

    var handler http.Handler = mux
    handler = MiddlewareAuth(handler)
    handler = MiddlewareAllowOnlyGet(handler)

    server := new(http.Server)
    server.Addr = ":9000"
    server.Handler = handler

    log.Println("server started at localhost:9000")
    if err := server.ListenAndServe(); err != nil {
        log.Fatal(err)
    }
}
```

Perubahan pada kode `ActionStudent()` adalah penghapusan kode untuk pengecekan basic auth dan HTTP method. Selain itu, di fungsi `main()` juga terdapat cukup banyak perubahan, yang detailnya akan dijelaskan sebentar lagi.

B.19.3. Mux / Multiplexer

Di Go, mux (kependekan dari multiplexer) adalah router. Semua routing pasti dilakukan lewat objek mux.

Apa benar? Routing `http.HandleFunc()` sepertinya tidak menggunakan mux? Begini, sebenarnya routing tersebut juga menggunakan mux. Go memiliki default objek mux yaitu `http.DefaultServeMux`. Routing yang langsung dilakukan dari fungsi `HandleFunc()` milik package `net/http` sebenarnya mengarah ke method default mux `http.DefaultServeMux.HandleFunc()`.

Agar lebih jelas perbedaannya, silakan perhatikan dua kode berikut.

```
http.HandleFunc("/student", ActionStudent)

// vs

mux := http.DefaultServeMux
mux.HandleFunc("/student", ActionStudent)
```

Dua kode di atas melakukan proses yang ekuivalen.

Mux sendiri adalah bentuk nyata struct yang mengimplementasikan interface `http.Handler`. Di kode setelah routing, bisa dilihat objek `mux` ditampung ke variabel baru bertipe `http.Handler`. Seperti ini adalah valid karena memang struct multiplexer memenuhi kriteria interface `http.Handler`, yaitu memiliki method `ServeHTTP()`.

> Untuk lebih jelasnya silakan baca dokumentasi package net/http di https://golang.org/pkg/net/http/#Handle

Lalu dari objek `handler` tersebut, ke-dua middleware dipanggil dengan argument parameter diisi objek `handler` itu sendiri, dan nilai baliknya ditampung pada objek yang sama.

```
var handler http.Handler = mux
handler = MiddlewareAuth(handler)
handler = MiddlewareAllowOnlyGet(handler)
```

Fungsi `MiddlewareAuth()` dan `MiddlewareAllowOnlyGet()` adalah middleware yang akan kita buat sebentar lagi. Cara registrasi middleware yang paling populer adalah dengan memanggilnya secara sekuensial atau berurutan, seperti pada kode di atas.

- `MiddlewareAuth()` bertugas melakukan pengecekan credentials, basic auth.
- `MiddlewareAllowOnlyGet()` bertugas melakukan pengecekan method.

Perlu diperhatikan bahwa **urutan registrasi middleware menentukan urutan eksekusinya**. Pada contoh di atas, `MiddlewareAuth` diregistrasi lebih dahulu, sehingga request yang masuk akan diperiksa oleh `MiddlewareAuth` terlebih dahulu sebelum dilanjutkan ke `MiddlewareAllowOnlyGet`. Jika urutan dibalik, maka pengecekan method akan dilakukan sebelum pengecekan credentials.

> Silakan lihat source code beberapa library middleware yang sudah terkenal seperti gorilla, gin-contrib, echo middleware, dan lainnya; Semua metode implementasi middleware-nya adalah sama, atau minimal mirip. Point plus nya, beberapa di antara library tersebut mudah diintegrasikan dan *compatible* satu sama lain.

Kedua middleware yang akan kita buat tersebut mengembalikan fungsi bertipe `http.Handler`. Eksekusi middleware sendiri terjadi pada saat ada http request masuk.

Setelah semua middleware diregistrasi, masukkan objek `handler` ke property `.Handler` milik server.

```
server := new(http.Server)
server.Addr = ":9000"
server.Handler = handler
```

B.19.4. Pembuatan Middleware

Di dalam `middleware.go` ubah fungsi `Auth()` (hasil salinan project pada chapter sebelumnya) menjadi fungsi `MiddlewareAuth()`. Parameternya objek bertipe `http.Handler`, dan nilai baliknya juga sama.

```
func MiddlewareAuth(next http.Handler) http.Handler {
    return http.HandlerFunc(func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
        username, password, ok := r.BasicAuth()
        if !ok {
            w.Write([]byte(`something went wrong`))
            return
        }

        isValid := (username == USERNAME) && (password == PASSWORD)
        if !isValid {
            w.Write([]byte(`wrong username/password`))
            return
        }

        next.ServeHTTP(w, r)
    })
}
```

Idealnya fungsi middleware harus mengembalikan struct yang implements `http.Handler`. Beruntungnya, Go sudah menyiapkan fungsi ajaib untuk mempersingkat pembuatan struct yang implement `http.Handler`, yaitu fungsi `http.HandlerFunc()`. Cukup bungkus callback `func(http.ResponseWriter,*http.Request)` sebagai tipe `http.HandlerFunc()` maka semuanya beres.

Isi dari `MiddlewareAuth()` sendiri adalah pengecekan basic auth (sama seperti pada chapter sebelumnya).

Tak lupa, ubah juga `AllowOnlyGet()` menjadi `MiddlewareAllowOnlyGet()`.

```
func MiddlewareAllowOnlyGet(next http.Handler) http.Handler {
    return http.HandlerFunc(func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
        if r.Method != "GET" {
            http.Error(w, "Only GET is allowed", http.StatusMethodNotAllowed)
            return
        }

        next.ServeHTTP(w, r)
    })
}
```

B.19.5. Testing

Jalankan aplikasi.

```
novalagung:chapter-1.18 $ go run *.go
server started at localhost:9000
```

Lalu test menggunakan `curl`, hasilnya adalah sama dengan pada chapter sebelumnya.

```
novalagung:chapter-1.18 $ curl -X GET --user batman:secret http://localhost:9000/student?id=s001
{"Id":"s001","Name":"bourne","Grade":2}
novalagung:chapter-1.18 $ curl -X GET --user batman:secret http://localhost:9000/student
[{"Id":"s001","Name":"bourne","Grade":2},{"Id":"s002","Name":"ethan","Grade":2},{"Id":"s003","Name
":"wick","Grade":3}]
novalagung:chapter-1.18 $
```

Dibanding metode pada chapter sebelumnya, dengan teknik ini kita lebih mudah mengontrol lalu lintas routing aplikasi, karena semua rute pasti melewati layer middleware terlebih dahulu sebelum sampai ke handler tujuan. Cukup maksimalkan saja penerapan middleware tanpa perlu menambahkan validasi di masing-masing handler.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-B.19...

B.20. Custom Multiplexer

Pada chapter ini, kita akan belajar cara membuat custom multiplexer sendiri, lalu memanfaatkannya untuk keperluan manajemen middleware.

Silakan salin project sebelumnya (chapter B.19. Middleware http.Handler) ke folder baru untuk keperluan pembelajaran.

B.20.1. Pembuatan Custom Mux

Pada chapter sebelumnya, default mux milik Go digunakan untuk routing dan implementasi middleware. Kali ini default mux tersebut tidak digunakan karena mux baru akan dibuat.

Sebenarnya, pembuatan mux baru tidaklah cukup, karena mux baru tidak memiliki perbedaan signifikan dibanding default mux. Agar mux baru menjadi lebih berguna, mux baru tersebut perlu meng-embed `http.ServeMux` dan kita juga perlu mempersiapkan beberapa method.

OK, mari kita praktikkan. Ubah isi fungsi `main()` menjadi seperti berikut.

```
mux := new(CustomMux)

mux.HandleFunc("/student", ActionStudent)

mux.RegisterMiddleware(MiddlewareAuth)
mux.RegisterMiddleware(MiddlewareAllowOnlyGet)

server := new(http.Server)
server.Addr = ":9000"
server.Handler = mux

log.Println("server started at localhost:9000")
if err := server.ListenAndServe(); err != nil {
    log.Fatal(err)
}
```

Objek `mux` dicetak dari struct `CustomMux` yang mana nantinya struct ini dibuat dengan meng-embed `http.ServeMux`.

Registrasi middleware juga perlu diubah, sekarang menggunakan method `.RegisterMiddleware()` milik `CustomMux`.

Selanjutnya, di file `middleware.go` siapkan struct `CustomMux`. Selain meng-embed objek mux milik Go, siapkan juga satu variabel bertipe `[]func(next http.Handler) http.Handler`.

```
type CustomMux struct {
    http.ServeMux
    middlewares []func(next http.Handler) http.Handler
}
```

Buat fungsi `RegisterMiddleware()`. Middleware yang didaftarkan ditampung oleh slice `.middlewares`.

```
func (c *CustomMux) RegisterMiddleware(next func(next http.Handler) http.Handle
    c.middlewares = append(c.middlewares, next)
}
```

Lalu buat method `ServeHTTP()`. Method ini diperlukan agar custom mux memenuhi kriteria interface `http.Handler`.

```
func (c *CustomMux) ServeHTTP(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    var current http.Handler = &c.ServeMux

    for _, next := range c.middlewares {
        current = next(current)
    }

    current.ServeHTTP(w, r)
}
```

Method `ServeHTTP()` milik mux dipanggil setiap kali ada HTTP request. Dengan perubahan di atas, maka setiap kali ada request masuk pasti akan melewati middleware-middleware terlebih dahulu secara berurutan.

- Jika lolos middleware ke-1, lanjut ke-2
- Jika lolos middleware ke-2, lanjut ke-3
- ... dan seterusnya

B.20.2. Testing

Jalankan aplikasi.

```
novalagung:chapter-1.18 $ go run *.go
server started at localhost:9000
```

Lalu test menggunakan `curl`, hasilnya pasti sama dengan pada chapter sebelumnya.

```
novalagung:chapter-1.18 $ curl -X GET --user batman:secret http://localhost:9000/student?id=s001
{"Id":"s001","Name":"bourne","Grade":2}
novalagung:chapter-1.18 $ curl -X GET --user batman:secret http://localhost:9000/student
[{"Id":"s001","Name":"bourne","Grade":2},{"Id":"s002","Name":"ethan","Grade":2},{"Id":"s003","Name
":"wick","Grade":3}]
novalagung:chapter-1.18 $
```

Jika ada keperluan untuk menambahkan middleware baru lainnya, cukup registrasikan lewat `.RegisterMiddleware()`. Pengaplikasian teknik custom mux ini membuat manajemen middleware menjadi lebih mudah.

> Fun fact: semua *3rd party* router di Go (seperti Gin, Chi, Gorilla Mux, dan lainnya) menerapkan teknik custom multiplexer

---

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-B.20...

B.21. HTTP Cookie

Cookie adalah data berbentuk teks yang disimpan pada komputer (oleh web browser) yang biasanya didapat ketika pengunjung sedang surfing di internet, mengakses situs website. Pembuatan cookie dilakukan di sisi aplikasi website, pembuatnya bisa si front end (javascript) bisa juga back end (dalam konteks ini Go).

Cookie merupakan salah satu aspek penting dalam pengembangan aplikasi web. Sangat sering kita memerlukan data di web yang perlu untuk disimpan dan mudah diakses oleh aplikasi web yang dikembangkan, diantaranya untuk keperluan seperti pengecekan preferensi pengunjung, pengecekan status login tidaknya user, dan lainnya.

Pada chapter ini kita akan belajar bagaimana cara membuat dan mengakses cookie lewat Go.

B.21.1. Praktik

Buat sebuah folder proyek, siapkan satu buah file `main.go`. Buat fungsi `main()`, registrasikan dua buah rute.

```
package main

import (
    "log"
    "net/http"
    "time"

    "github.com/novalagung/gubrak/v2"
)

type M map[string]any

var cookieName = "CookieData"

func main() {
    http.HandleFunc("/", ActionIndex)
    http.HandleFunc("/delete", ActionDelete)

    log.Println("server started at localhost:9000")
    err := http.ListenAndServe(":9000", nil)
    if err != nil {
        log.Fatal(err)
    }
}
```

Variabel `cookieName` berisikan string, nantinya digunakan sebagai nama cookie.

- Rute `/` bertugas untuk membuat cookie baru (jika belum ada atau cookie sudah ada namun expired)
- Rute `/delete` mempunyai tugas untuk menghapus cookie, lalu redirect ke `/` sehingga cookie baru akan dibuat

OK, sekarang buat fungsi handler `ActionIndex()`. Di dalam handler tersebut terdapat pembuatan cookie yang value-nya diisi data random string.

```
func ActionIndex(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    c := &http.Cookie{}

    if storedCookie, _ := r.Cookie(cookieName); storedCookie != nil {
        c = storedCookie
    }

    if c.Value == "" {
        c = &http.Cookie{}
        c.Name = cookieName
        c.Value = gubrak.RandomString(32)
        c.Expires = time.Now().Add(5 * time.Minute)
        http.SetCookie(w, c)
    }

    w.Write([]byte(c.Value))
}
```

Cookie bisa diakses lewat method `.Cookie()` milik objek `*http.Request`. Method ini mengembalikan 2 informasi yaitu objek cookie dan error, jika ada.

Pembuatan cookie cukup mudah, tinggal cetak saja objek baru dari struct `http.Cookie`.

Pada kode di atas, ketika `storedCookie` nilainya bukan `nil` (berarti cookie dengan nama `cookieName` sudah dibuat), maka objek `storedCookie` nilainya disimpan ke variabel `c`.

Jika `c.Value` bernilai kosong, diasumsikan cookie belum pernah dibuat (atau expired), maka dibuatkanlah cookie baru dengan data adalah random string.

> Untuk mempermudah generate random string, kita gunakan library bernama Gubrak v2. Fungsi `gubrak.RandomString(32)` akan menghasilkan string 32 karakter.

Cookie bisa expired. Lama aktifnya cookie ditentukan lewat property `Expires`. Di contoh durasi 5 menit digunakan sebagai expiration duration cookie.

Gunakan `http.SetCookie()` untuk menyimpan cookie yang baru dibuat.

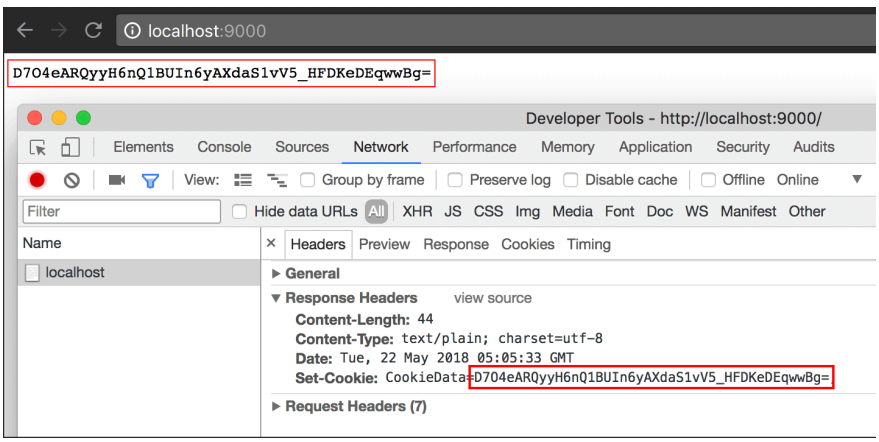
Selanjutnya buat handler `ActionDelete()`. Handler ini difungsikan untuk menghapus cookie dengan nama `cookieName`, lalu me-redirect request ke endpoint `/` agar cookie baru diciptakan.

```
func ActionDelete(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    c := &http.Cookie{}
    c.Name = cookieName
    c.Expires = time.Unix(0, 0)
    c.MaxAge = -1
    http.SetCookie(w, c)

    http.Redirect(w, r, "/", http.StatusTemporaryRedirect)
}
```

Cara menghapus cookie adalah dengan menge-set ulang cookie dengan nama yang sama namun dengan isi property `Expires = time.Unix(0, 0)` dan `MaxAge = -1`.

B.21.2. Testing

Jalankan aplikasi, lalu akses endpoint `/`. Di halaman website akan muncul sebuah random string, dan jika kita cek pada bagian response header, informasi cookie-nya juga tampil.



Coba refresh page beberapa kali, informasi header cookie dan data yang muncul adalah tetap sama. Karena ketika cookie sudah pernah dibuat, maka seterusnya endpoint ini akan menggunakan data cookie yang sudah tersimpan tersebut.

Selanjutnya, buka url `/delete`, halaman akan di redirect kembali ke `/`, dan random string baru beserta cookie baru terbuat. Dalam endpoint ini, cookie dihapus, dan karena step selanjutnya adalah redirect ke `/`, maka proses pengecekan dan pembuatan cookie akan dimulai kembali. Pengunjung akan mendapatkan data cookie baru dengan nama yang sama.

B.21.3. Properties Object `http.Cookie`

Objek cookie memiliki beberapa property, beberapa di antaranya:

Property	Tipe Data	Deskripsi
Value	`string`	Data yang disimpan di cookie
Path	`string`	Scope path cookie
Domain	`string`	Scope domain cookie
Expires	`time.Time`	Durasi cookie, ditulis dalam tipe `time.Time`
MaxAge	`int`	Durasi cookie, ditulis dalam detik (numerik)
Secure	`bool`	Scope cookie dalam konteks protocol yang digunakan ketika pengaksesan web. Property ini hanya berguna pada saat web server SSL/TLS enabled. • Jika `false`, maka cookie yang disimpan ketika web diakses menggunakan protocol `http://`, tetap bisa diakses lewat `https://`, dan berlaku juga untuk kebalikannya. • Jika `true`, pada saat pengaksesan lewat protokol `https://`, maka data cookie akan di-enkripsi. Sedangkan pada pengaksesan lewat protokol `http://` cookie disimpan seperti biasa (tanpa dienkripsi). Jika dalam satu web server, dua protokol tersebut bisa diakses, `http://` dan `https://`, maka aturan di atas tetap berlaku untuk masing-masing protokol, dengan catatan data yang disimpan lewat `https://` hanya bisa diakses lewat protokol tersebut.
HttpOnly	`bool`	• Jika `false`, maka cookie bisa dibuat lewat back end (Go), maupun lewat front end (javascript) • Jika `true`, maka cookie hanya bisa diciptakan dari back end

- Gubrak v2, by Noval Agung, MIT license

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-B.21...

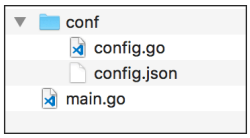
B.22. Simple Configuration

Dalam development, pastinya kita programmer akan berurusan dengan banyak sekali variabel dan konstanta untuk keperluan konfigurasi. Misalnya, variabel berisi informasi port web server, timeout, variabel global, dan lainnya.

Pada chapter ini, kita akan belajar dasar pengelolaan variabel konfigurasi dengan memanfaatkan file JSON.

B.22.1. Struktur Aplikasi

Pertama-tama, buat project baru dengan struktur seperti gambar berikut.



Folder `conf` berisi 2 file.

1. File `config.json`. Semua konfigurasi nantinya harus disimpan di file ini dalam struktur JSON.
2. File `config.go`. Berisikan beberapa fungsi dan operasi untuk mempermudah pengaksesan konfigurasi dari file `config.json`.

B.22.2. File Konfigurasi JSON `config.json`

Semua konfigurasi dituliskan dalam file ini. Desain struktur JSON-nya untuk bisa mudah dipahami, contoh:

```
{
    "server": {
        "port": 9000,
        "read_timeout": 5,
        "write_timeout": 5
    },

    "log": {
        "verbose": true
    }
}
```

Data JSON di atas berisi 4 buah data konfigurasi.

1. Property `server.port`. Port yang digunakan saat start web server.
2. Property `server.read_timeout`. Dijadikan sebagai timeout read.
3. Property `server.write_timeout`. Dijadikan sebagai timeout write.

4. Property `log.verbose`. Penentu apakah log diprint atau tidak.

B.22.3. Pemrosesan Konfigurasi

Pada file `config.go` kita akan siapkan sebuah fungsi yang isinya mengembalikan objek cetakan struct didapat dari konten file `config.json`.

Siapkan struct nya terlebih dahulu.

```
package conf

import (
    "encoding/json"
    "os"
    "path/filepath"
    "time"
)

var shared *_Configuration

type _Configuration struct {
    Server struct {
        Port         int           `json:"port"`
        ReadTimeout  time.Duration `json:"read_timeout"`
        WriteTimeout time.Duration `json:"write_timeout"`
    } `json:"server"`

    Log struct {
        Verbose bool `json:"verbose"`
    } `json:"log"`
}
```

Bisa dilihat pada kode di atas, struct bernama `_Configuration` dibuat. Struct ini berisikan banyak property yang strukturnya sama persis dengan isi file `config.json`. Dengan skema seperti itu akan cukup mempermudah developer dalam pengaksesan data konfigurasi.

Dari struct tersebut disiapkan objek bernama `shared`. Variabel ini berisi informasi konfigurasi hasil baca `config.json`, dan nantinya isinya bisa diakses via fungsi fungsi yang sebentar lagi akan dibuat.

Selanjutnya, siapkan fungsi `init()` dengan isi operasi baca file `config.json` serta operasi decode data JSON dari isi file tersebut ke variabel `shared`.

Dengan adanya fungsi `init()` maka pada saat package `conf` ini di-import ke package lain otomatis file `config.json` dibaca dan di-parse untuk disimpan di variabel `shared`. Tambahkan juga validasi untuk memastikan kode hanya di-parse sekali saja.

```
func init() {
    if shared != nil {
        return
    }

    basePath, err := os.Getwd()
    if err != nil {
        panic(err)
    }

    bts, err := os.ReadFile(filepath.Join(basePath, "conf", "config.json"))
    if err != nil {
        panic(err)
    }

    shared = new(_Configuration)
    err = json.Unmarshal(bts, &shared)
    if err != nil {
        panic(err)
    }
}
```

Kemudian buat fungsi `Configuration()` yang isinya menjembatani pengaksesan object `shared`.

```
func Configuration() _Configuration {
    return *shared
}
```

B.22.4. Routing & Server

Masuk ke bagian implementasi, buka `main.go`, lalu buat custom mux.

```
package main

import (
    "example/chapter-B.22-simple-configuration/conf"
    "fmt"
    "log"
    "net/http"
    "time"
)

type CustomMux struct {
    http.ServeMux
}

func (c *CustomMux) ServeHTTP(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    if conf.Configuration().Log.Verbose {
        log.Println("Incoming request from", r.Host, "accessing", r.URL.String(
    }

    c.ServeMux.ServeHTTP(w, r)
}
```

Bisa dilihat dalam method `ServeHTTP()` di atas, ada pengecekan salah satu konfigurasi, yaitu `Log.Verbose`. Cara pengaksesannya cukup mudah, yaitu lewat fungsi `Configuration()` milik package `conf` yang telah di-import.

OK, kembali lagi ke contoh, dari mux di atas dibuatkan object baru bernama `router`, lalu beberapa rute didaftarkan ke object mux tersebut.

```
func main() {
    router := new(CustomMux)
    router.HandleFunc("/", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
        w.Write([]byte("Hello World!"))
    })
    router.HandleFunc("/howareyou", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request
        w.Write([]byte("How are you?"))
    })

    // ...
}
```

Selanjutnya, siapkan kode untuk start web server. Tulis kode berikut di dalam fungsi `main()` tepat setelah kode deklarasi route handler.

```
server := new(http.Server)
server.Handler = router
server.ReadTimeout = conf.Configuration().Server.ReadTimeout * time.Second
server.WriteTimeout = conf.Configuration().Server.WriteTimeout * time.Second
server.Addr = fmt.Sprintf(":%d", conf.Configuration().Server.Port)

if conf.Configuration().Log.Verbose {
    log.Printf("Starting server at %s \n", server.Addr)
}

err := server.ListenAndServe()
if err != nil {
    log.Fatal(err)
}
```

Di atas, ada objek baru dibuat dari struct `http.Server`, yaitu `server`. Untuk start server, panggil method `ListenAndServe()` milik objek tersebut.

Dengan memanfaatkan struct ini, kita bisa meng-custom beberapa konfigurasi default pada Go web server. Di antaranya seperti `ReadTimeout` dan `WriteTimeout`.

Bisa dilihat di contoh ada 4 buah properti milik `server` yang diisi nilainya dengan data konfigurasi.

- `server.Handler`. Properti ini wajib diisi dengan custom mux yang dibuat.
- `server.ReadTimeout`. Adalah timeout ketika memproses sebuah request. Kita isi dengan nilai dari configurasi.
- `server.WriteTimeout`. Adalah timeout ketika memproses response.
- `server.Addr`. Port yang digunakan web server pada saat start.

Ok. Sekarang jalankan aplikasi, akses dua buah endpoint yang sudah dibuat, kemudian cek di console.

```
[novalagung:chapter-A.22 $ go run main.go
 2018/06/04 07:54:27 Starting server at :9000
 2018/06/04 07:54:28 Incoming request from localhost:9000 accessing /
 2018/06/04 07:54:32 Incoming request from localhost:9000 accessing /howareyou
```

Coba ubah konfigurasi pada `config.json` nilai `log.verbose` menjadi `false`. Lalu restart aplikasi, maka log tidak muncul.

B.22.5. Kekurangan Konfigurasi File

Ok, kita telah selesai belajar tentang cara membuat file konfigurasi yang terpusat dan mudah dibaca. Metode konfigurasi seperti ini umum digunakan, tapi dalam penerapannya memiliki beberapa *cons* yang mungkin akan mulai terasa ketika aplikasi arsitektur aplikasi berkembang dan arsitektur sistemnya menjadi kompleks. *Cons* yang dimaksud diantaranya adalah:

◉ Tidak mendukung komentar

Komentar sangat penting karena untuk aplikasi besar yang konfigurasi item-nya sangat banyak, konfigurasi seperti pada contoh ini akan cukup susah untuk dikelola. Sebenarnya masalah ini bisa diselesaikan dengan mudah dengan cara mengadopsi file format lainnya, misalnya `YAML`, `.env`, atau lainnya.

◉ Nilai konfigurasi harus diketahui di awal

Kita harus tau semua value tiap-tiap konfigurasi terlebih dahulu sebelum dituliskan ke file, dan sebelum aplikasi di-up. Dari sini akan sangat susah jika misal ada beberapa konfigurasi yang kita tidak tau nilainya tapi tau cara pengambilannya.

Contohnya seperti ini, di beberapa kasus, misalnya di AWS, database server yang di-setup secara automated akan meng-generate connection string yang host-nya bisa berganti-ganti tiap start-up, dan tidak hanya itu saja, bisa saja username, password dan lainnya juga tidak statis.

Dengan ini akan cukup merepotkan jika kita harus cari terlebih dahulu value konfigurasi tersebut untuk kemudian dituliskan ke file secara manual.

◉ Tidak terpusat

Dalam pengembangan aplikasi, banyak konfigurasi yang nilai-nya akan didapat lewat jalan lain, seperti *environment variables* atau *command arguments*. Menyimpan konfigurasi file itu sudah cukup bagus, cuman untuk *case* dimana terdapat banyak sekali services, agak merepotkan pengelolaannya.

Ketika ada perubahan konfigurasi, semua services harus direstart.

◉ Statis (tidak dinamis)

Konfigurasi umumnya dibaca hanya jika diperlukan. Penulisan konfigurasi dalam file membuat proses pembacaan file harus dilakukan di awal, haru kemudian kita bisa ambil nilai konfigurasi dari data yang sudah ada di memori.

Hal tersebut memiliki beberapa konsekuensi, untuk aplikasi yang di-manage secara automated, sangat mungkin adanya perubahan nilai konfigurasi. Dari sini berarti pembacaan konfigurasi file tidak boleh hanya dilakukan di awal saja. Tapi juga tidak boleh dilakukan disetiap waktu, karena membaca file itu ada *cost*-nya dari prespektif I/O.

◉ Solusi

Kita akan membahas solusi dari beberapa masalah di atas (tidak semuanya) pada chapter terpisah, yaitu C.11. Best Practice Configuration Menggunakan Environment Variable

---

Source code praktik chapter ini tersedia di Github

https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-B.22...

B.23. Handler Testing (net/http/httptest)

Pada chapter-chapter sebelumnya kita telah membuat banyak handler, namun pengujiannya selalu dilakukan secara manual lewat browser atau `curl`. Go menyediakan package `net/http/httptest` yang memungkinkan penulisan *automated test* untuk handler tanpa perlu menjalankan server sungguhan.

Pendekatan testing ini sering disebut dengan *mock testing* pada layer HTTP, di mana kita menggantikan komponen infrastruktur (server dan koneksi TCP) dengan objek palsu (*mocked object*) yang berperilaku sama. Handler tidak perlu tahu apakah ia dipanggil dari server sungguhan atau dari test, karena ia hanya berinteraksi lewat interface `http.ResponseWriter` dan `*http.Request`. Package `httptest` menyediakan implementasi palsu dari kedua komponen tersebut sehingga handler bisa diuji secara terisolasi, cepat, dan tanpa ketergantungan jaringan.

B.23.1. Pengenalan Package `httptest`

Package `net/http/httptest` menyediakan fungsi utama berikut ini:

- `httptest.NewRequest()` : membuat objek `*http.Request` untuk keperluan test.
- `httptest.NewRecorder()` : membuat objek `ResponseWriter` palsu yang merekam response. Cocok untuk test handler secara langsung tanpa server.
- `httptest.NewServer()` : membuat HTTP server sungguhan di port acak untuk keperluan test yang membutuhkan HTTP client nyata.

B.23.2. Praktik

Mari coba praktikkan fungsi-fungsi tersebut untuk testing. Namun sebelum itu, siapkan dulu aplikasinya. Buat file `main.go` berisi dua buah handler sederhana berikut yang nantinya akan kita test.

```go
package main

import (
    "encoding/json"
    "log"
    "net/http"
)

func HandlerHello(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    name := r.URL.Query().Get("name")
    if name == "" {
        http.Error(w, "name is required", http.StatusBadRequest)
        return
    }

    w.Header().Set("Content-Type", "application/json")
    json.NewEncoder(w).Encode(map[string]string{"message": "Hello, " + name})
}

func HandlerPing(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    w.WriteHeader(http.StatusOK)
    w.Write([]byte("pong"))
}

func main() {
    http.HandleFunc("/hello", HandlerHello)
    http.HandleFunc("/ping", HandlerPing)

    log.Println("server started at localhost:9000")
    err := http.ListenAndServe(":9000", nil)
    if err != nil {
        log.Fatal(err)
    }
}
```

B.23.3. Penggunaan `httptest.NewRequest()` dan `httptest.NewRecorder()`

Sekarang buat file testing `main_test.go`. Di dalamnya disiapkan kode unit test untuk `HandlerPing` dan `HandlerHello`.

```go
package main

import (
    "encoding/json"
    "io"
    "net/http"
    "net/http/httptest"
    "testing"
)

func TestHandlerPing(t *testing.T) {
    req := httptest.NewRequest(http.MethodGet, "/ping", nil)
    w := httptest.NewRecorder()

    HandlerPing(w, req)

    res := w.Result()
    if res.StatusCode != http.StatusOK {
        t.Errorf("expected status 200, got %d", res.StatusCode)
    }

    body, _ := io.ReadAll(res.Body)
    if string(body) != "pong" {
        t.Errorf("expected body 'pong', got '%s'", string(body))
    }
}
```

`httptest.NewRequest()` membuat `*http.Request` tanpa perlu koneksi jaringan. `httptest.NewRecorder()` membuat `ResponseWriter` yang merekam semua data response ke dalam buffer internal.

Setelah handler dipanggil, `w.Result()` digunakan untuk mendapatkan objek `*http.Response` dari buffer tersebut. Dari sana status code, header, dan body bisa diinspeksi.

Jalankan command berikut untuk eksekusi file testing.

```go
go test -v ./...
```

Hasilnya, testing **PASS**.

```
novalagung@Novals-MacBook-Pro chapter-B.23-httptest-handler-testing % go test -v
=== RUN   TestHandlerPing
--- PASS: TestHandlerPing (0.00s)
PASS
ok      example/chapter-B.23-httptest-handler-testing   0.553s
```

B.23.4. Handler Testing Menggunakan Table-Driven Test

Selanjutnya buat fungsi test lagi untuk testing handler `/hello`. Kali ini kita akan pakai *table-driven test* dengan 2 skenario testing.

- Skenario nama valid
- Skenario nama kosong

Tulis kode berikut di file test yang telah dibuat.

```
func TestHandlerHello(t *testing.T) {
    tests := []struct {
        name           string
        query          string
        expectedStatus int
        expectedMsg    string
    }{
        {"valid name", "?name=Batman", http.StatusOK, "Batman"},
        {"missing name", "", http.StatusBadRequest, "name is required"},
    }

    for _, tt := range tests {
        t.Run(tt.name, func(t *testing.T) {
            req := httptest.NewRequest(http.MethodGet, "/hello"+tt.query, nil)
            w := httptest.NewRecorder()

            HandlerHello(w, req)

            res := w.Result()
            if res.StatusCode != tt.expectedStatus {
                t.Errorf("expected status %d, got %d", tt.expectedStatus, res.S
            }

            body, _ := io.ReadAll(res.Body)
            if tt.expectedStatus == http.StatusOK {
                var result map[string]string
                json.Unmarshal(body, &result)
                if result["message"] != "Hello, "+tt.expectedMsg {
                    t.Errorf("unexpected message: %s", result["message"])
                }
            }
        })
    }
}
```

Jalankan test menggunakan command ini:

```
go test -v ./...
```

Hasilnya, testing **PASS**.

```
novalagung@Novals-MacBook-Pro chapter-B.23-httptest-handler-testing % go test -v ./...
=== RUN   TestHandlerPing
--- PASS: TestHandlerPing (0.00s)
=== RUN   TestHandlerHello
=== RUN   TestHandlerHello/valid_name
=== RUN   TestHandlerHello/missing_name
--- PASS: TestHandlerHello (0.00s)
    --- PASS: TestHandlerHello/valid_name (0.00s)
    --- PASS: TestHandlerHello/missing_name (0.00s)
PASS
ok      example/chapter-B.23-httptest-handler-testing   0.567s
```

B.23.5. Penggunaan `httptest.NewServer()`

Gunakan `httptest.NewServer()` untuk skenario testing yang membutuhkan HTTP client sungguhan (misalnya mengikuti redirect atau membaca cookie).

```
func TestHandlerHelloWithServer(t *testing.T) {
    mux := http.NewServeMux()
    mux.HandleFunc("/hello", HandlerHello)

    ts := httptest.NewServer(mux)
    defer ts.Close()

    res, err := http.Get(ts.URL + "/hello?name=Batman")
    if err != nil {
        t.Fatal(err)
    }
    defer res.Body.Close()

    if res.StatusCode != http.StatusOK {
        t.Errorf("expected 200, got %d", res.StatusCode)
    }
}
```

Jalankan command berikut untuk eksekusi file testing.

```
go test -v ./...
```

Hasilnya, testing **PASS**.

```
novalagung@Novals-MacBook-Pro chapter-B.23-httptest-handler-testing % go test -v ./...
=== RUN   TestHandlerPing
--- PASS: TestHandlerPing (0.00s)
=== RUN   TestHandlerHello
=== RUN   TestHandlerHello/valid_name
=== RUN   TestHandlerHello/missing_name
--- PASS: TestHandlerHello (0.00s)
    --- PASS: TestHandlerHello/valid_name (0.00s)
    --- PASS: TestHandlerHello/missing_name (0.00s)
=== RUN   TestHandlerHelloWithServer
--- PASS: TestHandlerHelloWithServer (0.00s)
PASS
ok      example/chapter-B.23-httptest-handler-testing   0.594s
```

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-B.23...

B.24. Graceful Shutdown

Saat server dihentikan secara paksa (misalnya dengan `Ctrl+C`), request yang sedang diproses oleh web server akan langsung terputus tanpa sempat mengirim response. Pada chapter ini kita belajar cara menghentikan server secara *graceful*, yaitu server menunggu semua request yang sedang berjalan selesai sebelum benar-benar berhenti.

> Graceful shutdown sangat penting untuk diterapkan terutama di production pada aplikasi dengan traffic tinggi. Tanpa mekanisme ini, setiap proses deployment atau restart server berpotensi memutus ratusan request yang sedang berjalan sekaligus, yang bisa berujung pada data tidak konsisten, transaksi gagal di tengah jalan, atau pengalaman buruk di sisi pengguna.

B.24.1. Masalah Shutdown Paksa

Seperti yang sudah disampaikan sekilas di atas, jika server dihentikan dengan cara biasa, proses di back end yang masih berjalan dan belum selesai akan langsung diputus. Hal ini bisa menyebabkan:

- Response tidak terkirim ke client
- Transaksi database tidak ter-*commit*
- File yang sedang ditulis menjadi korup
- Masalah lainnya tergantung seberapa kompleks proses di dalam web server

Solusi agar masalah tersebut tidak terjadi adalah memanfaatkan `server.Shutdown()` yang disediakan oleh Go.

B.24.2. Cara Kerja Graceful Shutdown

Proses graceful shutdown Go bekerja dengan urutan seperti ini:

1. Server berhenti menerima koneksi baru
2. Server menunggu semua request yang sedang aktif selesai
3. Setelah semua request selesai (atau timeout tercapai), server benar-benar berhenti

B.24.3. Praktik

Ok, mari kita praktikkan. Siapkan file `main.go` dengan kode berikut.

```
package main

import (
    "context"
    "log"
    "net/http"
    "os/signal"
    "syscall"
    "time"
)

func main() {
    mux := http.NewServeMux()
    mux.HandleFunc("/", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
        time.Sleep(2 * time.Second)
        w.Write([]byte("Hello!"))
    })

    server := &http.Server{
        Addr:    ":9000",
        Handler: mux,
    }

    ctx, stop := signal.NotifyContext(context.Background(), syscall.SIGINT, sys
    defer stop()

    go func() {
        log.Println("server started at localhost:9000")
        if err := server.ListenAndServe(); err != nil && err != http.ErrServerC
            log.Fatal(err)
        }
    }()

    <-ctx.Done()
    log.Println("shutdown signal received")

    shutdownCtx, cancel := context.WithTimeout(context.Background(), 10*time.Se
    defer cancel()

    if err := server.Shutdown(shutdownCtx); err != nil {
        log.Fatal("forced shutdown:", err)
    }

    log.Println("server exited gracefully")
}
```

Kode terkait mux dan handler sepertinya cukup clear, jadi kita fokus saja ke penjelasan bagian yang terasa baru.

◉ `signal.NotifyContext()`

Fungsi `signal.NotifyContext()` (tersedia sejak Go 1.16) berfungsi untuk membuat context yang otomatis di-cancel ketika sinyal `SIGINT` (Ctrl+C) atau `SIGTERM` diterima. Ini adalah cara modern menangkap sinyal OS di Go.

```
ctx, stop := signal.NotifyContext(context.Background(), syscall.SIGINT, syscall
defer stop()
```

> Lebih jelasnya mengenai context dibahas di chapter A.65. Concurrency Pattern: Context Cancellation Pipeline

◉ Sinyal `syscall.SIGINT`, `syscall.SIGTERM`, dan lainnya.

Fungsi `signal.NotifyContext()` parameter ke-2 adalah variadic, jadi bisa diisi banyak jenis sinyal. Go mendukung banyak jenis sinyal, beberapa yang umum digunakan pada web server:

Sinyal	Nilai	Keterangan
`syscall.SIGINT`	2	Dikirim saat pengguna menekan `Ctrl+C` di terminal
`syscall.SIGTERM`	15	Sinyal terminasi standar, dikirim oleh `kill <PID>` atau container orchestrator seperti Kubernetes
`syscall.SIGHUP`	1	Hangup signal, sering digunakan untuk meminta proses reload konfigurasi
`syscall.SIGQUIT`	3	Quit signal (`Ctrl+\`), serupa `SIGTERM` namun juga menghasilkan core dump

Selain itu ada jenis sinyal lainnya seperti `syscall.SIGKILL (9)` dan `syscall.SIGSTOP`, namun keduanya tidak bisa ditangkap lewat `signal.NotifyContext` karena langsung ditangani oleh kernel.

◉ Server di-run dalam goroutine

Server dijalankan di goroutine terpisah agar goroutine utama bisa menunggu sinyal shutdown.

```
go func() {
    log.Println("server started at localhost:9000")
    if err := server.ListenAndServe(); err != nil && err != http.ErrServerClose
        log.Fatal(err)
    }
}()
```

Error `http.ErrServerClosed` bukan error sungguhan, melainkan indikator informasi bahwa server berhasil di-shutdown. Oleh karena itu error ini perlu dikecualikan dari pengecekan.

◉ Menunggu sinyal

Di main goroutine, statement blocked pada baris berikut:

```
<-ctx.Done()
```

Goroutine utama diblokir di sini hingga sinyal shutdown diterima. Sinyal shutdown yang dimaksud adalah `syscall.SIGINT` (Ctrl+C) atau `syscall.SIGTERM`.

◉ `server.Shutdown()`

Setelah baris `<-ctx.Done()` jalan, maka bisa disimpulkan sinyal shutdown sudah diterima. Eksekusi program kemudian lanjut hingga kode berikut, di mana ada proses pembuatan konteks untuk shutdown `shutdownCtx` serta operasi `server.Shutdown()`.

```
shutdownCtx, cancel := context.WithTimeout(context.Background(), 10*time.Second
defer cancel()

if err := server.Shutdown(shutdownCtx); err != nil {
    log.Fatal("forced shutdown:", err)
}
```

`server.Shutdown()` menghentikan server secara graceful. Context dengan timeout 10 detik digunakan di sini untuk memastikan bahwa jika ada request yang menggantung terlalu lama, server tetap akan berhenti setelah 10 detik.

B.24.4. Pengujian

Jalankan server, lalu kirim request yang butuh waktu lama:

```
curl http://localhost:9000/
```

Sebelum request selesai, tekan `Ctrl+C`. Server akan menunggu request tersebut selesai terlebih dahulu sebelum benar-benar berhenti.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-B.24...

B.25. HTTP Redirect

Saat mengakses sebuah URL, kadang browser berpindah ke halaman lain secara otomatis tanpa interaksi apapun dari pengguna. Ini terjadi karena server mengirimkan response dengan status code khusus beserta header `Location` yang berisi URL tujuan, lalu browser mengikutinya secara otomatis. Kejadian ini disebut dengan HTTP redirect.

Pada chapter ini kita belajar cara melakukan redirect di Go menggunakan fungsi `http.Redirect()` dan memahami kapan harus menggunakan masing-masing jenis status code redirect.

B.25.1. Fungsi `http.Redirect()`

Go menyediakan fungsi `http.Redirect()` untuk mengirimkan response redirect ke client.

```
http.Redirect(w, r, "/tujuan", http.StatusMovedPermanently)
```

Parameter fungsi ini:

1. `w` : objek `http.ResponseWriter`
2. `r` : objek `*http.Request`
3. URL tujuan redirect (bisa berupa path relatif atau URL absolut)
4. HTTP status code redirect

B.25.2. Jenis-Jenis Status Code Redirect

Status Code	Konstanta	Keterangan
301	`http.StatusMovedPermanently`	Redirect permanen. Browser dan search engine akan memperbarui cache. Method request bisa berubah menjadi GET.
302	`http.StatusFound`	Redirect sementara. Browser tidak memperbarui cache. Method request bisa berubah menjadi GET.
303	`http.StatusSeeOther`	Redirect ke URL lain menggunakan GET, terlepas dari method aslinya. Umum digunakan setelah POST form berhasil.
307	`http.StatusTemporaryRedirect`	Redirect sementara. Method request **dijamin** tidak berubah (POST tetap POST).
308	`http.StatusPermanentRedirect`	Redirect permanen. Method request **dijamin** tidak berubah (POST tetap POST).

Perbedaan paling penting antara 301/302 dan 307/308 adalah pada method HTTP: 301 dan 302 bisa mengubah POST menjadi GET saat redirect, sedangkan 307 dan 308 mempertahankan method aslinya. Sedangkan 303 secara eksplisit selalu menggunakan GET di tujuan redirect.

B.25.3. Praktik

Ok, langsung kita praktikkan. Buat file `main.go` berisi web server sederhana, lalu pada handler-nya kita terapkan *redirection*.

```
package main

import (
    "log"
    "net/http"
)

func main() {
    mux := http.NewServeMux()

    mux.HandleFunc("/old-page", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
        http.Redirect(w, r, "/new-page", http.StatusMovedPermanently)
    })

    mux.HandleFunc("/new-page", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
        w.Write([]byte("Welcome to the new page!"))
    })

    mux.HandleFunc("/login", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
        http.Redirect(w, r, "/dashboard", http.StatusFound)
    })

    mux.HandleFunc("/form", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
        if r.Method == http.MethodPost {
            http.Redirect(w, r, "/thank-you", http.StatusSeeOther)
            return
        }
        w.Write([]byte(`<form method="POST"><button type="submit">Submit</butto
    })

    mux.HandleFunc("/dashboard", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
        w.Write([]byte("Dashboard"))
    })

    mux.HandleFunc("/thank-you", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
        w.Write([]byte("Thank you!"))
    })

    log.Println("server started at localhost:9000")
    err := http.ListenAndServe(":9000", mux)
    if err != nil {
        log.Fatal(err)
    }
}
```

Mengacu ke kode di atas, ada tiga skenario redirect yang dipraktikkan. Penjelasannya sebagai berikut.

◉ Redirect 301: URL Lama (/old-page) ke URL Baru (/new-page)

```
mux.HandleFunc("/old-page", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    http.Redirect(w, r, "/new-page", http.StatusMovedPermanently)
})
```

Route `/old-page` diredirect ke `/new-page` menggunakan status 301. Digunakan ketika sebuah halaman atau endpoint sudah dipindahkan secara permanen. Browser dan search engine akan memperbarui cache mereka sehingga request berikutnya langsung ke URL baru.

◉ Redirect 302: Redirect Sementara (/login -> /dashboard)

```
mux.HandleFunc("/login", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    http.Redirect(w, r, "/dashboard", http.StatusFound)
})
```

Route `/login` diredirect ke `/dashboard` menggunakan status 302. Cocok untuk redirect yang bersifat kondisional atau sementara, misalnya setelah proses login. Browser tidak memperbarui cache sehingga `/login` tetap dicatat sebagai URL aslinya.

◉ Redirect 303: Pola Post/Redirect/Get (PRG) Ke /thank-you

```
mux.HandleFunc("/form", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    if r.Method == http.MethodPost {
        http.Redirect(w, r, "/thank-you", http.StatusSeeOther)
        return
    }
    w.Write([]byte(`<form method="POST"><button type="submit">Submit</button></
})
```

Route `/form` menangani dua kondisi: jika request adalah GET maka tampilkan form HTML, jika POST maka redirect ke `/thank-you` menggunakan status 303.

Ini biasa disebut dengan pola *Post/Redirect/Get* (PRG). Setelah form berhasil disubmit via POST, browser diarahkan ke halaman konfirmasi menggunakan GET. Manfaatnya: kalau pengguna refresh halaman `/thank-you`, browser hanya melakukan GET ulang ke halaman itu, bukan mengirim ulang data POST yang bisa menyebabkan duplikasi data.

B.25.4. Testing

Jalankan server lalu coba beberapa skenario berikut.

```
# Lihat response headers termasuk Location header
curl -i http://localhost:9000/old-page
```

Output-nya akan menampilkan response headers dari server, di antaranya ada `Location` yang berisi URL tujuan redirect.

```
HTTP/1.1 301 Moved Permanently
Content-Type: text/html; charset=utf-8
Location: /new-page
```

Secara default curl tidak mengikuti redirect. Untuk mengikutinya secara otomatis gunakan flag `-L`.

```
# Ikuti redirect secara otomatis
curl -L http://localhost:9000/old-page
```

Dengan flag `-L`, curl akan mengikuti header `Location` dan menampilkan response akhir dari `/new-page`: `Welcome to the new page!`

```
# Test POST ke /form, lihat Location header pada redirect 303
curl -i -X POST http://localhost:9000/form
```

Output-nya menampilkan `HTTP/1.1 303 See Other` dengan `Location: /thank-you`. Pola PRG bekerja: server tidak memproses ulang POST, melainkan meminta client mengakses `/thank-you` via GET.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-B.25...

B.26. Custom Error Handler

Secara default, ketika ada API call ke sebuah endpoint web server Go sedangkan endpoint tersebut tidak ada handlernya, maka response teks polos `404 page not found` dikembalikan.

Pada chapter ini kita belajar cara menampilkan halaman error yang lebih informatif dan bagaimana menangani error yang tidak terduga seperti panic.

B.26.1. Custom Error Handler

`http.ServeMux` tidak menyediakan cara langsung untuk mengganti tampilan 404 default-nya. Satu-satunya cara untuk membuat custom error handler menggunakan stdlib mux milik Go adalah memanfaatkan sifat route `/` yang berfungsi sebagai catch-all: setiap request yang tidak cocok dengan rute manapun akan diteruskan ke handler `/`. Pendekatan ini paling tepat digunakan ketika aplikasi dibangun murni menggunakan stdlib tanpa framework tambahan.

```
mux.HandleFunc("/", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    if r.URL.Path != "/" {
        notFoundHandler(w, r)
        return
    }
    w.Write([]byte("Home"))
})
```

Karena route `/` juga menangani halaman home, `r.URL.Path` perlu diperiksa secara manual untuk membedakan keduanya. Jika path bukan `/`, fungsi `notFoundHandler()` dipanggil untuk mengirim status 404 dengan pesan custom.

```
func notFoundHandler(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    w.WriteHeader(http.StatusNotFound)
    w.Write([]byte("404 - Halaman tidak ditemukan"))
}

func internalErrorHandler(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    w.WriteHeader(http.StatusInternalServerError)
    w.Write([]byte("500 - Terjadi kesalahan pada server"))
}
```

Fungsi `internalErrorHandler()` dengan pola yang sama disiapkan untuk response 500, dan akan digunakan oleh panic recovery middleware.

B.26.2. Panic Recovery Middleware

Ketika sebuah handler mengalami `panic` dan tidak ada yang menangkapnya, Go akan menghentikan goroutine tersebut dan seluruh server ikut crash. Solusi masalah tersebut adalah dengan membuat middleware untuk menangkap panic berikut.

```
func panicMiddleware(next http.Handler) http.Handler {
    return http.HandlerFunc(func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
        defer func() {
            if err := recover(); err != nil {
                log.Printf("panic: %v", err)
                internalErrorHandler(w, r)
            }
        }()
        next.ServeHTTP(w, r)
    })
}
```

Fungsi `recover()` hanya efektif jika dipanggil langsung di dalam fungsi yang di-`defer`. Itulah mengapa di kode di atas fungsi `recover()` dipanggil dengan skema pemanggilan `defer func() { recover() }()` dan bukan `defer recover()` karena bentuk kedua ini penerapan yang keliru.

Setelah `recover()` berhasil menangkap panic, eksekusi berlanjut normal dan response 500 dikirim ke client.

B.26.3. Implementasi Lengkap

Ok, berikut adalah kode lengkap webserver dengan custom error handler dan panic recovery middleware. Silakan tulis ke `main.go`.

```go
package main

import (
    "log"
    "net/http"
)

func notFoundHandler(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    w.WriteHeader(http.StatusNotFound)
    w.Write([]byte("404 - Halaman tidak ditemukan"))
}

func internalErrorHandler(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    w.WriteHeader(http.StatusInternalServerError)
    w.Write([]byte("500 - Terjadi kesalahan pada server"))
}

func panicMiddleware(next http.Handler) http.Handler {
    return http.HandlerFunc(func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
        defer func() {
            if err := recover(); err != nil {
                log.Printf("panic: %v", err)
                internalErrorHandler(w, r)
            }
        }()
        next.ServeHTTP(w, r)
    })
}

func main() {
    mux := http.NewServeMux()

    mux.HandleFunc("GET /hello", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
        w.Write([]byte("Hello!"))
    })

    mux.HandleFunc("GET /panic", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
        panic("something went wrong")
    })

    mux.HandleFunc("/", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
        if r.URL.Path != "/" {
            notFoundHandler(w, r)
            return
        }
        w.Write([]byte("Home"))
    })
```

```
    handler := panicMiddleware(mux)

    log.Println("server started at localhost:9000")
    err := http.ListenAndServe(":9000", handler)
    if err != nil {
        log.Fatal(err)
    }
}
```

Fungsi `panicMiddleware()` membungkus `mux` secara keseluruhan, bukan per-handler, sehingga semua panic dari handler manapun tetap tertangkap.

B.26.4. Testing

Jalankan server lalu coba ketiga skenario berikut.

```
curl http://localhost:9000/hello
```

Response: `Hello!` dengan status 200.

```
curl -i http://localhost:9000/tidak-ada
```

Response: `HTTP/1.1 404 Not Found` dengan body `404 - Halaman tidak ditemukan`.

```
curl -i http://localhost:9000/panic
```

Response: `HTTP/1.1 500 Internal Server Error` dengan body `500 - Terjadi kesalahan pada server`. Coba akses `/panic` beberapa kali, server tetap berjalan karena panic ditangkap oleh middleware sebelum sempat menghentikan proses.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-B.26...

B.27. Request Body Size Limit

Tanpa adanya limit ukuran payload, endpoint yang menerima payload (JSON, XML, file upload) akan rentan terhadap serangan *memory exhaustion* di mana client mengirimkan data berukuran sangat besar sehingga server kehabisan memori. Go menyediakan `http.MaxBytesReader` untuk antisipasi masalah ini.

B.27.1. Fungsi `http.MaxBytesReader()`

```
r.Body = http.MaxBytesReader(w, r.Body, maxBytes)
```

Fungsi `http.MaxBytesReader()` membungkus `r.Body` dengan reader yang berhenti membaca setelah jumlah byte yang ditentukan tercapai, kemudian mengembalikan error bertipe `*http.MaxBytesError`.

Parameter:

1. `w` : `http.ResponseWriter`, digunakan untuk menandai response sebagai error secara internal
2. `r.Body` : body request asli
3. `maxBytes` : batas ukuran dalam byte

> Pastikan untuk memanggil `http.MaxBytesReader` **sebelum** membaca body, bukan setelahnya.

B.27.2. Implementasi pada JSON Payload

Pada kode berikut, fungsi `handleUpload()` merupakan HTTP handler untuk parsing payload.

```
const maxBodyBytes = 1 << 20 // 1 MB

func handleUpload(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    r.Body = http.MaxBytesReader(w, r.Body, maxBodyBytes)

    var payload map[string]any
    err := json.NewDecoder(r.Body).Decode(&payload)
    if err != nil {
        var maxBytesErr *http.MaxBytesError
        if errors.As(err, &maxBytesErr) {
            http.Error(w, "request body too large", http.StatusRequestEntityToc
            return
        }
        http.Error(w, "invalid JSON", http.StatusBadRequest)
        return
    }

    w.Header().Set("Content-Type", "application/json")
    json.NewEncoder(w).Encode(map[string]any{"received": payload})
}
```

Konstanta `maxBodyBytes` bernilai `1 << 20` yang nilainya adalah `1.048.576` atau setara 1 MB. Cara ini umum digunakan untuk ukuran berbasis **power-of-two** karena lebih eksplisit dibanding menulis `1048576` secara harfiah.

Di baris pertama handler, `r.Body` di-assign ulang dengan hasil `http.MaxBytesReader()` agar nantinya saat pembacaan payload limit `maxBodyBytes` diberlakukan sebagai batas. Perlu diperhatikan bahwa `MaxBytesReader` mengembalikan reader baru yang membungkus body asli, bukan memodifikasinya secara in-place, sehingga hasilnya harus di-assign kembali ke `r.Body`. Jika dilewatkan, limit tidak akan berlaku.

Statement `json.NewDecoder(r.Body).Decode()` bisa gagal karena dua hal:

1. Body terlalu besar
2. JSON tidak valid

Fungsi `errors.As()` digunakan untuk memeriksa apakah error bertipe `*http.MaxBytesError` atau bukan, sehingga kedua kondisi tersebut bisa dikembalikan dengan status code yang tepat: 413 untuk payload terlalu besar, 400 untuk JSON rusak.

B.27.3. Implementasi pada File Upload

Masih sama seperti pada kode sebelumnya (`handleUpload()`), `http.MaxBytesReader()` diaplikasikan sebelum pembacaan payload (yang pada kode berikut adalah operasi `ParseMultipartForm`).

```
func handleFileUpload(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    r.Body = http.MaxBytesReader(w, r.Body, maxBodyBytes)

    if err := r.ParseMultipartForm(maxBodyBytes); err != nil {
        var maxBytesErr *http.MaxBytesError
        if errors.As(err, &maxBytesErr) {
            http.Error(w, "file too large (max 1MB)", http.StatusRequestEntityT
            return
        }
        http.Error(w, "failed to parse form", http.StatusBadRequest)
        return
    }

    file, header, err := r.FormFile("file")
    if err != nil {
        http.Error(w, "file is required", http.StatusBadRequest)
        return
    }
    defer file.Close()

    data, _ := io.ReadAll(file)
    log.Printf("received file: %s, size: %d bytes", header.Filename, len(data))
    w.Write([]byte("received: " + header.Filename))
}
```

Pola yang digunakan di sini sama seperti pada `handleUpload()`. Satu hal yang perlu dicatat: parameter `maxMemory` pada `ParseMultipartForm` bukan limit ukuran payload, melainkan hanya mengontrol seberapa besar data form disimpan di memori sebelum ditulis ke file temporary. Itulah mengapa `MaxBytesReader` tetap dibutuhkan.

`r.FormFile("file")` mengambil file yang dikirim via field bernama `"file"`. Fungsi ini mengembalikan tiga nilai: `multipart.File` (isi file yang bisa dibaca seperti `io.Reader`), `*multipart.FileHeader` (metadata seperti nama file dan ukuran), dan error jika field tidak ada atau bukan file.

`io.ReadAll(file)` membaca seluruh isi file ke dalam slice byte. Di sini hasilnya hanya digunakan untuk mengambil ukuran file via `len(data)` yang kemudian di-log. Pada aplikasi nyata, `data` bisa diteruskan ke proses berikutnya seperti menyimpan ke disk atau object storage.

B.27.4. Implementasi Lengkap

Buat file `main.go`.

```
package main

import (
    "encoding/json"
    "errors"
    "io"
    "log"
    "net/http"
)

const maxBodyBytes = 1 << 20 // 1 MB

func handleUpload(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    r.Body = http.MaxBytesReader(w, r.Body, maxBodyBytes)

    var payload map[string]any
    err := json.NewDecoder(r.Body).Decode(&payload)
    if err != nil {
        var maxBytesErr *http.MaxBytesError
        if errors.As(err, &maxBytesErr) {
            http.Error(w, "request body too large", http.StatusRequestEntityToo
            return
        }
        http.Error(w, "invalid JSON", http.StatusBadRequest)
        return
    }

    w.Header().Set("Content-Type", "application/json")
    json.NewEncoder(w).Encode(map[string]any{"received": payload})
}

func handleFileUpload(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    r.Body = http.MaxBytesReader(w, r.Body, maxBodyBytes)

    if err := r.ParseMultipartForm(maxBodyBytes); err != nil {
        var maxBytesErr *http.MaxBytesError
        if errors.As(err, &maxBytesErr) {
            http.Error(w, "file too large (max 1MB)", http.StatusRequestEntityT
            return
        }
        http.Error(w, "failed to parse form", http.StatusBadRequest)
        return
    }

    file, header, err := r.FormFile("file")
    if err != nil {
        http.Error(w, "file is required", http.StatusBadRequest)
```

```
        return
    }
    defer file.Close()

    data, _ := io.ReadAll(file)
    log.Printf("received file: %s, size: %d bytes", header.Filename, len(data))
    w.Write([]byte("received: " + header.Filename))
}

func main() {
    mux := http.NewServeMux()
    mux.HandleFunc("POST /upload/json", handleUpload)
    mux.HandleFunc("POST /upload/file", handleFileUpload)

    log.Println("server started at localhost:9000")
    err := http.ListenAndServe(":9000", mux)
    if err != nil {
        log.Fatal(err)
    }
}
```

B.27.5. Testing

Jalankan server lalu coba keempat skenario berikut.

```
# Payload dengan ukuran normal
curl -X POST http://localhost:9000/upload/json \
  -H "Content-Type: application/json" \
  -d '{"name":"batman"}'
```

Response: `{"received":{"name":"batman"}}` dengan status 200.

```
# Payload dengan ukuran melebihi limit (generate 2MB data lalu pipe ke curl)
dd if=/dev/zero bs=1024 count=2048 | curl -X POST http://localhost:9000/upload/
  -H "Content-Type: application/json" \
  --data-binary @-
```

Response: `request body too large` dengan status `413 Request Entity Too Large`.

```
# Upload file dengan ukuran normal
echo "hello world" > test.txt
curl -X POST http://localhost:9000/upload/file \
  -F "file=@test.txt"
```

Response: `received: test.txt` dengan status 200.

```
# Upload file dengan ukuran melebihi limit (generate file 2MB)
dd if=/dev/zero of=bigfile.bin bs=1024 count=2048
curl -X POST http://localhost:9000/upload/file \
  -F "file=@bigfile.bin"
```

Response: `file too large (max 1MB)` dengan status `413 Request Entity Too Large`.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-B.27...

B.28. HTTP Timeout Handler

Pada chapter B.22. Simple Configuration kita telah mempelajari cara penggunaan `ReadTimeout` dan `WriteTimeout` pada `http.Server`. Timeout tersebut bersifat global untuk semua endpoint. Go juga menyediakan `http.TimeoutHandler` yang memungkinkan kita menentukan timeout **per handler**, sehingga endpoint yang lambat tidak mempengaruhi endpoint lain.

Pada chapter ini kita akan belajar timeout spesifik per handler.

B.28.1. Perbedaan Server Timeout dan `http.TimeoutHandler`

	Server Timeout (`ReadTimeout` / `WriteTimeout`)	`http.TimeoutHandler`
Scope	Seluruh server	Per handler
Aksi saat timeout	Koneksi TCP diputus paksa	Response `503 Service Unavailable` dikirim
Goroutine handler	Tetap berjalan	Tetap berjalan (tidak di-cancel)

Poin penting: `http.TimeoutHandler` **tidak membatalkan goroutine** handler yang sedang berjalan. Handler tetap berjalan di background, hanya response ke client yang dipotong. Untuk membatalkan proses di handler, perlu dikombinasikan dengan context dari `r.Context().Done()` (lihat chapter B.30. Server Handler HTTP Request Cancellation).

B.28.2. Penggunaan `http.TimeoutHandler`

Cara menggunakan `http.TimeoutHandler()` adalah dengan menjadikannya sebagai handler func untuk membungkus handler sebenarnya. Fungsi ini skemanya seperti ini:

```
http.TimeoutHandler(handler, timeout, message)
```

Penjelasan parameter:

1. `handler` : handler yang dibungkus, bertipe `http.Handler`
2. `timeout` : durasi timeout bertipe `time.Duration`
3. `message` : pesan yang dikirim ke client saat timeout

B.28.3. Implementasi

Mari coba praktikkan, buat file `main.go` dengan dua handler: satu cepat dan satu lambat, keduanya dibungkus `http.TimeoutHandler` dengan durasi 3 detik.

```go
package main

import (
    "log"
    "net/http"
    "time"
)

func handleFast(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    w.Write([]byte("response cepat"))
}

func handleSlow(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    time.Sleep(5 * time.Second)
    w.Write([]byte("response lambat selesai"))
}

func main() {
    mux := http.NewServeMux()

    mux.Handle("GET /fast", http.TimeoutHandler(
        http.HandlerFunc(handleFast),
        3*time.Second,
        "request timeout",
    ))

    mux.Handle("GET /slow", http.TimeoutHandler(
        http.HandlerFunc(handleSlow),
        3*time.Second,
        "request timeout: proses terlalu lama",
    ))

    log.Println("server started at localhost:9000")
    err := http.ListenAndServe(":9000", mux)
    if err != nil {
        log.Fatal(err)
    }
}
```

`handleFast()` langsung menulis response tanpa jeda, sehingga selesai jauh sebelum batas 3 detik. `handleSlow()` sebaliknya: ada `time.Sleep(5 * time.Second)` yang membuatnya selalu melewati timeout.

Masing-masing handler dibungkus dengan `http.TimeoutHandler` saat didaftarkan ke mux. `http.HandlerFunc(handleFast)` digunakan untuk mengonversi fungsi biasa ke tipe `http.Handler` yang dibutuhkan sebagai parameter pertama `http.TimeoutHandler`. Parameter ketiga adalah pesan yang dikirim ke client saat timeout terjadi.

B.28.4. Testing

Jalankan server lalu coba dua skenario berikut.

```
curl http://localhost:9000/fast
```

Response: `response cepat` dengan status 200.

```
curl -i http://localhost:9000/slow
```

Response: `HTTP/1.1 503 Service Unavailable` dengan body `request timeout: proses terlalu lama` setelah menunggu 3 detik.

B.28.5. Kombinasi dengan Context Cancellation

Untuk benar-benar membatalkan proses di dalam handler saat timeout, pantau `r.Context().Done()` di dalam handler.

```go
func handleSlow(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    select {
    case <-time.After(5 * time.Second):
        w.Write([]byte("selesai"))
    case <-r.Context().Done():
        log.Println("handler dibatalkan karena timeout")
        return
    }
}
```

Dengan pola ini, ketika `http.TimeoutHandler` meng-cancel context setelah timeout, handler juga ikut berhenti sehingga tidak membuang resource.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-B.28...

B.29. HTTP Handler Context Value

Dalam arsitektur web server yang menggunakan middleware, ada kebutuhan umum untuk meneruskan data dari satu lapisan ke lapisan berikutnya tanpa harus mengubah signature fungsi handler. Misalnya, middleware autentikasi yang sudah memvalidasi user perlu meneruskan informasi user tersebut ke handler, atau middleware logging yang men-generate request ID perlu memastikan ID tersebut tersedia di seluruh chain.

Go menyediakan mekanisme untuk penanganan kasus ini melalui context yang tertanam di `*http.Request`. Context bisa diisi dengan data di middleware lalu dibaca kembali di handler tanpa parameter tambahan. Pada chapter ini kita akan belajar cara menggunakannya.

B.29.1. Konsep Context Value

Setiap `*http.Request` membawa sebuah context yang bisa diisi dengan data menggunakan `context.WithValue()`. Data tersebut kemudian bisa dibaca di handler lewat `r.Context().Value(key)`.

```
// Di middleware: simpan data ke context
ctx := context.WithValue(r.Context(), key, value)
next.ServeHTTP(w, r.WithContext(ctx))

// Di handler: baca data dari context
value := r.Context().Value(key)
```

B.29.2. Context Typed Key

Penting untuk **tidak menggunakan string biasa** sebagai key context. Jika ada 2 package berbeda yang sama-sama menggunakan key `"user"`, yang terjadi adalah value context dengan key `"user"` tersebut akan saling ditimpa.

Best practice-nya adalah menggunakan tipe custom, bisa dengan mendefinisikan tipe baru dari `string` atau `int`.

```
type contextKey string

const (
    contextKeyUser      contextKey = "user"
    contextKeyRequestID contextKey = "request_id"
)
```

Tipe `contextKey` berbeda dari `string`, sehingga nilai key ini tidak akan pernah bentrok dengan key dari package lain.

B.29.3. Implementasi

Pada contoh berikut kita akan membuat web server dengan dua middleware: satu untuk autentikasi yang menyimpan data user ke context, dan satu untuk request ID yang digunakan untuk logging dan tracing. Handler membaca kedua nilai tersebut dari context untuk menyusun response dan log.

Tulis ini di `main.go`.

```go
package main

import (
    "context"
    "log"
    "net/http"
)

type contextKey string

const (
    contextKeyUser      contextKey = "user"
    contextKeyRequestID contextKey = "request_id"
)

type User struct {
    Username string
    Role     string
}

func middlewareAuth(next http.Handler) http.Handler {
    return http.HandlerFunc(func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
        username, _, ok := r.BasicAuth()
        if !ok || username == "" {
            http.Error(w, "unauthorized", http.StatusUnauthorized)
            return
        }

        user := User{Username: username, Role: "admin"}
        ctx := context.WithValue(r.Context(), contextKeyUser, user)
        next.ServeHTTP(w, r.WithContext(ctx))
    })
}

func middlewareRequestID(next http.Handler) http.Handler {
    return http.HandlerFunc(func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
        requestID := r.Header.Get("X-Request-ID")
        if requestID == "" {
            requestID = "auto-generated-001"
        }
        ctx := context.WithValue(r.Context(), contextKeyRequestID, requestID)
        w.Header().Set("X-Request-ID", requestID)
        next.ServeHTTP(w, r.WithContext(ctx))
    })
}

func handleProfile(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
```

```
    user, ok := r.Context().Value(contextKeyUser).(User)
    if !ok {
        http.Error(w, "user not found in context", http.StatusInternalServerErr
        return
    }

    requestID, _ := r.Context().Value(contextKeyRequestID).(string)
    log.Printf("[%s] profile accessed by %s (%s)", requestID, user.Username, us

    w.Write([]byte("Hello, " + user.Username + " [" + user.Role + "]"))
}

func main() {
    mux := http.NewServeMux()
    mux.HandleFunc("GET /profile", handleProfile)

    handler := middlewareRequestID(middlewareAuth(mux))

    log.Println("server started at localhost:9000")
    err := http.ListenAndServe(":9000", handler)
    if err != nil {
        log.Fatal(err)
    }
}
```

`middlewareAuth()` menggunakan `r.BasicAuth()` untuk membaca kredensial dari header `Authorization`. Jika valid, informasi user dibungkus ke dalam struct `User` lalu disimpan ke context via `context.WithValue()`. Alasan menggunakan struct bukan sekadar string adalah agar data yang dibawa lebih terstruktur dan bisa langsung digunakan tanpa parsing tambahan di handler.

`middlewareRequestID()` membaca header `X-Request-ID` dari request. Jika header tersebut tidak dikirim client, nilai fallback `"auto-generated-001"` digunakan sebagai gantinya. Request ID kemudian disimpan ke context sekaligus dikirim kembali ke client via response header `X-Request-ID`, sehingga client bisa menggunakannya untuk keperluan tracing.

Kedua middleware menggunakan pola `r.WithContext(ctx)` untuk meneruskan context yang sudah diperkaya ke handler berikutnya. `r.WithContext()` tidak memodifikasi request asli, melainkan mengembalikan salinan request baru dengan context yang diberikan.

Di `main()`, middleware dirantai dengan pola `middlewareRequestID(middlewareAuth(mux))`. Urutan nesting ini menentukan urutan eksekusi: `middlewareRequestID()` dieksekusi pertama, lalu `middlewareAuth()`, baru handler. Urutan ini penting karena jika dibalik, request ID belum ada di context saat auth berjalan.

B.29.4. Penjelasan Alur

Urutan eksekusi middleware dan handler pada setiap request adalah sebagai berikut.

1. `middlewareRequestID()` : membaca atau men-generate request ID, menyimpannya ke context
2. `middlewareAuth()` : memvalidasi basic auth, membuat objek `User` , menyimpannya ke context
3. `handleProfile()` : membaca `User` dan request ID dari context, menggunakannya untuk response

Di `handleProfile()` , nilai diambil dari context menggunakan *type assertion*:

```
user, ok := r.Context().Value(contextKeyUser).(User)
```

Nilai yang disimpan di context bertipe `any` , sehingga perlu di-*assert* ke tipe yang tepat. Selalu gunakan bentuk dua nilai (`value, ok`) agar aman jika key tidak ditemukan atau nilainya bukan tipe yang diharapkan.

> Lebih jelasnya mengenai context dibahas di chapter A.65. Concurrency Pattern: Context Cancellation Pipeline

B.29.5. Testing

Jalankan server lalu coba tiga skenario berikut.

```
# Request tanpa auth header
curl http://localhost:9000/profile
```

Response: `unauthorized` dengan status 401.

```
# Request dengan basic auth
curl --user batman:secret http://localhost:9000/profile
```

Response: `Hello, batman [admin]` dengan status 200. Server juga mencetak log seperti `[auto-generated-001] profile accessed by batman (admin)` .

```
# Request dengan basic auth dan custom request ID
curl --user batman:secret \
  -H "X-Request-ID: req-abc-123" \
  http://localhost:9000/profile
```

Response tetap sama, namun log di server mencetak `[req-abc-123] profile accessed by batman (admin)` . Response header `X-Request-ID: req-abc-123` juga dikembalikan ke client.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-B.29...

B.30. HTTP Request Cancellation

Dalam konteks web application, kadang kala sebuah HTTP request butuh waktu cukup lama untuk selesai, bisa jadi karena kode yang kurang dioptimasi atau prosesnya memang lama, atau mungkin ada faktor lainnya. Dari sisi client, biasanya ada handler untuk cancel request ketika request melebihi batas timeout yang sudah ditentukan.

Secara default, request yang sudah di-cancel oleh client tidak mempengaruhi yang terjadi di back-end: proses tetap lanjut hingga selesai. Ini umumnya bukan masalah, tapi ada kalanya kita perlu mendeteksi dan menangani cancelled request agar server tidak membuang resource untuk proses yang tidak lagi dibutuhkan. Pada chapter ini kita akan belajar caranya.

> Chapter ini merupakan lanjutan dari chapter B.29. HTTP Handler Context Value yang topiknya masih seputar context di sisi server HTTP handler (back-end), namun lebih spesifik ke bagian cancellation tapi di HTTP server.
>
> Untuk topik pembahasan cancellation pada proses konkuren silakan pembahasannya ada di chapter A.65. Concurrency Pattern: Context Cancellation Pipeline.

B.30.1. Praktik

Dari objek `*http.Request` informasi objek context bisa diakses lewat method `.Context()`, dan dari context tersebut kita bisa mendeteksi apakah sebuah request di-cancel atau tidak oleh client.

Object context memiliki method `.Done()` yang nilai baliknya berupa channel. Channel ini menerima data ketika context selesai, baik karena request normal selesai maupun karena di-cancel oleh client. Untuk membedakan keduanya, gunakan `errors.Is(ctx.Err(), context.Canceled)`, cara yang idiomatis dan lebih andal dibanding pengecekan string error secara manual.

Mari kita praktikkan langsung. Silakan mulai dengan menulis kode berikut.

```go
package main

import (
    "context"
    "errors"
    "log"
    "net/http"
    "time"
)

func handleIndex(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    // do something here
}

func main() {
    mux := http.NewServeMux()
    mux.HandleFunc("/", handleIndex)
    err := http.ListenAndServe(":9000", mux)
    if err != nil {
        log.Fatal(err)
    }
}
```

Di dalam `handleIndex()` disimulasikan sebuah proses membutuhkan waktu lama untuk selesai (kita gunakan `time.Sleep()` untuk ini). Umumnya kode dituliskan langsung dalam handler tersebut, tapi pada kasus ini tidak. Untuk bisa mendeteksi sebuah request di-cancel atau tidak kita akan manfaatkan goroutine baru.

Dalam penerapannya ada dua pilihan opsi:

- Cara ke-1: Dengan menaruh proses utama di dalam gorutine tersebut, dan menaruh kode untuk deteksi di luar (di dalam handler-nya).
- Cara ke-2: Atau sebaliknya. Menaruh proses utama di dalam handler, dan menempatkan deteksi cancelled request dalam goroutine baru.

Pada contoh berikut, kita gunakan cara pertama. Tulis kode berikut dalam handler.

```
done := make(chan bool)
go func() {
    // do the process here
    // simulate a long-time request by putting 10 seconds sleep
    time.Sleep(10 * time.Second)

    done <- true
}()

select {
case <-r.Context().Done():
    if err := r.Context().Err(); err != nil {
        if errors.Is(err, context.Canceled) {
            log.Println("request canceled")
        } else {
            log.Println("unknown error occurred.", err.Error())
        }
    }
case <-done:
    log.Println("done")
}
```

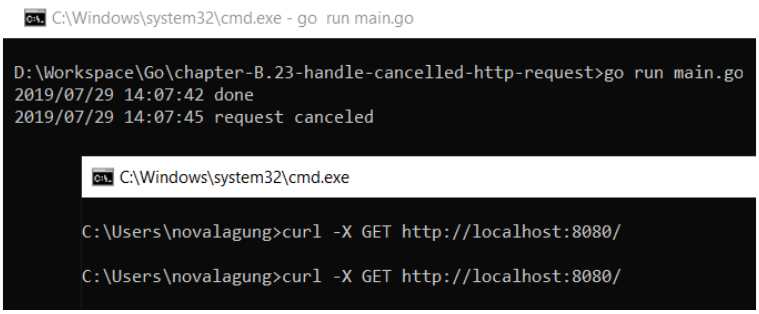
Pada kode di atas terlihat, proses utama dibungkus dalam goroutine. Ketika selesai, maka back-end akan menerima data via channel `done`.

Keyword `select` di situ disiapkan untuk pendeteksian dua kondisi berikut:

- Channel `r.Context().Done()`. Jika channel ini menerima data, context sudah selesai. `r.Context().Err()` digunakan untuk mengetahui penyebabnya: `errors.Is(err, context.Canceled)` bernilai `true` jika client yang membatalkan request, selain itu bisa jadi timeout atau penyebab lain.
- Channel `<-done`. Jika channel ini menerima data, maka proses utama adalah selesai.

Jalankan server lalu test dengan curl. Biarkan request berjalan lalu tekan `Ctrl+C` sebelum 10 detik selesai untuk mensimulasikan cancel dari client.

```
curl http://localhost:9000/
```



Pada gambar di atas terdapat dua request: yang pertama dibiarkan selesai (log `done`), yang kedua di-cancel sebelum selesai (log `request canceled`).

B.30.2. Handle Cancelled Request yang ada Payload-nya

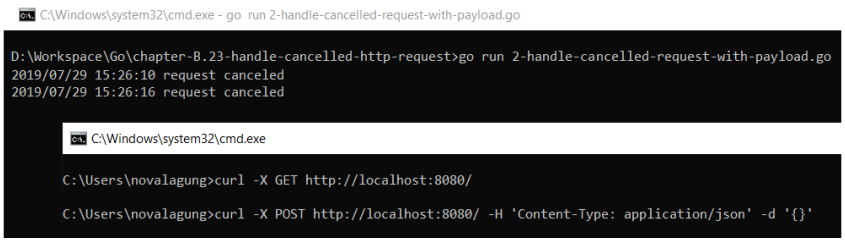
Khusus untuk request dengan HTTP method yang memiliki request body (payload), channel `r.Context().Done()` tidak akan menerima data hingga body request mulai dibaca. Ini terjadi karena Go HTTP server baru berinteraksi dengan koneksi TCP underlying saat body dibaca, sehingga status cancellation dari client baru terdeteksi di titik tersebut.

Tambahkan `io.ReadAll(r.Body)` di dalam goroutine sebelum `time.Sleep()`.

```
go func() {
    // do the process here
    // simulate a long-time request by putting 10 seconds sleep

    body, err := io.ReadAll(r.Body)
    // ...

    time.Sleep(10 * time.Second)

    done <- true
}()
```

Test dengan curl POST, cancel sebelum 10 detik selesai.

```
curl -X POST http://localhost:9000/ -H 'Content-Type: application/json' -d '{}'
```



Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/...

C.1. Go Project Layout Structure

Mari kita awali pembahasan pada pemrograman Go lanjut dengan topik yang paling penting, yaitu tentang bagaimana manajemen file dan folder pada project Go.

Sebenarnya tidak ada spesifikasi resmi dari Go mengenai bagaimana struktur project harus disusun. Akan tetapi ada beberapa project open source yang strukturnya digunakan sebagai basis **standar** dalam menyusun file dan folder program. Dan pada chapter ini kita akan mencoba membahas dan mempergunakan project tersebut sebagai acuan dalam membuat program Go.

C.1.1. Library `golang-standard/project-layout`

Ada open source project yang sangat menarik untuk dipelajari, yaitu project-layout. Project tersebut isinya adalah project layout pada Go yang merupakan hasil kombinasi dari banyak project layout Go terkenal, seperti kubernetes, nats.io, istio, termasuk juga layout dari source code Go itu sendiri.

Perlu saya tekankan, bahwa Go bukan merupakan bahasa *functional* ataupun *object-oriented*, kita selaku programmer diberikan kebebasan terhadap bagaimana penulisan *source code* aplikasi yang dikerjakan. Akan tetapi, memang ada beberapa fitur milik OOP dan bahasa *functional* dalam Go, jadi ... bebas.

Termasuk juga perihal *project layout structure*, kita diberi kebebasan penuh. Di dokumentasi Go tidak ada panduan perihal bagaimana seharusnya desain struktur kode. Argumentasi ini diperkuat oleh Russ Cox, yang merupakan Tech Lead proyek Go programming language.

Nah, dari sini sekarang sudah cukup jelas ya.

Ok, sekarang kembali ke project layout milik `golang-standard`. Saya sarankan untuk mempelajari dan mencoba struktur ini karena sangat umum diadopsi dalam pengembangan aplikasi menggunakan bahasa Go.

Pada chapter ini, saya hanya akan membahas garis besarnya saja, selebihnya jika ingin praktik bisa langsung clone dari https://github.com/golang-standards/project-layout.

C.1.2. Struktur Layout `golang-standard/project-layout`

Ada cukup banyak folder dan subfolder dalam project layout, berikut kami ringkas beberapa file dan direktori yang umumnya dipakai.

```
.
├── go.mod
|   # file go.mod dipergunakan oleh go module (jika go mod diaktifkan).
|
├── Makefile
|   # file Makefile dipergunakan oleh command `make`.
|
├── assets/
|   # folder assets berisi static assets, seperti gambar, logo, dll.
|
├── build/
|   # folder build isinya adalah files untuk keperluan build dan
|   # juga CI (continous integration). Contoh file yang dimaksud adalah
|   # seperti Dockerfile, file CI tool (.travis-ci.yml, .gitlab-ci.yml)
|   # dan file untuk keperluan build ke bentuk lain seperti file deb, rpm, pkg.
|   |
|   ├── ci/
|   |   # tempatkan file untuk CI dalam folder ini
|   |
|   └── package/
|       # tempatkan file untuk keperluan build dalam folder ini
|
├── cmd/
|   # folder cmd isinya adalah source code utama aplikasi.
|   #
|   # jika aplikasi merupakan sebuah app monolith, maka folder ini isinya
|   # adalah langsung source code utama.
|   # salah satu contoh, folder ini isinya adalah file-file bisnis logic utama,
|   # seperti services dan repositories.
|   #
|   # jika arsitektur microservices diadopsi, dengan layout monorepo,
|   # maka isi dari cmd adalah source code yang dibagi per service.
|   |
|   ├── your_app_1/
|   ├── your_app_2/
|   ├── your_app_3/
|   └── ...
|
├── configs/
|   # folder configs isinya adalah file konfigurasi.
|
├── deployments/
|   # folder deployments isinya adalah file yang berhubungan dengan orchestrati
|   # deployments, dan juga CD. Seperti docker-compose.yml, k8s file, dll.
|
├── docs/
|   # folder docs isinya adalah file design dan dokumentasi.
```

```
|
├── examples/
|   # folder examples isinya adalah file example.
|
├── init/
|   # folder init isinya adalah file-file system init (systemd, upstart, sysv)
|   # dan file konfigurasi process manager atau supervisor (runit, supervisord)
|
├── internal/
|   # folder internal isinya adalah file private aplikasi dan library.
|   # sebetulnya folder ini kegunaannya sama seperti `pkg`, perbedaannya adalah
|   # dalam folder internal ini hanya bisa di-import dalam project ini, tidak b
|   # ke project lain.
|
├── pkg/
|   # folder pkg isinya adalah file utility yg di-reuse dalam project yang sama
|   # atau bisa juga di re-use oleh project lain.
|   |
|   ├── your_public_lib_1/
|   ├── your_public_lib_2/
|   ├── your_public_lib_3/
|   └── ...
|
├── test/
|   # folder test isinya adalah file testing. untuk struktur file-nya sendiri b
|   # mau disusun seperti apa.
|   #
|   # khusus untuk unit test, baiknya tidak ditempatkan di sini,
|   # tapi ditempatkan di dalam package yang sama dengan file yang akan di-unit
|
├── vendor/
|   # berisi clone dari 3rd party dependencies. Folder ini digunakan jika konfi
|
├── web/
|   # berisi aplikasi web. untuk microservices saya sarankan untuk menempatkan
|
└── ...
```

Hmm, cukup banyak juga ya yang perlu dipelajari? 😅 Tenang, tidak perlu untuk dihafal, cukup dipahami saja. Selain itu semua direktori di atas juga belum tentu dipakai semua, perlu disesuaikan dengan proyek yang sedang pembaca kembangkan.

Ok, sampai sini saja pembahasan mengenai project layout, selanjutnya silakan mencoba-coba jika berkenan, bisa dengan men-develop mulai awal, atau *clone* existing project untuk dipelajari strukturnya.

- Standard Go Project Layout, by Kyle Quest

C.2. Go Web Framework

Salah satu kelebihan bahasa Go adalah dukungan dari komunitas. Banyak sekali library dan framework untuk bahasa ini yang kesiapannya production-ready dan gratis untuk dipergunakan.

Di Go, sama seperti bahasa pemrograman lainnya, ada banyak library dan framework yang siap pakai. Ada framework yang sifatnya sudah komplit, lengkap isinya dari ujung ke ujung, mulai dari setup project hingga testing dan build/deployment sudah ada semua tooling-nya. Ada juga framework yg scope-nya lebih spesifik (biasa disebut library), seperti lib untuk mempermudah operasi di data layer, lib untuk routing, dan lainnya.

Pada chapter ini kita tidak akan membahas satu persatu mengenai library/framework yang ada. Penulis hanya akan menuliskan yang pernah penulis pakai saja.

C.2.1. Web Framework

Untuk opsi web framewok, ada cukup banyak pilihan. Author sendiri pernah menggunakan 3 pilihan berikut:

- Beego
- Echo
- Gin
- custom, menggunakan kombinasi dari banyak library sesuai kebutuhan dan selera.
- atau bisa menggunakan pilihan alternatif web framework lainnya.
- atau bisa juga menggunakan salah satu web framework dan di-combine dengan library lain.

Untuk opsi custom framework sendiri, pembaca bisa menggunakan kombinasi dari beberapa library berikut:

C.2.2. Routing Library

Untuk opsi router, ada cukup banyak pilihan yg tersedia, sebagian di antaranya:

- Chi
- FastHttp atau FastHttpRouter
- Gorilla Mux
- dan lainnya

C.2.3. HTTP Middlewares

Untuk middlewares biasanya include sebagai dependensi router library. Tapi ada juga middleware independen. Contohnya:

- CORS
- JWT
- Rate Limiter
- Secure
- dan lainnya

C.2.4. Form & Validator

Validator library berfungsi untuk mempermudah parsing payload dan parameter dari objek http request. Rekomendasi validator library salah satunya:

- Validator by go-playground
- dan lainnya

C.2.5. Database / ORM

ORM adalah salah satu pattern yg cukup sering dipakai di data layer. Beberapa library yang tersedia di antaranya:

- Gorm
- Gorp
- dan lainnya

Silakan mencoba-coba dan memilih kombinasi library yang cocok sesuai kebutuhan dan keinginan kawan-kawan. Semua opsi ada kelebihan dan kekurangannya. Begitu juga pada implementasi library, akan sangat mempengaruhi hasil.

Saya sangat menganjurkan pembaca untuk mencoba banyak library dan framework.

Ok, saya rasa cukup untuk pembahasan kali ini. Semoga bermanfaat

---

C.3. Echo Framework & Routing

Pada chapter ini kita akan belajar cara mudah routing menggunakan Echo Framework.

Mulai chapter **C1** hingga **C6** kita akan mempelajari banyak aspek dalam framework Echo dan mengkombinasikannya dengan beberapa library lain.

C.3.1 Echo Framework

Echo adalah framework bahasa golang untuk pengembangan aplikasi web. Framework ini cukup terkenal di komunitas. Echo merupakan framework besar, di dalamnya terdapat banyak sekali dependensi.

Salah satu dependensi yang ada di dalamnya adalah router, dan pada chapter ini kita akan mempelajarinya.

Dari banyak routing library yang sudah penulis gunakan, hampir seluruhnya mempunyai kemiripan dalam hal penggunaannya, cukup panggil fungsi/method yang dipilih (biasanya namanya sama dengan HTTP Method), lalu sisipkan rute pada parameter pertama dan handler pada parameter kedua.

Berikut contoh sederhana penggunaan echo framework.

```
r := echo.New()
r.GET("/", handler)
r.Start(":9000")
```

Sebuah objek router `r` dicetak lewat `echo.New()`. Lalu lewat objek router tersebut, dilakukan registrasi rute untuk `/` dengan method GET dan handler adalah closure `handler`. Terakhir, dari objek router di-start-lah sebuah web server pada port 9000.

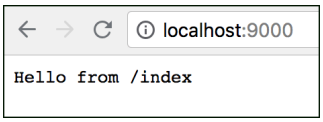
> Echo router mengadopsi konsep radix tree, membuat performa lookup nya begitu cepat. Tak juga itu, pemanfaatan sync pool membuat penggunaan memory lebih hemat, dan aman dari GC overhead.

C.3.2. Praktek

Mari kita pelajari lebih lanjut dengan praktek langsung. Buat folder proyek baru, buat `main.go`, isi dengan kode berikut, kemudian jalankan aplikasi.

```go
package main

import (
    "fmt"
    "github.com/labstack/echo"
    "net/http"
    "strings"
)

type M map[string]interface{}

func main() {
    r := echo.New()

    r.GET("/", func(ctx echo.Context) error {
        data := "Hello from /index"
        return ctx.String(http.StatusOK, data)
    })

    r.Start(":9000")
}
```

Kode di atas adalah contoh sederhana penerapan echo router.



Routing dengan memanfaatkan package `net/http` dalam penerapannya adalah menggunakan `http.HandleFunc()` atau `http.Handle()`. Berbeda dengan Echo, routingnya adalah method-based, tidak hanya endpoint dan handler yang di-registrasi, method juga.

Statement `echo.New()` mengembalikan objek mux/router. Pada kode di atas rute `/` dengan method `GET` di-daftarkan. Selain `r.GET()` ada banyak lagi method lainnya, semua method dalam spesifikasi REST seperti PUT, POST, dan lainnya bisa digunakan.

Handler dari method routing milik echo membutuhkan satu argument saja, dengan tipe adalah `echo.Context`. Dari argumen tersebut objek `http.ResponseWriter` dan `http.Request` bisa di-akses. Namun kedua objek tersebut akan jarang kita gunakan karena `echo.Context` memiliki banyak method yang beberapa tugasnya sudah meng-cover operasi umum yang biasanya kita lakukan lewat objek request dan response, di antara seperti:

- Render output (dalam bentuk html, plain text, json, atau lainnya).
- Parsing request data (json payload, form data, query string).
- URL Redirection.
- ... dan lainnya.

> Untuk mengakses objek `http.Request` gunakan `ctx.Request()`.
> Sedang untuk objek `http.ResponseWriter` gunakan `ctx.Response()`.

Salah satu alasan lain kenapa penulis memilih framework ini, adalah karena desain route-handler-nya menarik. Dalam handler cukup kembalikan objek error ketika memang ada kesalahan terjadi, sedangkan jika tidak ada error maka kembalikan nilai `nil`.

Ketika terjadi error pada saat mengakses endpoint, idealnya HTTP Status error dikembalikan sesuai dengan jenis errornya. Tapi terkadang juga ada kebutuhan dalam kondisi tertentu `http.StatusOK` atau status 200 dikembalikan dengan disisipi informasi error dalam response body-nya. Kasus sejenis ini menjadikan standar error reporting menjadi kurang bagus. Pada konteks ini echo unggul menurut penulis, karena default-nya semua error dikembalikan sebagai response dalam bentuk yang sama.

Method `ctx.String()` dari objek context milik handler digunakan untuk mempermudah rendering data string sebagai output. Method ini mengembalikan objek error, jadi bisa digunakan langsung sebagai nilai balik handler. Argumen pertama adalah http status dan argumen ke-2 adalah data yang dijadikan output.

C.3.3. Response Method milik `ctx`

Selain `ctx.String()` ada banyak method sejenis lainnya, berikut selengkapnya.

◉ Method `.String()`

Digunakan untuk render plain text sebagai output (isi response header `Content-Type` adalah `text/plain`). Method ini tugasnya sama dengan method `.Write()` milik objek `http.ResponseWriter`.

```
r.GET("/index", func(ctx echo.Context) error {
    data := "Hello from /index"
    return ctx.String(http.StatusOK, data)
})
```

◉ Method `.HTML()`

Digunakan untuk render html sebagai output. Isi response header `Content-Type` adalah `text/html`.

```
r.GET("/html", func(ctx echo.Context) error {
    data := "Hello from /html"
    return ctx.HTML(http.StatusOK, data)
})
```

◉ Method `.Redirect()`

Digunakan untuk redirect, pengganti `http.Redirect()`.

```
r.GET("/index", func(ctx echo.Context) error {
    return ctx.Redirect(http.StatusTemporaryRedirect, "/")
})
```

◉ Method `.JSON()`

Digunakan untuk render data JSON sebagai output. Isi response header `Content-Type` adalah `application/json`.

```
r.GET("/json", func(ctx echo.Context) error {
    data := M{"Message": "Hello", "Counter": 2}
    return ctx.JSON(http.StatusOK, data)
})
```

C.3.4. Parsing Request

Echo juga menyediakan beberapa method untuk keperluan parsing request, di antaranya:

◉ Parsing Query String

Method `.QueryParam()` digunakan untuk mengambil data pada query string request, sesuai dengan key yang diinginkan.

```
r.GET("/page1", func(ctx echo.Context) error {
    name := ctx.QueryParam("name")
    data := fmt.Sprintf("Hello %s", name)

    return ctx.String(http.StatusOK, data)
})
```

Test menggunakan curl:

```
curl -X GET http://localhost:9000/page1?name=grayson
```

◉ Parsing URL Path Param

Method `.Param()` digunakan untuk mengambil data path parameter sesuai skema rute.

```
r.GET("/page2/:name", func(ctx echo.Context) error {
    name := ctx.Param("name")
    data := fmt.Sprintf("Hello %s", name)

    return ctx.String(http.StatusOK, data)
})
```

Bisa dilihat, terdapat `:name` pada pendeklarasian rute. Nantinya url apapun yang ditulis sesuai skema di-atas akan bisa diambil path parameter-nya. Misalkan `/page2/halo` maka `ctx.Param("name")` mengembalikan string `halo`.

Test menggunakan curl:

```
curl -X GET http://localhost:9000/page2/grayson
```

◉ Parsing URL Path Param dan Setelahnya

Selain mengambil parameter sesuai spesifik path, kita juga bisa mengambil data **parameter path dan setelahnya**.

```
r.GET("/page3/:name/*", func(ctx echo.Context) error {
    name := ctx.Param("name")
    message := ctx.Param("*")

    data := fmt.Sprintf("Hello %s, I have message for you: %s", name, message)

    return ctx.String(http.StatusOK, data)
})
```

Statement `ctx.Param("*")` mengembalikan semua path sesuai dengan skema url-nya. Misal url adalah `/page3/tim/a/b/c/d/e/f/g/h` maka yang dikembalikan adalah `a/b/c/d/e/f/g/h`.

Test menggunakan curl:

```
curl -X GET http://localhost:9000/page3/tim/need/some/sleep
```

◉ Parsing Form Data

Data yang dikirim sebagai request body dengan jenis adalah Form Data bisa di-ambil dengan mudah menggunakan `ctx.FormValue()`.

```
r.POST("/page4", func(ctx echo.Context) error {
    name := ctx.FormValue("name")
    message := ctx.FormValue("message")

    data := fmt.Sprintf(
        "Hello %s, I have message for you: %s",
        name,
        strings.Replace(message, "/", "", 1),
    )

    return ctx.String(http.StatusOK, data)
})
```

Test menggunakan curl:

```
curl -X POST -F name=damian -F message=angry http://localhost:9000/page4
```

Pada chapter selanjutnya kita akan belajar teknik parsing request data yang lebih advance.

C.3.5. Penggunaan `echo.WrapHandler` Untuk Routing Handler Bertipe `func(http.ResponseWriter,*http.Request)` atau `http.HandlerFunc`

Echo bisa dikombinasikan dengan handler ber-skema *NON-echo-handler* seperti `func(http.ResponseWriter,*http.Request)` atau `http.HandlerFunc`.

Caranya dengan memanfaatkan fungsi `echo.WrapHandler` untuk mengkonversi handler tersebut menjadi echo-compatible. Lebih jelasnya silakan lihat kode berikut.

```
var ActionIndex = func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    w.Write([]byte("from action index"))
}

var ActionHome = http.HandlerFunc(
    func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
        w.Write([]byte("from action home"))
    },
)

var ActionAbout = echo.WrapHandler(
    http.HandlerFunc(
        func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
            w.Write([]byte("from action about"))
        },
    ),
)

func main() {
    r := echo.New()

    r.GET("/index", echo.WrapHandler(http.HandlerFunc(ActionIndex)))
    r.GET("/home", echo.WrapHandler(ActionHome))
    r.GET("/about", ActionAbout)

    r.Start(":9000")
}
```

Untuk routing handler dengan skema `func(http.ResponseWriter,*http.Request)`, maka harus dibungkus dua kali, pertama menggunakan `http.HandlerFunc`, lalu dengan `echo.WrapHandler`.

Sedangkan untuk handler yang sudah bertipe `http.HandlerFunc`, bungkus langsung menggunakan `echo.WrapHandler`.

C.3.6. Routing Static Assets

Cara routing static assets di echo sangatlah mudah. Gunakan method `.Static()`, isi parameter pertama dengan prefix rute yang di-inginkan, dan parameter ke-2 dengan path folder tujuan.

Buat sub folder dengan nama `assets` dalam folder project. Dalam folder tersebut buat sebuah file `layout.js`, isinya bebas.

Pada `main.go` tambahkan routing static yang mengarah ke path folder `assets`.

```
r.Static("/static", "assets")
```

Jalankan aplikasi, lalu coba akses `http://localhost:9000/static/layout.js` .

- Echo, by Vishal Rana (Lab Stack), MIT license

Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-C.3...

C.4. Parsing HTTP Request Payload (Echo)

Pada chapter ini kita akan belajar cara parsing beberapa variasi request payload.

Payload dalam HTTP request bisa dikirimkan dalam berbagai bentuk. Kita akan mempelajari cara untuk handle 4 jenis payload berikut.

- Form Data
- JSON Payload
- XML Payload
- Query String

Secara tidak sadar, kita sudah sering menggunakan jenis payload form data. Contohnya pada html form, ketika event submit di-trigger, data dikirim ke destinasi dalam bentuk form data. Indikatornya adalah data tersebut ditampung dalam request body, dan isi request header `Content-Type` adalah `application/x-www-form-urlencoded` (atau `multipart/form-data`).

JSON payload dan XML payload sebenarnya sama dengan Form Data, pembedanya adalah header `Content-Type` masing-masing request. Untuk JSON payload isi header tersebut adalah `application/json` , sedang untuk XML payload adalah `application/xml` .

Sedang jenis request query string adalah yang paling berbeda. Data tidak disisipkan dalam request body, melainkan pada url nya dalam bentuk key-value.

C.4.1. Parsing Request Payload

Cara parsing payload request dalam echo sangat mudah, apapun jenis payload nya, API yang digunakan untuk parsing adalah sama.

Mari kita langsung praktekan, buat satu folder project baru, buat `main.go` . Buat struct `User` , nantinya digunakan untuk menampung data payload yang dikirim.

```go
package main

import (
    "fmt"
    "github.com/labstack/echo"
    "net/http"
)

type User struct {
    Name  string `json:"name" form:"name" query:"name"`
    Email string `json:"email" form:"email" query:"email"`
}

func main() {
    r := echo.New()

    // routes here

    fmt.Println("server started at :9000")
    r.Start(":9000")
}
```

Selanjutnya siapkan satu buah endpoint `/user` menggunakan `r.Any()`. Method `.Any()` menerima segala jenis request dengan method GET, POST, PUT, atau lainnya.

```go
r.Any("/user", func(c echo.Context) (err error) {
    u := new(User)
    if err = c.Bind(u); err != nil {
        return
    }

    return c.JSON(http.StatusOK, u)
})
```

Bisa dilihat dalam handler, method `.Bind()` milik `echo.Context` digunakan, dengan disisipi parameter pointer objek (hasil cetakan struct `User`). Parameter tersebut nantinya akan menampung payload yang dikirim, entah apapun jenis nya.

C.4.2 Testing

Jalankan aplikasi, lakukan testing. Bisa gunakan `curl` ataupun API testing tools sejenis postman atau lainnya.

Di bawah ini shortcut untuk melakukan request menggunakan `curl` pada 4 jenis payload yang kita telah bahas. Response dari seluruh request adalah sama, menandakan bahwa data yang dikirim berhasil ditampung.

◉ Form Data

```
curl -X POST http://localhost:9000/user \
     -d 'name=Joe' \
     -d 'email=nope@novalagung.com'

# output => {"name":"Nope","email":"nope@novalagung.com"}
```

◉ JSON Payload

```
curl -X POST http://localhost:9000/user \
     -H 'Content-Type: application/json' \
     -d '{"name":"Nope","email":"nope@novalagung.com"}'

# output => {"name":"Nope","email":"nope@novalagung.com"}
```

◉ XML Payload

```
curl -X POST http://localhost:9000/user \
     -H 'Content-Type: application/xml' \
     -d '<?xml version="1.0"?>\
        <Data>\
            <Name>Joe</Name>\
            <Email>nope@novalagung.com</Email>\
        </Data>'

# output => {"name":"Nope","email":"nope@novalagung.com"}
```

◉ Query String

```
curl -X GET http://localhost:9000/user?name=Joe&email=nope@novalagung.com

# output => {"name":"Nope","email":"nope@novalagung.com"}
```

- Echo, by Vishal Rana (Lab Stack), MIT license

Source code praktik chapter ini tersedia di Github

https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-C.4...

C.5. HTTP Request Payload Validation (Validator v9, Echo)

Pada chapter ini kita akan belajar cara validasi payload request di sisi back end. Library yang kita gunakan adalah github.com/go-playground/validator/v10, library ini sangat berguna untuk keperluan validasi data.

C.5.1. Payload Validation

Penggunaan validator cukup mudah, di struct penampung payload, tambahkan tag baru pada masing-masing property dengan skema `validate:"<rules>"`.

Langsung saja kita praktekan, buat folder project baru dengan isi file `main.go`, lalu tulis kode berikut ke dalamnya.

```
package main

import (
    "github.com/labstack/echo"
    "github.com/go-playground/validator/v10"
    "net/http"
)

type User struct {
    Name  string `json:"name"  validate:"required"`
    Email string `json:"email" validate:"required,email"`
    Age   int    `json:"age"   validate:"gte=0,lte=80"`
}
```

Struct `User` memiliki 3 field, berisikan aturan/rule validasi, yang berbeda satu sama lain (bisa dilihat pada tag `validate`). Kita bahas validasi per-field agar lebih mudah untuk dipahami.

- Field `Name`, tidak boleh kosong.
- Field `Email`, tidak boleh kosong, dan isinya harus dalam format email.
- Field `Age`, tidak harus di-isi; namun jika ada isinya, maka harus berupa numerik dalam kisaran angka 0 hingga 80.

Kurang lebih berikut adalah penjelasan singkat mengenai beberapa rule yang kita gunakan di atas.

- Rule `required`, menandakan bahwa field harus di isi.
- Rule `email`, menandakan bahwa value pada field harus dalam bentuk email.
- Rule `gte=n`, artinya isi harus numerik dan harus di atas `n` atau sama dengan `n`.
- Rule `lte=n`, berarti isi juga harus numerik, dengan nilai di bawah `n` atau sama dengan `n`.

Jika sebuah field membutuhkan dua atau lebih rule, maka tulis seluruhnya dengan delimiter tanda koma (`,`).

OK, selanjutnya buat struct baru `CustomValidator` dengan isi sebuah property bertipe `*validator.Validate` dan satu buah method ber-skema `Validate(interface{})error`. Objek cetakan struct ini akan kita gunakan sebagai pengganti default validator milik echo.

```
type CustomValidator struct {
    validator *validator.Validate
}

func (cv *CustomValidator) Validate(i interface{}) error {
    return cv.validator.Struct(i)
}

func main() {
    e := echo.New()
    e.Validator = &CustomValidator{validator: validator.New()}

    // routes here

    e.Logger.Fatal(e.Start(":9000"))
}
```

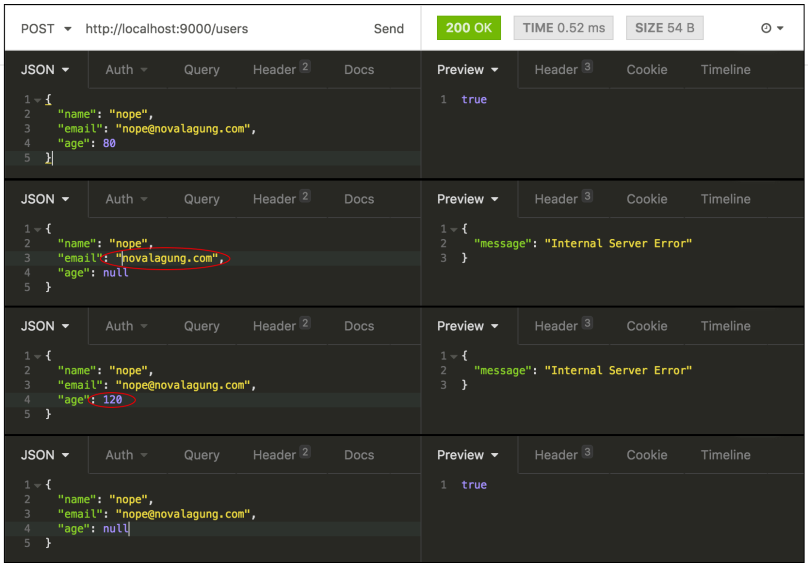
Method `.Struct()` milik `*validator.Validate`, digunakan untuk mem-validasi data objek dari struct.

> Library validator menyediakan banyak sekali cakupan data yang bisa divalidasi, tidak hanya struct, lebih jelasnya silakan lihat di laman github https://github.com/go-playground/validator.

Siapkan sebuah endpoint untuk keperluan testing. Dalam endpoint ini method `Validate` milik `CustomValidator` dipanggil.

```
e.POST("/users", func(c echo.Context) error {
    u := new(User)
    if err := c.Bind(u); err != nil {
        return err
    }
    if err := c.Validate(u); err != nil {
        return err
    }

    return c.JSON(http.StatusOK, true)
})
```

OK, jalankan aplikasi, lakukan testing.



Bisa dilihat pada gambar di atas, ada beberapa request yang mengembalikan error.

- Request pertama adalah valid.
- Request ke-2 error karena value dari field `email` tidak valid. Harusnya berisi value dalam format email.
- Request ke-3 error karena value field `age` lebih dari 80. Value seharusnya numerik kisaran 0 hingga 80.
- Sedangkan request ke-4 sukses meskipun `age` adalah `null`, hal ini karena rule untuk field tersebut tidak ada `required`.

> Field `Age` tidak harus di-isi; namun jika ada isinya, maka harus berupa numerik dalam kisaran angka 0 hingga 80.

Dari testing di atas bisa kita simpulkan bahwa fungsi validasi berjalan sesuai harapan. Namun masih ada yang kurang, ketika ada yang tidak valid, error yang dikembalikan selalu sama, yaitu message `Internal server error`.

Sebenarnya error 500 ini sudah sesuai jika muncul pada page yang sifatnya menampilkan konten. Pengguna tidak perlu tau secara mendetail mengenai detail error yang sedang terjadi. Mungkin dibuat saja halaman custom error agar lebih menarik.

Tapi untuk web service (RESTful API?), akan lebih baik jika errornya detail (terutama pada fase development), agar aplikasi consumer bisa lebih bagus dalam meng-handle error tersebut.

Nah, pada chapter selanjutnya kita akan belajar cara membuat custom error handler untuk meningkatkan kualitas error reporting.

- Echo, by Vishal Rana (Lab Stack), MIT license
- Validator v10, by Dean Karn (Go Playground), MIT license

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-C.5...

C.6. HTTP Error Handling (Validator v9, Echo)

Pada chapter ini kita akan belajar cara membuat custom error handler yang lebih readable, sangat cocok untuk web service. Bahan dasar yang kita manfaatkan adalah source code pada chapter sebelum ini, lalu dimodifikasi. Jadi silakan salin project pada chapter sebelumnya sebagai project folder baru.

C.6.1. Error Handler

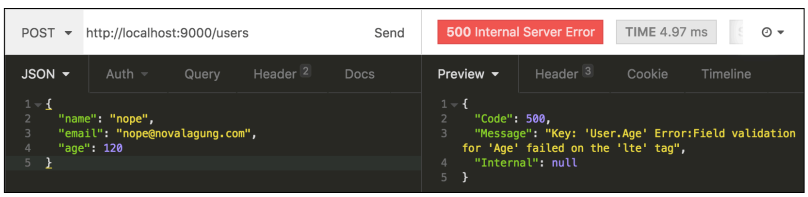
Cara meng-custom default error handler milik echo, adalah dengan meng-override property `e.HTTPErrorHandler`. Langsung saja override property tersebut dengan callback berisi parameter objek error dan context. Gunakan callback tersebut untuk bisa menampilkan error yg lebih detail.

```
e.HTTPErrorHandler = func(err error, c echo.Context) {
    report, ok := err.(*echo.HTTPError)
    if !ok {
        report = echo.NewHTTPError(http.StatusInternalServerError, err.Error())
    }

    c.Logger().Error(report)
    c.JSON(report.Code, report)
}
```

Pada kode di atas, objek `report` menampung objek error setelah di casting ke tipe `echo.HTTPError`. Error tipe ini adalah error-error yang berhubungan dengan http, yang di-handle oleh echo. Untuk error yang bukan dari echo, tipe nya adalah `error` biasa. Pada kode di atas kita standarkan, semua jenis error harus berbentuk `echo.HTTPError`.

Selanjutnya objek error tersebut kita tampilkan ke console dan juga ke browser dalam bentuk JSON.

OK, jalankan aplikasi, lalu test hasilnya.



```
[novalagung:chapter-b.4 $ go run 1-custom-api-error-simple.go                    ]

   ____    __
  / __/___/ /  ___
 / _// __/ _ \/ _ \
/___/\__/_//_/\___/ v3.3.dev
High performance, minimalist Go web framework
https://echo.labstack.com
____________________________________O/_______
                                    O\
⇨ http server started on [::]:9000
{"time":"2018-07-13T15:45:45.383998212+07:00","level":"ERROR","prefix":"echo","fil
e":"1-custom-api-error-simple.go","line":"32","message":"code=500, message=Key: 'U
ser.Age' Error:Field validation for 'Age' failed on the 'lte' tag"}
```

C.6.2. Human-Readable Error

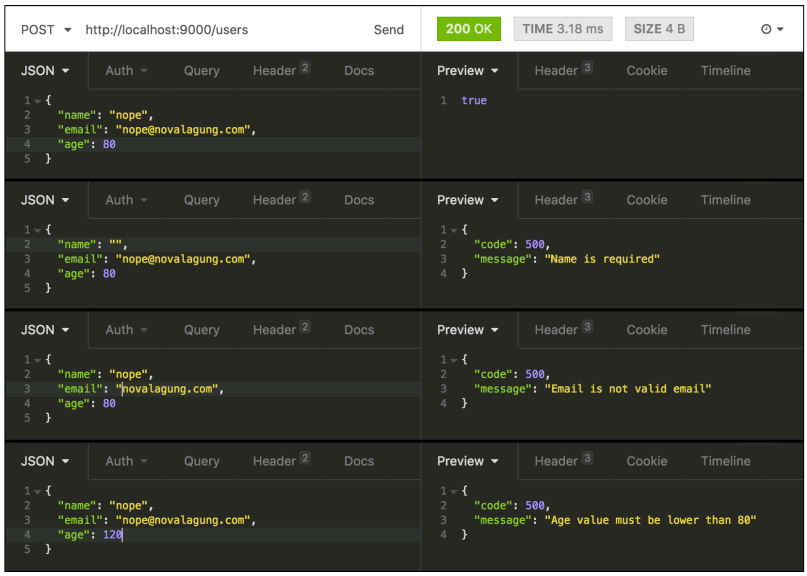
Error yang dikembalikan sudah bisa lebih detail dibanding sebelumnya, tapi masih kurang, karena masih susah untuk dipahami. Lakukan modifikasi pada callback custom error handler menjadi seperti pada kode berikut.

```go
e.HTTPErrorHandler = func(err error, c echo.Context) {
    report, ok := err.(*echo.HTTPError)
    if !ok {
        report = echo.NewHTTPError(http.StatusInternalServerError, err.Error())
    }

    if castedObject, ok := err.(validator.ValidationErrors); ok {
        for _, err := range castedObject {
            switch err.Tag() {
            case "required":
                report.Message = fmt.Sprintf("%s is required",
                    err.Field())
            case "email":
                report.Message = fmt.Sprintf("%s is not valid email",
                    err.Field())
            case "gte":
                report.Message = fmt.Sprintf("%s value must be greater than %s"
                    err.Field(), err.Param())
            case "lte":
                report.Message = fmt.Sprintf("%s value must be lower than %s",
                    err.Field(), err.Param())
            }

            break
        }
    }

    c.Logger().Error(report)
    c.JSON(report.Code, report)
}
```

Error yang dikembalikan oleh *validator.v9* bertipe `validator.ValidationErrors`. Pada kode di atas bisa kita lihat ada pengecekan apakah error tersebut adalah dari library *validator.v9* atau bukan; jika memang iya, maka `report.Message` diubah isinya dengan kata-kata yang lebih mudah dipahami.

Tipe `validator.ValidationErrors` sendiri sebenarnya merupakan slice `[]validator.FieldError`. Objek tersebut di-loop, lalu diambil-lah elemen pertama sebagai nilai baik error.

OK, jalankan ulang aplikasi, lalu test.



C.6.3. Custom Error Page

Untuk aplikasi non-web-service, akan lebih baik jika setiap terjadi error dimunculkan error page, atau halaman khusus yang menampilkan informasi error.

Di echo sangatlah mudah untuk membuat halaman custom error. Contoh implementasinya seperti kode di bawah ini.

```
e.HTTPErrorHandler = func(err error, c echo.Context) {
    report, ok := err.(*echo.HTTPError)
    if !ok {
        report = echo.NewHTTPError(http.StatusInternalServerError, err.Error())
    }

    errPage := fmt.Sprintf("%d.html", report.Code)
    if err := c.File(errPage); err != nil {
        c.HTML(report.Code, "Errrrooooorrrrr")
    }
}
```

Setiap kali error terjadi, maka halaman dengan nama adalah `<error-code>.html` dicari untuk kemudian ditampilkan. Misalkan errornya adalah 500 Internal Server Error, maka halaman `500.html` muncul; error 404 Page Not Found, maka halaman `404.html` muncul.

Silakan ubah kode `fmt.Sprintf("%d.html", report.Code)` sesuai format nama halaman error yang digunakan.

- Echo, by Vishal Rana (Lab Stack), MIT license
- Validator v9, by Dean Karn (Go Playground), MIT license

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-C.6...

C.7. Template Rendering in Echo

Pada chapter ini kita akan belajar cara render template html pada aplikasi yang routingnya menggunakan echo.

Pada dasarnya proses parsing dan rendering template tidak di-handle oleh echo sendiri, melainkan oleh API dari package `html/template`. Jadi bisa dibilang cara render template di echo adalah sama seperti pada aplikasi yang murni menggunakan golang biasa, seperti yang sudah dibahas pada chapter Template: Render HTML Template, Template: Render Partial HTML Template, Template: Render Specific HTML Template, dan Template: Render HTML String.

Echo menyediakan satu fasilitas yang bisa kita manfaatkan untuk standarisasi rendering template. Cara penggunaannya, dengan meng-override default `.Renderer` property milik echo menggunakan objek cetakan struct, yang mana pada struct tersebut harus ada method bernama `.Render()` dengan skema sesuai dengan kebutuhan echo. Nah, di dalam method `.Render()` inilah kode untuk parsing dan rendering template ditulis.

C.7.1. Praktek

Agar lebih mudah dipahami, mari langsung kita praktekan. Siapkan sebuah project, import package yang dibutuhkan.

```
package main

import (
    "github.com/labstack/echo"
    "html/template"
    "io"
    "net/http"
)

type M map[string]interface{}
```

Buat sebuah struct bernama `Renderer`, struct ini mempunyai 3 buah property dan 2 buah method.

```
type Renderer struct {
    template *template.Template
    debug    bool
    location string
}
```

Berikut adalah tugas dan penjelasan mengenai ketiga property di atas.

- Property `.template` bertanggung jawab untuk parsing dan rendering template.

- Property `.location` mengarah ke path folder di mana file template berada.
- Property `.debug` menampung nilai bertipe `bool`.
  - Jika `false`, maka parsing template hanya dilakukan sekali saja pada saat aplikasi di start. Mode ini sangat cocok untuk diaktifkan pada stage production.
  - Sedangkan jika nilai adalah `true`, maka parsing template dilakukan tiap pengaksesan rute. Mode ini cocok diaktifkan untuk stage development, karena perubahan kode pada file html sering pada stage ini.

Selanjutnya buat fungsi `NewRenderer()` untuk mempermudah inisialisasi objek renderer.

```
func NewRenderer(location string, debug bool) *Renderer {
    tpl := new(Renderer)
    tpl.location = location
    tpl.debug = debug

    tpl.ReloadTemplates()

    return tpl
}
```

Siapkan dua buah method untuk struct renderer, yaitu `.ReloadTemplates()` dan `.Render()`.

```
func (t *Renderer) ReloadTemplates() {
    t.template = template.Must(template.ParseGlob(t.location))
}

func (t *Renderer) Render(
    w io.Writer,
    name string,
    data interface{},
    c echo.Context,
) error {
    if t.debug {
        t.ReloadTemplates()
    }

    return t.template.ExecuteTemplate(w, name, data)
}
```

Method `.ReloadTemplates()` bertugas untuk parsing template. Method ini wajib dipanggil pada saat inisialisasi objek renderer. Jika `.debug == true`, maka method ini harus dipanggil setiap kali rute diakses (jika tidak, maka perubahan pada view tidak akan muncul).

Method `.Render()` berguna untuk render template yang sudah diparsing sebagai output. Method ini harus dibuat dalam skema berikut.

```
// skema method Render()
func (io.Writer, string, interface{}, echo.Context) error
```

Selanjutnya, buat echo router, override property renderer nya, dan siapkan sebuah rute.

```
func main() {
    e := echo.New()

    e.Renderer = NewRenderer("./*.html", true)

    e.GET("/index", func(c echo.Context) error {
        data := M{"message": "Hello World!"}
        return c.Render(http.StatusOK, "index.html", data)
    })

    e.Logger.Fatal(e.Start(":9000"))
}
```

Saat pemanggilan `NewRenderer()` sisipkan path folder tempat file template html berada. Gunakan `./*.html` agar mengarah ke **semua file html pada current folder**.

Buat file `index.html` dengan isi kode di bawah ini.

```
<!DOCTYPE html>
<html>
    <head>
        <title></title>
    </head>
    <body>
        Message from index: {{.message}}!
    </body>
</html>
```

Pada rute `/index`, sebuah variabel bernama `data` disiapkan, bertipe `map` dengan isi satu buah item. Data tersebut disisipkan pada saat view di-render, membuatnya bisa diakses dari dalam template html.

Syntax `{{.message}}` artinya menampilkan isi property yang namanya adalah `message` dari current context (yaitu objek data yang disisipkan). Lebih jelasnya silakan baca kembali chapter B. Template Actions & Variables.

Jalankan aplikasi untuk melihat hasilnya.

C.7.2. Render Parsial dan Spesifik Template

Proses parsing dan rendering tidak di-handle oleh echo, melainkan menggunakan API dari `html/template`. Echo hanya menyediakan tempat untuk mempermudah pemanggilan fungsi rendernya. Nah dari sini berarti untuk render parsial, render spesifik template, maupun operasi template lainnya dilakukan seperti biasa, menggunakan `html/template`.

- Echo, by Vishal Rana (Lab Stack), MIT license

Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-C.7...

C.8. Advanced Middleware & Logging (Logrus, Echo Logger)

Middleware adalah sebuah blok kode yang dipanggil sebelum ataupun sesudah http request di-proses. Middleware biasanya dibuat per-fungsi-nya, contohnya: middleware autentikasi, middleware untuk logging, middleware untuk gzip compression, dan lainnya.

Pada chapter ini kita akan belajar cara membuat dan me-manage middleware.

C.8.1. Custom Middleware

Pembuatan middleware pada echo sangat mudah, cukup gunakan method `.Use()` milik objek echo untuk registrasi middleware. Method ini bisa dipanggil berkali-kali, dan eksekusi middleware-nya sendiri adalah berurutan sesuai dengan urutan registrasi.

OK, langsung saja, buat folder project baru dengan isi sebauh file `main.go` seperti biasanya. Lalu tulis kode berikut.

```
package main

import (
    "fmt"
    "github.com/labstack/echo"
    "net/http"
)

func main() {
    e := echo.New()

    // middleware here

    e.GET("/index", func(c echo.Context) (err error) {
        fmt.Println("threeeeee!")

        return c.JSON(http.StatusOK, true)
    })

    e.Logger.Fatal(e.Start(":9000"))
}
```

Kode di atas merupakan aplikasi web kecil, berisi satu buah rute `/index` yang ketika di akses akan print log `"threeeeee!"` ke console.

Selanjutnya, buat dua middleware, `middlewareOne` dan `middlewareTwo`. Isinya juga menampilkan log.

```go
func middlewareOne(next echo.HandlerFunc) echo.HandlerFunc {
    return func(c echo.Context) error {
        fmt.Println("from middleware one")
        return next(c)
    }
}

func middlewareTwo(next echo.HandlerFunc) echo.HandlerFunc {
    return func(c echo.Context) error {
        fmt.Println("from middleware two")
        return next(c)
    }
}
```

Registrasikan kedua middleware di atas. Kode di bawah ini adalah contoh cara registrasinya.

```go
func main() {
    e := echo.New()

    e.Use(middlewareOne)
    e.Use(middlewareTwo)

    // ...
```

Jalankan aplikasi, lihat hasilnya.

C.8.2. Integrasi Middleware ber-skema Non-Echo-Middleware

Di echo, fungsi middleware harus memiliki skema `func(echo.HandlerFunc)echo.HandlerFunc`. Untuk 3rd party middleware, tetap bisa dikombinasikan dengan echo, namun membutuhkan sedikit penyesuaian tentunya.

Echo menyediakan solusi mudah untuk membantu integrasi 3rd party middleware, yaitu dengan menggunakan fungsi `echo.WrapMiddleware()` untuk mengkonversi middleware menjadi echo-compatible-middleware, dengan syarat skema harus dalam bentuk `func(http.Handler)http.Handler`.

Silakan praktekan kode berikut.

```
func middlewareSomething(next http.Handler) http.Handler {
    return http.HandlerFunc(func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
        fmt.Println("from middleware something")
        next.ServeHTTP(w, r)
    })
}

func main() {
    e := echo.New()

    e.Use(echo.WrapMiddleware(middlewareSomething))

    // ...
```

Bisa dilihat, fungsi `middlewareSomething` tidak menggunakan skema middleware milik echo, namun tetap bisa digunakan dalam `.Use()` dengan cara dibungkus fungsi `echo.WrapMiddleware()`.

C.8.3. Echo Middleware: Logger

Seperti yang sudah penulis jelaskan pada awal chapter B, bahwa echo merupakan framework besar, di dalamnya terdapat banyak dependency dan library, salah satunya adalah logging middleware.

Cara menggunakan logging middleware (ataupun middleware lainnya milik echo) adalah dengan meng-import package `github.com/labstack/echo/middleware`, lalu panggil nama middleware nya. Lebih detailnya silakan baca dokumentasi echo mengenai middleware di https://echo.labstack.com/middleware.

Berikut merupakan contoh penggunaan echo logging middleware.

```go
package main

import (
    "github.com/labstack/echo"
    "github.com/labstack/echo/middleware"
    "net/http"
)

func main() {
    e := echo.New()

    e.Use(middleware.LoggerWithConfig(middleware.LoggerConfig{
        Format: "method=${method}, uri=${uri}, status=${status}\n",
    }))

    e.GET("/index", func(c echo.Context) (err error) {
        return c.JSON(http.StatusOK, true)
    })

    e.Logger.Fatal(e.Start(":9000"))
}
```

Cara menggunakan echo logging middleware adalah dengan membuat objek logging baru lewat statement `middleware.Logger()`, lalu membungkusnya dengan `e.Use()`. Atau bisa juga menggunakan `middleware.LoggerWithConfig()` jika logger yang dibuat memerlukan beberapa konfigurasi (tulis konfigurasinya sebagai property objek cetakan `middleware.LoggerConfig`, lalu tempatkan sebagai parameter method pemanggilan `.LoggerWithConfig()`).

Jalankan aplikasi, lalu lihat hasilnya.

```
[novalagung:chapter-b.6 $ go run 2-middleware-logger.go                    ]

   ____    __
  / __/___/ /  ___
 / _// __/ _ \/ _ \
/___/\__/_//_/\___/ v3.3.dev
High performance, minimalist Go web framework
https://echo.labstack.com
____________________________________O/_______
                                    O\
⇨ http server started on [::]:9000
method=GET, uri=/index, status=200
method=GET, uri=/index, status=200
method=GET, uri=/index, status=200
```

Berikut merupakan list middleware yang disediakan oleh echo, atau cek https://echo.labstack.com/middleware untuk lebih detailnya.

- Basic Auth
- Body Dump
- Body Limit

- CORS
- CSRF
- Casbin Auth
- Gzip
- JWT
- Key Auth
- Logger
- Method Override
- Proxy
- Recover
- Redirect
- Request ID
- Rewrite
- Secure
- Session
- Static
- Trailing Slash

C.8.4. 3rd Party Logging Middleware: Logrus

Selain dengan membuat middleware sendiri, ataupun menggunakan echo middleware, kita juga bisa menggunakan 3rd party middleware lain. Tinggal sesuaikan sedikit agar sesuai dengan skema fungsi middleware milik echo untuk bisa digunakan.

Next, kita akan coba untuk meng-implementasi salah satu golang library terkenal untuk keperluan logging, yaitu logrus.

Buat file baru, import packages yang diperlukan, lalu buat fungsi `makeLogEntry()`, fungsi ini menerima satu parameter bertipe `echo.Context` dan mengembalikan objek logrus `*log.Entry`.

```go
package main

import (
    "fmt"
    "github.com/labstack/echo"
    log "github.com/sirupsen/logrus"
    "net/http"
    "time"
)

func makeLogEntry(c echo.Context) *log.Entry {
    if c == nil {
        return log.WithFields(log.Fields{
            "at": time.Now().Format("2006-01-02 15:04:05"),
        })
    }

    return log.WithFields(log.Fields{
        "at":     time.Now().Format("2006-01-02 15:04:05"),
        "method": c.Request().Method,
        "uri":    c.Request().URL.String(),
        "ip":     c.Request().RemoteAddr,
    })
}
```

Fungsi `makeLogEntry()` bertugas membuat basis log objek yang akan ditampilkan. Informasi standar seperti waktu, dibentuk di dalam fungsi ini. Khusus untuk log yang berhubungan dengan http request, maka informasi yang lebih detail dimunculkan (http method, url, dan IP).

Selanjutnya, buat fungsi `middlewareLogging()` dan `errorHandler()`.

```
func middlewareLogging(next echo.HandlerFunc) echo.HandlerFunc {
    return func(c echo.Context) error {
        makeLogEntry(c).Info("incoming request")
        return next(c)
    }
}

func errorHandler(err error, c echo.Context) {
    report, ok := err.(*echo.HTTPError)
    if ok {
        report.Message = fmt.Sprintf("http error %d - %v", report.Code, report.
    } else {
        report = echo.NewHTTPError(http.StatusInternalServerError, err.Error())
    }

    makeLogEntry(c).Error(report.Message)
    c.HTML(report.Code, report.Message.(string))
}
```

Fungsi `middlewareLogging()` bertugas untuk menampilkan log setiap ada http request masuk. Dari objek `*log.Entry` -yang-dicetak-lewat-fungsi- `makeLogEntry()` -, panggil method `Info()` untuk menampilkan pesan log dengan level adalah INFO.

Sedang fungsi `errorHandler` akan digunakan untuk meng-override default http error handler milik echo. Dalam fungsi ini log dengan level ERROR dimunculkan lewat pemanggilan method `Error()` milik `*log.Entry`.

Buat fungsi `main()`, implementasikan semua fungsi tersebut, siapkan yang harus disiapkan.

```go
func main() {
    e := echo.New()

    e.Use(middlewareLogging)
    e.HTTPErrorHandler = errorHandler

    e.GET("/index", func(c echo.Context) error {
        return c.JSON(http.StatusOK, true)
    })

    lock := make(chan error)
    go func(lock chan error) { lock <- e.Start(":9000") }(lock)

    time.Sleep(1 * time.Millisecond)
    makeLogEntry(nil).Warning("application started without ssl/tls enabled")

    err := <-lock
    if err != nil {
        makeLogEntry(nil).Panic("failed to start application")
    }
}
```

Fungsi `main()` di atas berisikan beberapa kode yang jarang kita gunakan, pada saat men-start web server.

Web server di start dalam sebuah goroutine. Karena method `.Start()` milik echo adalah blocking, kita manfaatkan nilai baliknya untuk di kirim ke channel `lock`.

Selanjutnya dengan delay waktu 1 milidetik, log dengan level WARNING dimunculkan. Ini hanya simulasi saja, karena memang aplikasi tidak di start menggunakan ssl/tls. Dengan memberi delay 1 milidetik, maka log WARNING bisa muncul setelah log default dari echo muncul.

Nah pada bagian penerimaan channel, jika nilai baliknya tidak `nil` maka pasti terjadi error pada saat start web server, dan pada saat itu juga munculkan log dengan level PANIC.

OK, sekarang jalankan lalu test aplikasi.

```
novalagung:chapter-b.6 $ go run 3-3rdparty-middleware-logrus.go

   ___   __
  / __/___/ /  ___
 / _// __/ _ \/ _ \
/___/\__/_//_/\___/ v3.3.dev
High performance, minimalist Go web framework
https://echo.labstack.com
____________________________________O/_______
                                    O\
⇨ http server started on [::]:9000
WARN[0000] application started without ssl/tls enabled   at="2018-07-13 19:49:54"
INFO[0003] incoming request                              at="2018-07-13 19:49:57" ip="[::1]:57720" method=GET uri=/index
INFO[0011] incoming request                              at="2018-07-13 19:50:05" ip="[::1]:57720" method=GET uri=/index
INFO[0015] incoming request                              at="2018-07-13 19:50:09" ip="[::1]:57720" method=GET uri=/isthispageexists
ERRO[0015] http error 404 - Not Found                    at="2018-07-13 19:50:09" ip="[::1]:57720" method=GET uri=/isthispageexists
INFO[0022] incoming request                              at="2018-07-13 19:50:16" ip="[::1]:57720" method=GET uri=/howaboutthispage
ERRO[0022] http error 404 - http error 404 - Not Found   at="2018-07-13 19:50:16" ip="[::1]:57720" method=GET uri=/howaboutthispage
INFO[0024] incoming request                              at="2018-07-13 19:50:18" ip="[::1]:57720" method=GET uri=/index
```

Satu kata, *cantik*.

- Echo, by Vishal Rana (Lab Stack), MIT license
- Logrus, by Simon Eskildsen, MIT license

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-C.8...

C.9. CLI Flag Parser (Kingpin v2)

Tidak jarang, sebuah aplikasi dalam eksekusinya membutuhkan argumen untuk disisipkan, entah itu mandatory atau tidak. Contohnya seperti berikut.

```
$ ./main --port=3000
```

Pada chapter ini kita akan belajar cara parsing argumen eksekusi aplikasi. Parsing sebenarnya bisa dilakukan dengan cukup memainkan property `os.Args`, akan tetapi pada pembelajaran kali ini kita akan menggunakan 3rd party library github.com/alecthomas/kingpin untuk mempermudah pelaksanaannya.

C.9.1. Parsing Argument

Kita akan buat aplikasi yang bisa menerima bentuk argument seperti berikut.

```
# $ ./main ArgAppName <ArgPort>
$ ./main "My Application" 4000
```

Argument `ArgAppName` mandatory, harus diisi, sedangkan argument `ArgPort` adalah opsional (ada nilai default-nya).

OK, mari kita praktekan. Buat folder project baru dengan isi satu buah main file. Siapkan dua buah property untuk menampung `appName` dan `port`, dan satu buah fungsi `main()`.

```
package main

import (
    "fmt"
    "net/http"

    "github.com/labstack/echo"
    "gopkg.in/alecthomas/kingpin.v2"
)

var (
    argAppName = kingpin.Arg("name", "Application name").Required().String()
    argPort    = kingpin.Arg("port", "Web server port").Default("9000").Int()
)

func main() {
    kingpin.Parse()

    // more code here ...
}
```

Statement `kingpin.Arg()` digunakan untuk menyiapkan objek penampung argument. Tulis nama argument sebagai parameter pertama, dan deskripsi argument sebagai parameter kedua. 2 Informasi tersebut nantinya akan muncul ketika flag `--help` digunakan.

Untuk aplikasi yang memerlukan banyak argument, deklarasi variabel penampungnya harus dituliskan berurutan. Seperti contoh di atas `argAppName` merupakan argument pertama, dan `argPort` adalah argument kedua.

Chain statement `kingpin.Arg()` dengan beberapa method yang tersedia sesuai dengan kebutuhan. Berikut adalah penjelasan dari 4 method yang digunakan di atas.

- Method `.Required()` membuat argument yang ditulis menjadi mandatory. Jika tidak disisipkan maka muncul error.
- Method `.String()` menandakan bahwa argument ditampung dalam tipe `string`.
- Method `.Default()` digunakan untuk menge-set default value dari argument. Method ini adalah kebalikan dari `.Required()`. Jika default value di-set maka argument boleh untuk tidak diisi. Objek penampung akan berisi default value.
- Method `.Int()` menandakan bahwa argument ditampung dalam tipe `int`.

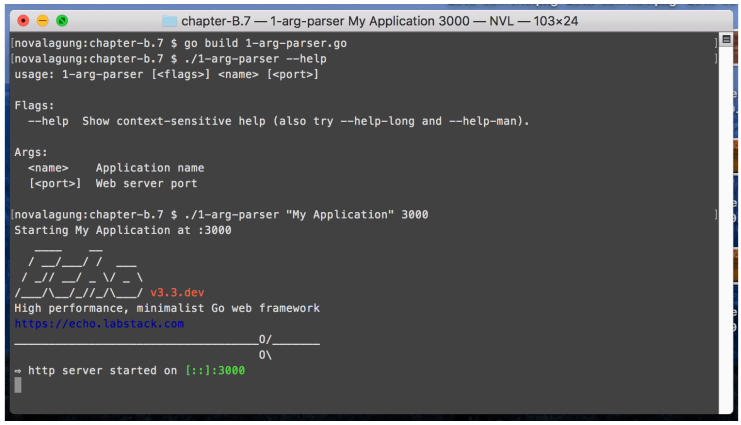
Perlu diketahui, dalam pendefinisian argument, penulisan statement-nya harus diakhiri dengan pemanggilan method `.String()`, `.Int()`, `.Bool()`, atau method tipe lainnya yang di-support oleh kingpin. Lebih jelasnya silakan cek laman dokumentasi.

Mari kita selesaikan aplikasi, silakan tulis kode berikut dalam fungsi `main()`.

```
appName := *argAppName
port := fmt.Sprintf(":%d", *argPort)

fmt.Printf("Starting %s at %s", appName, port)

e := echo.New()
e.GET("/index", func(c echo.Context) (err error) {
  return c.JSON(http.StatusOK, true)
})
e.Logger.Fatal(e.Start(port))
```

Objek argument kingpin pasti bertipe pointer, maka *dereference* objek tersebut untuk mengambil nilai aslinya.

Jalankan aplikasi, cek hasilnya.



Bisa dilihat dari gambar di atas ketika flag `--help` dipanggil list semua argument muncul.

C.9.2. Penggunaan Kingpin Application Instance

Dari yang sudah kita praktekan di atas, fungsi-fungsi diakses langsung dari package `kingpin`.

```
kingpin.Arg("name", "Application name").Required().String()
kingpin.Arg("port", "Web server port").Default("9000").Int()

kingpin.Parse()
```

Kingpin menyediakan fasilitas untuk membuat *-what-so-called-* objek kingpin application. Lewat objek ini, semua fungsi yang biasa digunakan (seperti `.Arg()` atau `.Parse()`) bisa diakses sebagai method.

Kelebihan menggunakan kingpin application, kita bisa buat custom handler untuk antisipasi error. Pada aplikasi yg sudah dibuat di atas, jika argument yang *required* tidak disisipkan dalam eksekusi binary, maka aplikasi langsung exit dan error muncul. Error sejenis ini bisa kita override jika menggunakan kingpin application.

Berikut adalah contoh implementasinya.

```
app        = kingpin.New("App", "Simple app")
argAppName = app.Arg("name", "Application name").Required().String()
argPort    = app.Arg("port", "Web server port").Default("9000").Int()

command, err := app.Parse(os.Args[1:])
if err != nil {
  // handler error here ...
}
```

Statement `kingpin.Arg()` diganti dengan `app.Arg()`. Juga, `kingpin.Parse()` diganti dengan `app.Parse()`, dengan pemanggilannya harus disisipkan `os.Args[1:]`.

Manfaatkan objek `err` kembalian `app.Parse()` untuk membuat custom error handling. Atau bisa tetap gunakan default custom error handling milik kingpin, caranya dengan membungkus statement `app.Parse()` ke dalam `kingpin.MustParse()`.

```
kingpin.MustParse(app.Parse(os.Args[1:]))
```

C.9.3. Parsing Flag

Flag adalah argument yang lebih terstruktur. Golang sebenarnya sudah menyediakan package `flag`, isinya API untuk parsing flag.

- Contoh argument:

  ```
  $ ./executable "My application" 4000
  ```

- Contoh flag:

  ```
  $ ./executable --name="My application" --port=4000
  $ ./executable --name "My application" --port 4000
  $ ./executable --name "My application" -p 4000
  ```

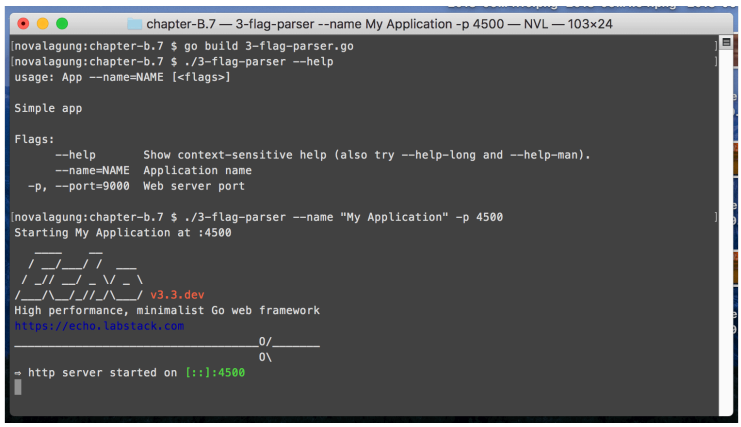
Kita tetap menggunakan kingpin pada bagian ini. Pembuatan flag di kingpin tidak sulit, cukup gunakan `.Flag()` (tidak menggunakan `.Arg()`). Contohnya seperti berikut.

```
app         = kingpin.New("App", "Simple app")
flagAppName = app.Flag("name", "Application name").Required().String()
flagPort    = app.Flag("port", "Web server port").Short('p').Default("9000").Ir

kingpin.MustParse(app.Parse(os.Args[1:]))
```

Method `.Short()` digunakan untuk mendefinisikan short flag. Pada kode di atas, flag port bisa ditulis dalam bentuk `--port=value` ataupun `-p=value`.

Penggunaan flag `--help` akan memunculkan keterangan mendetail tiap-tiap flag.

> Flag bisa dikombinasikan dengan argument.



C.9.4. Parsing Command

Command adalah bentuk yang lebih advance dari argument. Banyak command bisa dibuat, pendefinisian flag ataupun argument bisa dilakukan lebih spesifik, untuk masing-masing command.

Di bagian ini kita akan buat sebuah aplikasi untuk simulasi manajemen user. Tiga buah command dipersiapkan dengan skema sebagai berikut.

- Command `add`
  - Flag `--override`
  - Argument `user`
- Command `update`
  - Argument `old user`
  - Argument `new user`
- Command `delete`
  - Flag `--force`
  - Argument `user`

Mari kita praktekan, buat satu folder project baru. Buat satu file main, isi dengan kode berikut.

```
package main

import (
    "fmt"
    "os"

    "gopkg.in/alecthomas/kingpin.v2"
)

var app = kingpin.New("App", "Simple app")
```

Method `.Command()` digunakan untuk membuat command. Pembuatan argument dan flag masing-masing command bisa dilakukan seperti biasanya, dengan mengakses method `.Arg()` atau `.Flag()`, hanya saja pengaksesannya lewat objek command masing-masing. Contoh:

```
var commandSomething = app.Command("something", "do something")
var commandSomethingArgX = commandSomething.Flag("x", "arg x").String()
var commandSomethingFlagY = commandSomething.Flag("y", "flag y").String()
```

OK, sekarang buat 3 command sesuai skema yang sudah disepakati di atas.

- Command add, beserta flag dan argument-nya.

```
var commandAdd = app.Command("add", "add new user")
var commandAddFlagOverride = commandAdd.Flag("override", "override existin
   Short('o').Bool()
var commandAddArgUser = commandAdd.Arg("user", "username").Required().Stri
```

- Command update, beserta argument-nya.

```
var commandUpdate = app.Command("update", "update user")
var commandUpdateArgOldUser = commandUpdate.Arg("old", "old username").Req
  String()
var commandUpdateArgNewUser = commandUpdate.Arg("new", "new username").Req
  String()
```

- Command delete, beserta flag dan argument-nya.

```
var commandDelete          = app.Command("delete", "delete user")
var commandDeleteFlagForce = commandDelete.Flag("force", "force deletion")
  Short('f').Bool()
var commandDeleteArgUser   = commandDelete.Arg("user", "username").Require
  String()
```

Buat fungsi main, lalu di dalamnya siapkan action untuk masing-masing command. Gunakan method `.Action()` dengan parameter adalah fungsi berskema `func(*kingpin.ParseContext)error` untuk menambahkan action.

Di akhir, tulis statement untuk parsing.

```
func main() {
    commandAdd.Action(func(ctx *kingpin.ParseContext) error {
         // more code here ...
    })

    commandUpdate.Action(func(ctx *kingpin.ParseContext) error {
         // more code here ...
    })

    commandDelete.Action(func(ctx *kingpin.ParseContext) error {
         // more code here ...
    })

    kingpin.MustParse(app.Parse(os.Args[1:]))
}
```

Berikut adalah isi masing-masing action dari ketiga command di atas.

- Action command `add` :

```
commandAdd.Action(func(ctx *kingpin.ParseContext) error {
   user := *commandAddArgUser
   override := *commandAddFlagOverride
   fmt.Printf("adding user %s, override %t \n", user, override)

   return nil
})
```

- Action command `update` :

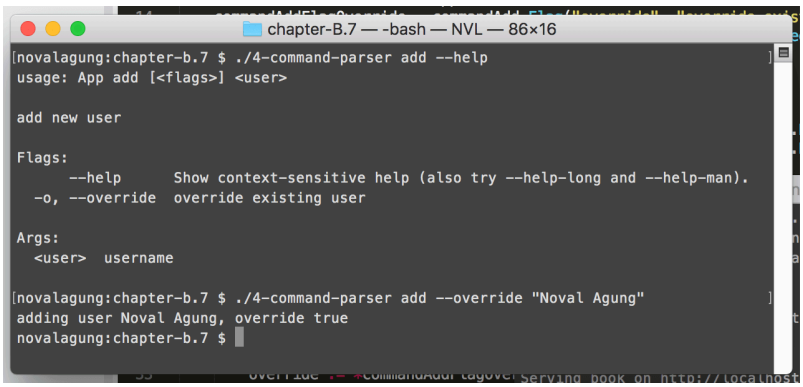
```
commandUpdate.Action(func(ctx *kingpin.ParseContext) error {
   oldUser := *commandUpdateArgOldUser
   newUser := *commandUpdateArgNewUser
   fmt.Printf("updating user from %s %s \n", oldUser, newUser)

   return nil
})
```

- Action command `delete` :

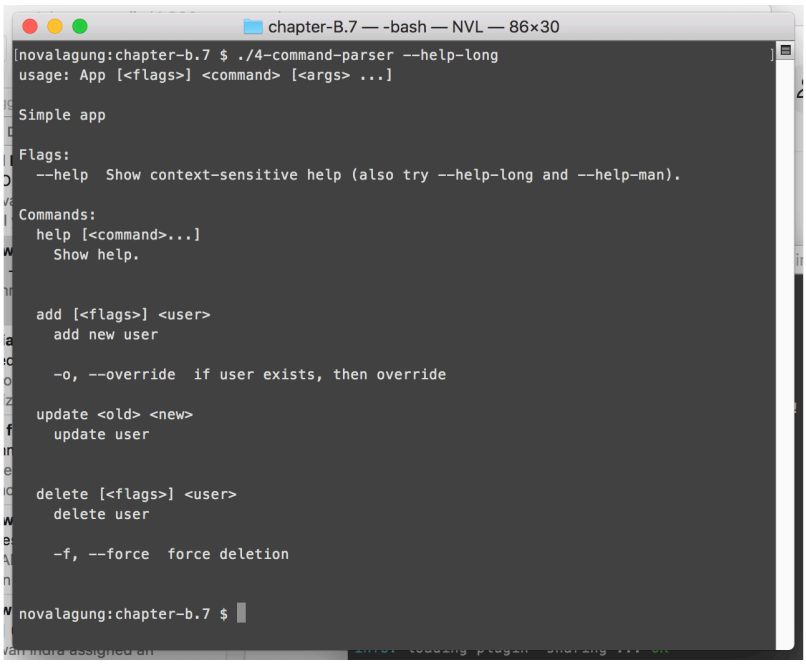
```
commandDelete.Action(func(ctx *kingpin.ParseContext) error {
    user := *commandDeleteArgUser
    force := *commandDeleteFlagForce
    fmt.Printf("deleting user %s, force %t \n", user, force)

    return nil
})
```

Jalankan aplikasi untuk mengetes hasilnya.

Tambahkan flag `--help` pada pemanggilan command untuk menampilkan help command terpilih.



Atau gunakan `--help-long` dalam eksekusi binary, untuk menampilkan help yang mendetail (argument dan flag tiap command juga dimunculkan).



C.9.5. Command Action Tanpa Menggunakan `.Action()`

Nilai balik statement `kingpin.MustParse()`, `kingpin.Parse()`, dan nilai balik pertama `app.Parse()` adalah sama, yaitu informasi command yang ditulis pada saat pemanggilan binary.

Dari informasi command tersebut, bisa kita kembangkan untuk membuat handler masing-masing command. Dengan ini tak perlu menggunakan method `.Action()` untuk menulis handler command. Contoh prakteknya seperti berikut.

```
commandInString := kingpin.MustParse(app.Parse(os.Args[1:]))
switch commandInString {

case commandAdd.FullCommand(): // add user
    user := *commandAddArgUser
    override := *commandAddFlagOverride
    fmt.Printf("adding user %s, override %t \n", user, override)

case commandUpdate.FullCommand(): // update user
    oldUser := *commandUpdateArgOldUser
    newUser := *commandUpdateArgNewUser
    fmt.Printf("updating user from %s %s \n", oldUser, newUser)

case commandDelete.FullCommand(): // delete user
    user := *commandDeleteArgUser
    force := *commandDeleteFlagForce
    fmt.Printf("deleting user %s, force %t \n", user, force)

}
```

C.9.6. Advanced Command Line Application

Pembahasan di atas fokus tentang bagaiamana cara parsing argument, flag, dan command yang disisipkan sewaktu eksekusi aplikasi. Aplikasi yang dieksekusi sendiri bisa berupa command-line-based ataupun web-based.

Jika pembaca ingin membuat aplikasi command line, penggunaan kingpin cukup membantu dalam proses pengembangan, tapi akan lebih mudah lagi jika menggunakan 3rd party library Cobra.

Cobra merupakan library yang dirancang khusus untuk development aplikasi berbasis command line. Library ini dibuat oleh Steve Francia (spf13), sedangkan Kingpin dibuat oleh Alec Thomas.

- Kingpin, by Alec Thomas, MIT license
- Cobra, by Steve Francia (spf13), MIT license

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-C.9...

C.10. Advanced Configuration Menggunakan Viper

Pada chapter ini kita akan belajar cara mudah manajemen konfigurasi file JSON menggunakan Viper library. Inti dari chapter ini sebenarnya adalah sama dengan yang sudah dibahas pada B.22. Simple Configuration, hanya saja di sini proses parsing di-handle oleh 3rd party dengan tidak menggunakan struct untuk pengaksesannya.

Kekurangan dari teknik menyimpan konfigurasi dalam object struct adalah, pada saat ada kebutuhan untuk menambah atau merubah isi konfigurasi file, maka mengharuskan developer juga mengubah skema struct penampung. Pada bagian ini, pengaksesan property konfigurasi dilakukan lewat notasi string konfigurasinya.

C.10.1. JSON Configuration

Mari langsung kita praktekan. Buat project baru seperti biasa, buat file konfigurasi `app.config.json`, isi dengan data berikut.

```
{
    "appName": "SimpleApp",

    "server": {
        "port": 9000
    }
}
```

Property `appName` berisi nama aplikasi, sedangkan `server.port` representasi dari port web server.

Selanjutnya buat `main.go`, lakukan parsing pada file konfigurasi.

```go
package main

import (
    "github.com/labstack/echo"
    "github.com/spf13/viper"
    "net/http"
)

func main() {
    e := echo.New()

    viper.SetConfigType("json")
    viper.AddConfigPath(".")
    viper.SetConfigName("app.config")

    err := viper.ReadInConfig()
    if err != nil {
        e.Logger.Fatal(err)
    }

    // ...
}
```

Kode di atas adalah contoh penggunaan dasar viper, untuk parsing file konfigurasi bertipe `JSON`. Fungsi `viper.SetConfigType()` digunakan untuk set jenis file konfigurasi.

Berikut merupakan list format yang didukung oleh viper.

- json
- toml
- yaml
- yml
- properties
- props
- prop
- env
- dotenv
- tfvars
- ini
- hcl

Fungsi `.AddConfigPath()` digunakan untuk mendaftarkan path folder di mana file-file konfigurasi berada. Fungsi ini bisa dipanggil beberapa kali, jika memang ada banyak file konfigurasi tersimpan dalam path berbeda.

Statement `.SetConfigName()` dieksekusi dengan parameter berisi nama file konfigurasi secara eksplisit tanpa ekstensi. Misalkan nama file adalah `app.config.json`, maka parameter cukup ditulis `app.config`.

Fungsi `.ReadInConfig()` digunakan untuk memproses file-file konfigurasi sesuai dengan path dan nama yang sudah ditentukan.

OK, kembali ke bagian tulis-menulis kode. Tambahkan beberapa kode untuk print nama aplikasi, sebuah rute, dan start web server.

```
e.GET("/index", func(c echo.Context) (err error) {
    return c.JSON(http.StatusOK, true)
})

e.Logger.Print("Starting", viper.GetString("appName"))
e.Logger.Fatal(e.Start(":" + viper.GetString("server.port")))
```

Cara pengaksesan konfigurasi bisa dilihat pada kode di atas. Statement `viper.GetString("appName")` mengembalikan string `"SimpleApp"`, sesuai dengan isi pada file konfigurasi.

Selain `.GetString()`, masih banyak lagi fungsi lain yang bisa digunakan, sesuaikan dengan tipe data property yang akan diambil.

Fungsi	Return type
Get(string)	interface{}
GetBool(string)	bool
GetDuration(string)	time.Duration
GetFloat64(string)	float64
GetInt(string)	int
GetInt32(string)	int32
GetInt64(string)	int64
GetSizeInBytes(string)	uint
GetString(string)	string
GetStringMap(string)	map[string]interface{}
GetStringMapString(string)	map[string]string
GetStringMapStringSlice(string)	map[string][]string
GetStringSlice(string)	[]string
GetTime(string)	time.Time

Pengaksesan property nested seperti `server.port` juga mudah, tinggal tulis saja skema property yang ingin diambil nilainya dengan separator tanda titik (`.`).

Jalankan aplikasi untuk test hasilnya.

```
novalagung:chapter-B.8 $ go run 1-json-conf.go
Starting SimpleApp

   ____    __
  / __/___/ /  ___
 / _// __/ _ \/ _ \
/___/\__/_//_/\___/ v3.3.dev
High performance, minimalist Go web framework
https://echo.labstack.com
____________________________________O/_______
                                    O\
⇨ http server started on [::]:9000
```

C.10.2. YAML Configuration

Cara penerapan viper pada file konfigurasi bertipe `.yaml` kurang lebih sama seperti pada file `.json`. Cukup ubah config type nya dan semua akan beres dengan sendirinya.

Mari kita langsung praktekan saja. Buat file konfigurasi baru `app.config.yaml` dengan isi berikut.

```
appName: SimpleApp
server:
  port: 9000
```

Pada bagian kode golang, cukup ubah argumen pemanggilan fungsi set config type.

```
viper.SetConfigType("yaml")
```

Jalankan aplikasi, dan hasilnya sama seperti sebelumnya.

C.10.3. Watcher Configuration

Viper memiliki banyak fitur, satu di antaranya adalah mengaktifkan watcher pada file konfigurasi. Dengan adanya watcher, maka kita bisa membuat callback yang akan dipanggil setiap kali ada perubahan konfigurasi.

```
viper.WatchConfig()
viper.OnConfigChange(func(e fsnotify.Event) {
    fmt.Println("Config file changed:", e.Name)
})
```

Penggunaan fasilitas watcher memerlukan tambahan 3rd party library fsnotify, jadi jangan lupa juga untuk meng-*import*-nya.

- Echo, by Vishal Rana (Lab Stack), MIT license
- fsnotify, by fsnotify team, BSD-3-Clause license

- Viper, by Steve Francia, MIT license

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-C.10...

C.11. Best Practice Configuration Menggunakan Environment Variable

Pada bagian ini kita akan mempelajari penerapan konfigurasi pada *environment variable*.

C.11.1. Definisi

Environment variable merupakan variabel yang berada di lapisan *runtime* sistem operasi. Karena *env var* atau *environment variable* merupakan variabel seperti pada umumnya, maka kita bisa melakukan operasi seperti mengubah nilainya atau mengambil nilainya.

Salah satu *env var* yang mungkin sering pembaca temui adalah `PATH`. `PATH` sendiri merupakan variabel yang digunakan oleh sistem operasi untuk men-*specify* direktori tempat di mana *binary* atau *executable* berada.

Default-nya, sistem operasi pasti mempunyai beberapa *env var* yang sudah ada tanpa kita set, salah satunya seperti `PATH` tadi, juga lainnya. Variabel-variabel tersebut digunakan oleh sistem operasi untuk keperluan mereka. Tapi karena variabel juga bisa diakses oleh kita (selaku developer), maka kita pun juga bisa mempergunakannya untuk kebutuhan tertentu.

Selain *reserved env var*, kita bisa juga membuat variabel baru yang hanya digunakan untuk keperluan program secara spesifik.

C.11.2. Penggunaan *env var* Sebagai Media Untuk Definisi Konfigurasi Program

Pada chapter B.22. Simple Configuration dan juga C.10. Advanced Configuration: Viper, kita telah belajar cara pendefinisian konfigurasi dengan memanfaatkan file seperti JSON maupun YAML.

Pada chapter kali ini kita akan mendefinisikan konfigurasi yang sama tapi tidak di file, melainkan di *environment variable*.

Definisi konfigurasi di env var banyak manfaatnya, salah satunya:

- Di support secara *native* oleh **semua sistem operasi**.
- Sudah sangat umum diterapkan di banyak aplikasi dan platform.
- *Straightforward* dan tidak tergantung ke file tertentu.
- Sharing konfigurasi dengan aplikasi/service lain menjadi lebih mudah.
- Mudah untuk di maintain, tidak perlu repot buka file kemudian edit lalu simpan ulang.
- ... dan banyak lagi lainnya.

Jadi bisa dibilang penulisan konfigurasi di env var merupakan *best practice* untuk banyak jenis kasus, terutama pada *microservice*, pada aplikasi/service yang *distributable*, maupun pada aplikasi monolith yang manajemenya ter-automatisasi.

Memang kalau dari sisi readability sangat kalah kalau dibandingkan dengan JSON atau YAML, tapi saya sampaikan bahwa meski effort koding bakal lebih banyak, akan ada sangat banyak manfaat yang bisa didapat dengan menuliskan konfigurasi di *env var*, terutama pada bagian **devops**.

C.11.3. Praktek

Mari kita praktekan, buat 1 folder project baru, kemudian `main.go`, lalu isi file tersebut dengan kode berikut.

```
package main

import (
    "net/http"
    "os"
    "strconv"
    "time"

    "github.com/labstack/echo"
)

func main() {
    e := echo.New()

    // ...
}
```

Pada bagian main, tepat di bawah *statement* pembuatan objek `echo`, ambil nilai konfigurasi nama aplikasi dari *env var*. Caranya kurang lebih seperti berikut.

```
confAppName := os.Getenv("APP_NAME")
if confAppName == "" {
    e.Logger.Fatal("APP_NAME config is required")
}
```

Jadi `APP_NAME` di situ merupakan nama *env var*-nya. Umumnya env var tidak dituliskan dalam bentuk `camelCase`, tapi dalam bentuk `UPPERCASE` dengan separator kata adalah underscore. Untuk *value*-nya nanti tinggal kita siapkan saja sebelum proses eksekusi program.

> `man bash` :
> name A word consisting only of alphanumeric characters and underscores, and beginning with an alphabetic character or an underscore. Also referred to as an identifier.

Statement `os.Getenv` digunakan untuk pengambilan *env var*. Pada contoh di atas, terdapat pengecekan jika nilai `APP_NAME` adalah kosong, maka munculkan fatal error.

Kemudian tambahkan lagi statement pengambilan nilai *env var* `SERVER_PORT` .

```
confServerPort := os.Getenv("SERVER_PORT")
if confServerPort == "" {
    e.Logger.Fatal("SERVER_PORT config is required")
}
```

Setelah itu, tambahkan routing untuk untuk `GET /index` lalu definisi objek server yang nantinya digunakan untuk keperluan *start* webserver. Nilai `server.Addr` diambil dari *env var* `SERVER_PORT` .

```
e.GET("/index", func(c echo.Context) (err error) {
    return c.JSON(http.StatusOK, true)
})

server := new(http.Server)
server.Addr = ":" + confServerPort
```

Kemudian tambahkan setting untuk *timeout* webserver, tapi hanya ketika memang timeout didefinisikan konfigurasinya.

```
if confServerReadTimeout := os.Getenv("SERVER_READ_TIMEOUT_IN_MINUTE"); confSer
    duration, _ := strconv.Atoi(confServerReadTimeout)
    server.ReadTimeout = time.Duration(duration) * time.Minute
}

if confServerWriteTimeout := os.Getenv("SERVER_WRITE_TIMEOUT_IN_MINUTE"); confS
    duration, _ := strconv.Atoi(confServerWriteTimeout)
    server.WriteTimeout = time.Duration(duration) * time.Minute
}
```

Bisa dilihat di atas, jika *env var* `SERVER_READ_TIMEOUT_IN_MINUTE` ada nilainya, maka diambil kemudian di konversi ke bentuk `time.Duration` untuk dipergunakan pada `server.ReadTimeout` . Nilai balik dari `os.Getenv()` pasti berupa `string` , oleh karena itu jika konfigurasi dibutuhkan dalam bentuk lain, tambahkan saja statement untuk konversi datanya.

Memang penerapan konfigurasi pada *env var* ini membutuhkan sedikit effort lebih, hehe.

Terakhir, tambahkan statement untuk start webserver.

```
e.Logger.Print("Starting", confAppName)
e.Logger.Fatal(e.StartServer(server))
```

C.11.4. Eksekusi Program

Program sudah siap, betul, tetapi konfigurasi nya belum. Nah salah satu kelebihan dari kontrol konfigurasi lewat *env var* adalah kita bisa definisikan sewaktu eksekusi program (sebelum statement `go run`).

Ada satu hal yang penting untuk diketahui. Cara set *env var* untuk Windows dibanding sistem operasi lainnya adalah berbeda. Untuk non-Windows, gunakan `export`.

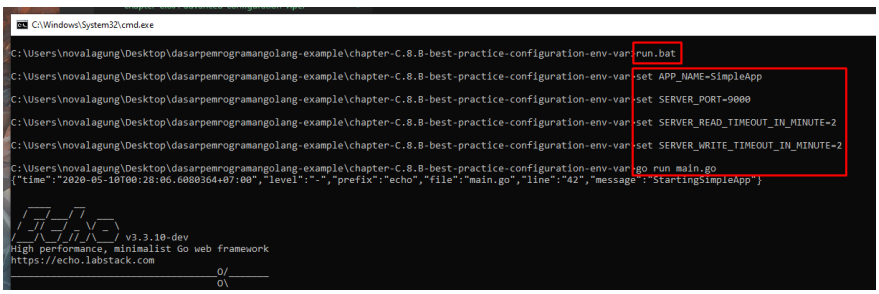
```
export APP_NAME=SimpleApp
export SERVER_PORT=9000
export SERVER_READ_TIMEOUT_IN_MINUTE=2
export SERVER_WRITE_TIMEOUT_IN_MINUTE=2
go run main.go
```

Untuk Windows, gunakan `set`.

```
set APP_NAME=SimpleApp
set SERVER_PORT=9000
set SERVER_READ_TIMEOUT_IN_MINUTE=2
set SERVER_WRITE_TIMEOUT_IN_MINUTE=2
go run main.go
```

Agak sedikit report memang untuk bagian ini, tapi mungkin bisa diperingkas dengan membuat file `.sh` untuk non-Windows, dan file `.bat` untuk Windows. Jadi nanti bisa tinggal eksekusi sh/bat-nya saja. Atau pembaca bisa tulis saja dalam `Makefile`. Untuk windows bisa kok eksekusi command `make` caranya dengan install make lewat Chocolatey.

Berikut adalah penampakan contoh run program lewat bat-file di Windows.



C.11.5. Penutup

Memang saya setuju jika lebih butuh *effort* baik dari sisi programming maupun dari sisi eksekusi program-nya. Tapi *trust me*, pada production yang notabene *deployment* di-automatisasi (entah itu container based, pakai orchestrator, maupun tidak), pasti lebih mudah.

Mungkin dari sini pembaca bisa lanjut ke chapter C.35. Dockerize Aplikasi Golang untuk melihat praktek nyata penerapan konfigurasi via *env var*.

- Echo, by Vishal Rana (Lab Stack), MIT license

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-C.11...

C.12. Secure Cookie (Gorilla Securecookie)

Pada chapter B.21. HTTP Cookie, kita telah mempelajari tentang cookie dan implementasinya di golang.

Cookie memiliki beberapa atribut, di antaranya adalah `secure`. Dengan mengaktifkan atribut ini, informasi cookie menjadi lebih aman karena di-enkripsi, namun kapabilitas ini hanya akan aktif pada kondisi aplikasi SSL/TLS enabled.

> TL;DR; Jika atribut `secure` di-isi `true`, namun web server TIDAK menggunakan SSL/TLS, maka cookie disimpan seperti biasa tanpa di-enkripsi.

Lalu bagaimana cara untuk membuat cookie aman pada aplikasi yang meng-enable SSL/TLS maupun yang tidak? caranya adalah dengan menambahkan step enkripsi data sebelum disimpan dalam cookie (dan men-decrypt data tersebut saat membaca).

Gorilla toolkit menyediakan library bernama securecookie, berguna untuk mempermudah enkripsi informasi cookie, dengan penerapan yang mudah. Pada chapter ini kita akan mempelajari penggunaannya.

C.12.1. Create & Read Secure Cookie

Penggunaan securecookie cukup mudah, buat objek secure cookie lewat `securecookie.New()` lalu gunakan objek tersebut untuk operasi encode-decode data cookie. Pemanggilan fungsi `.New()` memerlukan 2 buah argument.

- Hash key, diperlukan untuk otentikasi data cookie menggunakan algoritma kriptografi HMAC.
- Block key, adalah opsional, diperlukan untuk enkripsi data cookie. Default algoritma enkripsi yang digunakan adalah AES.

OK, langsung saja kita praktekan. Buat folder project seperti biasa lalu isi `main.go` dengan kode berikut.

```go
package main

import (
    "github.com/gorilla/securecookie"
    "github.com/labstack/echo"
    gubrak "github.com/novalagung/gubrak/v2"
    "net/http"
    "time"
)

type M map[string]interface{}

var sc = securecookie.New([]byte("very-secret"), []byte("a-lot-secret-yay"))
```

Variabel `sc` adalah objek secure cookie. Objek ini kita gunakan untuk encode data yang akan disimpan dalam cookie, dan juga untuk decode data.

> Key di atas hanya untuk contoh. Pada aplikasi production, gunakan key yang kuat, panjangnya sesuai rekomendasi library, dan simpan di environment variable atau secret manager.

Buat fungsi `setCookie()`, bertugas untuk mempermudah pembuatan dan penyimpanan cookie.

```go
func setCookie(c echo.Context, name string, data M) error {
    encoded, err := sc.Encode(name, data)
    if err != nil {
        return err
    }

    cookie := &http.Cookie{
        Name:     name,
        Value:    encoded,
        Path:     "/",
        Secure:   false,
        HttpOnly: true,
        Expires:  time.Now().Add(1 * time.Hour),
    }
    http.SetCookie(c.Response(), cookie)

    return nil
}
```

Method `sc.Encode()` digunakan untuk encoding data dengan identifier adalah isi variabel `name`. Variabel `encoded` menampung data setelah di-encode, lalu variabel ini dimasukan ke dalam objek cookie.

Cara menyimpan cookie masih sama, menggunakan `http.SetCookie`.

Selanjutnya buat fungsi `getCookie()`, untuk mempermudah proses pembacaan cookie yang tersimpan.

```
func getCookie(c echo.Context, name string) (M, error) {
    cookie, err := c.Request().Cookie(name)
    if err == nil {

        data := M{}
        if err = sc.Decode(name, cookie.Value, &data); err == nil {
            return data, nil
        }
    }

    return nil, err
}
```

Setelah cookie diambil menggunakan `c.Request().Cookie()`, data di dalamnya perlu di-decode agar bisa terbaca. Method `sc.Decode()` digunakan untuk decoding data.

OK, sekarang buat fungsi `main()`, lalu isi dengan kode di bawah ini.

```
const CookieName = "data"

e := echo.New()

e.GET("/index", func(c echo.Context) error {
    data, err := getCookie(c, CookieName)
    if err != nil && err != http.ErrNoCookie && err != securecookie.ErrMacInval
        return err
    }

    if data == nil {
        data = M{"Message": "Hello", "ID": gubrak.RandomString(32)}

        err = setCookie(c, CookieName, data)
        if err != nil {
            return err
        }
    }

    return c.JSON(http.StatusOK, data)
})

e.Logger.Fatal(e.Start(":9000"))
```

Konstanta `CookieName` disiapkan, kita gunakan sebagai identifier cookie. Dan sebuah rute juga disiapkan dengan tugas menampilkan data cookie jika sudah ada, dan membuat cookie baru jika belum ada.

Dalam handler rute, terdapat beberapa proses terjadi. Pertama, objek cookie dengan identifier `CookieName` diambil, jika muncul error, dan jenisnya adalah selain error karena cookie tidak ada, dan error-nya selain *invalid cookie*, maka kembalikan objek error tersebut.

> `http.ErrNoCookie` adalah variabel penanda error karena cookie kosong, sedangkan `securecookie.ErrMacInvalid` adalah representasi dari invalid cookie.

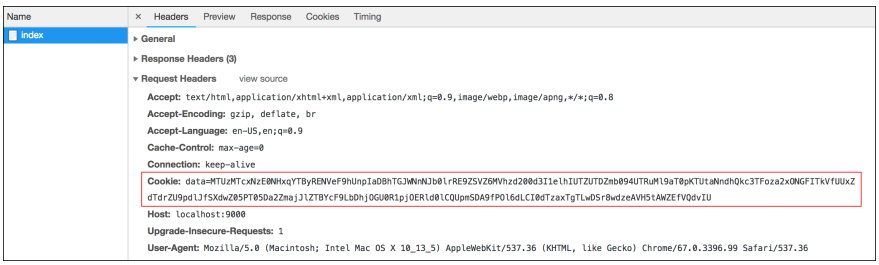
Lalu, kita cek data cookie yang dikembalikan, jika kosong (bisa karena cookie belum dibuat ataupun sudah ada tetapi datanya kosong) maka buat data baru untuk disimpan dalam cookie. Data tersebut bertipe `map`, salah satu elemen map tersebut ada yg value-nya adalah random.

> Pada kode di atas, generate random string dilakukan dengan memanfaatkan 3rd party library Gubrak v2.

Pengaksesan rute akan memunculkan data yang sama. Karena pembuatan cookie hanya dilakukan ketika datanya kosong atau cookie nya belum dibuat.

Jalankan aplikasi untuk mengetes hasilnya. Lakukan refresh beberapa kali, data yang muncul pasti sama.

Lihat pada response header url `index`, data pada cookie terlihat sudah dalam kondisi encoded dan encrypted.



C.12.2. Delete Secure Cookie

Securecookie perannya hanya pada bagian encode-decode data cookie, sedangkan proses simpan baca cookie masih sama seperti penerapan cookie biasa. Maka cara menghapus cookie pun masih sama, yaitu dengan meng-expired-kan cookie yang sudah disimpan.

```
cookie := &http.Cookie{}
cookie.Name = name
cookie.Path = "/"
cookie.MaxAge = -1
cookie.Expires = time.Unix(0, 0)
http.SetCookie(c.Response(), cookie)
```

- Echo, by Vishal Rana (Lab Stack), MIT license
- Gorilla Securecookie, by Gorilla web toolkit team, BSD-3-Clause license
- Gubrak v2, by Noval Agung, MIT license

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-C.12...

C.13. Session (Gorilla Session)

Session adalah sebuah konsep penyimpanan data yang shared antar http request. Session umumnya menggunakan cookie untuk menyimpan identifier (kita sebut sebagai **SessionID**). Informasi SessionID tersebut ber-asosiasi dengan data (kita sebut sebagai **SessionData**) yang disimpan di sisi back end dalam media tertentu.

Di back end, SessionData disimpan dalam media database, atau memory, atau fasilitas penyimpanan lainnya. Bisa saja sebenarnya jika SessionData juga disimpan dalam cookie, dengan memanfaatkan secure cookie maka SessionData tersebut ter-enkripsi dan aman dari peretas. Memang aman, tapi jelasnya lebih aman kalau disimpan di sisi server.

Pada chapter ini kita akan mempelajari penerapan session di golang menggunakan beberapa jenis media penyimpanan, yaitu mongo db, postgres sql db, dan secure cookie.

C.13.1. Manage Session Menggunakan Gorilla Sessions

Gorilla Sessions adalah library untuk manajemen session di golang.

Gorilla menyediakan interface `sessions.Store`, lewat interface ini kita bisa mengakses 3 buah method penting untuk manage session. Store sendiri adalah representasi dari media penyimpanan di back end, bisa berupa database, memory, atau lainnya. Objek store dibuat oleh library lain yang merupakan implementasi dari interface store itu sendiri.

Kembali ke pembahasan mengenai store, 3 buah method yang dimaksud adalah berikut:

- Method `.Get(r *http.Request, name string) (*Session, error)`, mengembalikan objek session. Jika session yang dengan `name` yang dicari tidak ada, maka objek session baru dikembalikan.
- Method `.New(r *http.Request, name string) (*Session, error)`, mengembalikan objek session baru.
- Method `.Save(r *http.Request, w http.ResponseWriter, s *Session) error`, digunakan untuk menyimpan session baru.

Dari ketiga method di-atas saya rasa cukup jelas sekilas bagaimana cara mengakses, membuat, dan menyimpan session.

> Kita akan fokus membahas API milik interface `sessions.Store` dahulu, mengenai pembuatan store sendiri ada di pembahasan setelahnya.

Lalu bagaimana dengan operasi hapus/delete? Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, informasi session dipisah menjadi dua, pertama adalah SessionID yang disimpan di cookie, dan kedua adalah SessionData yang disimpan di back

end. Cara untuk menghapus session adalah cukup dengan meng-expired-kan cookie yang menyimpan SessionID.

Cookie merupakan salah satu header pada http request, operasi yang berhubungan dengan cookie pasti membutuhkan objek `http.Request` dan `http.ResponseWriter`. Jika menggunakan echo, kedua objek tersebut bisa diakses lewat objek http context `echo.Context`.

C.13.2. Membuat Objek Session Baru

Berikut adalah contoh cara membuat session lewat store.

```
e.GET("/set", func(c echo.Context) error {
    session, _ := store.Get(c.Request(), SESSION_ID)
    session.Values["message1"] = "hello"
    session.Values["message2"] = "world"
    session.Save(c.Request(), c.Response())

    return c.Redirect(http.StatusTemporaryRedirect, "/get")
})
```

Statement `store.Get()` mengembalikan dua objek dengan tipe `session.Session` dan `error`. Pemanggilan method ini memerlukan dua buah parameter untuk disisipkan, yaitu objek http request, dan nama/key SessionID yang disiapkan di konstanta `SESSION_ID`. Method `.Get()` ini akan selalu mengembalikan objek session, ada ataupun tidak ada session yang dicari, objek session tetap dikembalikan.

> Pembuatan objek session baru bisa dilakukan lewat `store.New()` maupun `store.Get()`.

Dari objek session, akses property mutable `.Values` untuk mengambil ataupun mengisi data session. Objek ini bertipe `map[interface{}]interface{}`, berarti SessionData yang akan disimpan juga harus memiliki identifier.

Pada contoh di atas, dua buah data bertipe string disimpan, dengan identifier data yang juga string.

- SessionData `"hello"` disimpan dengan identifier adalah `message1`.
- SessionData `"world"` disimpan dengan identifier adalah `message2`.

Cara menyimpan session adalah dengan memanggil method `.Save()` milik objek session, dengan parameter adalah http request dan response.

C.13.3. Mengakses SessionData

SessionData diakses dari objek session, berikut merupakan contoh caranya.

```
e.GET("/get", func(c echo.Context) error {
    session, _ := store.Get(c.Request(), SESSION_ID)

    if len(session.Values) == 0 {
        return c.String(http.StatusOK, "empty result")
    }

    return c.String(http.StatusOK, fmt.Sprintf(
        "%s %s",
        session.Values["message1"],
        session.Values["message2"],
    ))
})
```

Seperti yang sudah dibahas di atas, objek `session` kembalian `store.Get()` TIDAK akan pernah berisi `nil`. Ada atau tidak, objek session selalu dikembalikan.

Dari objek session dilakukan pengecekan ada tidaknya SessionData, caranya dengan cara menghitung isi property `.Values` yang tipenya `map`. Jika isinya kosong maka session belum ada (atau mungkin ada hanya saja expired, atau bisa saja ada tapi invalid).

Pada kode di atas, jika SessionData kosong maka string `empty result` ditampilkan ke layar. Sedangkan jika ada, maka kedua SessionData (message1 dan message2) diambil lalu ditampilkan.

C.13.4. Menghapus Session

Cara menghapus session adalah dengan meng-expired-kan max age cookie-nya. Property max age bisa diakses lewat `session.Options.MaxAge`.

```
e.GET("/delete", func(c echo.Context) error {
    session, _ := store.Get(c.Request(), SESSION_ID)
    session.Options.MaxAge = -1
    session.Save(c.Request(), c.Response())

    return c.Redirect(http.StatusTemporaryRedirect, "/get")
})
```

Isi dengan `-1` agar expired, lalu simpan ulang kembali session-nya.

C.13.5. Session Store dan Context Clear Handler

Session Store adalah representasi dari media tempat di mana data asli session disimpan. Gorilla menyediakan `CookieStore`, penyimpanan data asli pada store ini adalah juga di dalam cookie, namun di-encode dan di-enkripsi menggunakan Securecookie.

Selain CookieStore, ada banyak store lain yang bisa kita gunakan. Komunitas begitu baik telah menyediakan berbagai macam store berikut.

- github.com/starJammer/gorilla-sessions-arangodb - ArangoDB
- github.com/yosssi/boltstore - Bolt
- github.com/srinathgs/couchbasestore - Couchbase
- github.com/denizeren/dynamostore - Dynamodb on AWS
- github.com/savaki/dynastore - DynamoDB on AWS (Official AWS library)
- github.com/bradleypeabody/gorilla-sessions-memcache - Memcache
- github.com/dsoprea/go-appengine-sessioncascade - Memcache/Datastore/Context in AppEngine
- github.com/kidstuff/mongostore - MongoDB
- github.com/srinathgs/mysqlstore - MySQL
- github.com/EnumApps/clustersqlstore - MySQL Cluster
- github.com/antonlindstrom/pgstore - PostgreSQL
- github.com/boj/redistore - Redis
- github.com/boj/rethinkstore - RethinkDB
- github.com/boj/riakstore - Riak
- github.com/michaeljs1990/sqlitestore - SQLite
- github.com/wader/gormstore - GORM (MySQL, PostgreSQL, SQLite)
- github.com/gernest/qlstore - ql
- github.com/quasoft/memstore - In-memory implementation for use in unit tests
- github.com/lafriks/xormstore - XORM (MySQL, PostgreSQL, SQLite, Microsoft SQL Server, TiDB)

Objek store dibuat sekali di awal (atau bisa saja berkali-kali di tiap handler, tergantung kebutuhan). Pada pembuatan objek store, umumya ada beberapa konfigurasi yang perlu disiapkan dan dua buah keys: authentication key dan encryption key.

Dari objek store tersebut, dalam handler, kita bisa mengakses objek session dengan menyisipkan context http request. Silakan lihat kode berikut untuk lebih jelasnya. Store direpresentasikan oleh variabel objek `store`.

```go
package main

import (
    "fmt"
    "github.com/gorilla/context"
    "github.com/gorilla/sessions"
    "github.com/labstack/echo"
    "net/http"
)

const SESSION_ID = "id"

func main() {
    store := newMongoStore()

    e := echo.New()

    e.Use(echo.WrapMiddleware(context.ClearHandler))

    e.GET("/set", func(c echo.Context) error {
        session, _ := store.Get(c.Request(), SESSION_ID)
        session.Values["message1"] = "hello"
        session.Values["message2"] = "world"
        session.Save(c.Request(), c.Response())

        return c.Redirect(http.StatusTemporaryRedirect, "/get")
    })

    // ...
```

Sesuai dengan README Gorilla Session, library ini jika digabung dengan library lain selain gorilla mux, akan berpotensi menyebabkan memory leak. Untuk mengcover isu ini maka middleware `context.ClearHandler` perlu diregistrasikan. Middleware tersebut berada dalam library Gorilla Context.

C.13.6. Mongo DB Store

Kita akan mempelajari pembuatan session store dengan media adalah mongo db. Sebelum kita mulai, ada dua library yang perlu di `go get`.

- github.com/globalsign/mgo (perhatian: driver mgo sudah tidak di-maintenance aktif, untuk project baru disarankan menggunakan MongoDB official Go driver)
- github.com/kidstuff/mongostore

Library pertama, `github.com/globalsign/mgo` merupakan fork driver mgo untuk golang. Koneksi dari golang ke mongodb akan kita buat lewat API library ini.

Library kedua, merupakan implementasi dari interface `sessions.Store` untuk mongo db.

Silakan kombinasikan semua koding yang sudah kita tulis di atas agar menjadi satu aplikasi. Lalu buat fungsi `newMongoStore()` .

```
import (
    "fmt"
    "github.com/gorilla/context"
    "github.com/kidstuff/mongostore"
    "github.com/labstack/echo"
    "github.com/globalsign/mgo"
    "log"
    "net/http"
    "os"
)

// ...

func newMongoStore() *mongostore.MongoStore {
    mgoSession, err := mgo.Dial("localhost:27123")
    if err != nil {
        log.Println("ERROR", err)
        os.Exit(0)
    }

    dbCollection := mgoSession.DB("learnwebgolang").C("session")
    maxAge := 86400 * 7
    ensureTTL := true
    authKey := []byte("my-auth-key-very-secret")
    encryptionKey := []byte("my-encryption-key-very-secret123")

    store := mongostore.NewMongoStore(
        dbCollection,
        maxAge,
        ensureTTL,
        authKey,
        encryptionKey,
    )
    return store
}
```

Statement `mgo.Dial()` digunakan untuk terhubung dengan mongo db server. Method dial mengembalikan dua objek, salah satunya adalah mgo session.

> Pada saat pembuatan buku ini, penulis menggunakan mongo db server yang up pada port `27123` , silakan menyesuaikan connection string dengan credentials mongo db yang digunakan.

Dari mgo session akses database lewat method `.DB()`, lalu akses collection yang ingin digunakan sebagai media penyimpanan data asli session lewat method `.C()`.

Statement `mongostore.NewMongoStore()` digunakan untuk membuat mongo db store. Ada beberapa parameter yang diperlukan: objek collection mongo di atas, dan dua lagi lainnya adalah authentication key dan encryption key.

> `authKey` dan `encryptionKey` pada contoh ini hanya untuk belajar. Pada aplikasi production, gunakan key yang kuat, panjangnya sesuai rekomendasi library, dan simpan di environment variable atau secret manager.

Jika pembaca merasa bingung, silakan langsung buka source code untuk chapter ini di Github, mungkin membantu.

C.13.7. Postgres SQL Store

Pembuatan postgres store caranya kurang lebih sama dengan mongo store. Library yang dipakai adalah github.com/antonlindstrom/pgstore.

Gunakan `pgstore.NewPGStore()` untuk membuat store. Isi parameter pertama dengan connection string postgres server, lalu authentication key dan encryption key.

> `authKey` dan `encryptionKey` pada contoh ini hanya untuk belajar. Pada aplikasi production, gunakan key yang kuat, panjangnya sesuai rekomendasi library, dan simpan di environment variable atau secret manager.

```go
import (
    "fmt"
    "github.com/antonlindstrom/pgstore"
    "github.com/gorilla/context"
    "github.com/labstack/echo"
    "log"
    "net/http"
    "os"
)

// ...

func newPostgresStore() *pgstore.PGStore {
    url := "postgres://novalagung:@127.0.0.1:5432/novalagung?sslmode=disable"
    authKey := []byte("my-auth-key-very-secret")
    encryptionKey := []byte("my-encryption-key-very-secret123")

    store, err := pgstore.NewPGStore(url, authKey, encryptionKey)
    if err != nil {
        log.Println("ERROR", err)
        os.Exit(0)
    }

    return store
}
```

C.13.8. Secure Cookie Store

Penggunaan cookie store kurang penulis anjurkan, meski sebenarnya cukup aman. Implementasi store jenis ini adalah yang paling mudah, karena tidak butuh database server atau media lainnya; dan juga karena API untuk cookie store sudah tersedia dalam gorilla sessions secara default.

> `authKey` dan `encryptionKey` pada contoh ini hanya untuk belajar. Pada aplikasi production, gunakan key yang kuat, panjangnya sesuai rekomendasi library, dan simpan di environment variable atau secret manager.

```go
import (
    "fmt"
    "github.com/gorilla/context"
    "github.com/gorilla/sessions"
    "github.com/labstack/echo"
    "net/http"
)

// ...

func newCookieStore() *sessions.CookieStore {
    authKey := []byte("my-auth-key-very-secret")
    encryptionKey := []byte("my-encryption-key-very-secret123")

    store := sessions.NewCookieStore(authKey, encryptionKey)
    store.Options.Path = "/"
    store.Options.MaxAge = 86400 * 7
    store.Options.HttpOnly = true

    return store
}
```

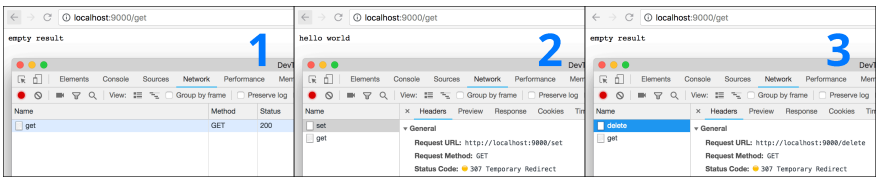
Tentukan path dan default max age cookie lewat `store.Options`.

C.13.9. Test Aplikasi

Silakan gabung semua kode yang sudah kita pelajari (kecuali bagian store), lalu pilih salah satu implementasi store di atas. Jalankan aplikasi untuk testing.

Tujuan dari kode yang kita tulis kurang lebih sebagai berikut.

1. Ketika `/get` diakses untuk pertama kali, `empty result` muncul, tidak ada data session yang disimpan sebelumnya.
2. Rute `/set` diakses, lalu sebuah session disimpan, dari rute ini pengguna di-redirect ke `/get`, sebuah pesan muncul yang sumber datanya tak lain adalah dari session.
3. Rute `/delete` diakses, session dihapus, lalu di-redirect lagi ke `/get`, pesan `empty result` muncul kembali karena session sudah tidak ada (dihapus).



- Echo, by Vishal Rana (Lab Stack), MIT license
- Gorilla Sessions, by Gorilla web toolkit team, BSD-3-Clause license

- Gorilla Context, by Gorilla web toolkit team, BSD-3-Clause license
- Gorilla Securecookie, by Gorilla web toolkit team, BSD-3-Clause license
- PG Store, by Anton Lindström, MIT License
- Mongo Store, by Nguyễn Văn Cao Nguyên, BSD-3-Clause License
- Mgo v2, Golang Mongo Driver, by Gustavo Niemeyer, Simplified BSD License

---

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-C.13...

C.14. CORS & Preflight Request

Pada chapter ini kita akan belajar tentang Cross-Origin Resource Sharing (CORS) dan Preflight Request.

C.14.1. Teori & Penerapan

CORS adalah mekanisme untuk memberi tahu browser, apakah sebuah request yang di-dispatch dari aplikasi web domain lain atau origin lain, ke aplikasi web kita itu diperbolehkan atau tidak. Jika aplikasi kita tidak mengijinkan maka akan muncul error, dan request pasti digagalkan oleh browser.

CORS hanya berlaku pada request-request yang dilakukan lewat browser, dari javascript; dan tujuan request-nya berbeda domain/origin. Jadi request yang dilakukan dari curl maupun dari back end, tidak terkena dampak aturan CORS.

> Request jenis ini biasa disebut dengan istilah cross-origin HTTP request.

Konfigurasi CORS dilakukan di **response header** aplikasi web. Penerapannya di semua bahasa pemrograman yang web-based adalah sama, yaitu dengan memanipulasi response header-nya. Berikut merupakan list header yang bisa digunakan untuk konfigurasi CORS.

- Access-Control-Allow-Origin
- Access-Control-Allow-Methods
- Access-Control-Allow-Headers
- Access-Control-Allow-Credentials
- Access-Control-Max-Age

Konfigurasi CORS berada di sisi server, di aplikasi web tujuan request.

Permisalan: aplikasi kita di local mengambil data dari google.com, maka konfigurasi CORS berada di google.com; Jika kita terkena error CORS maka tak ada lagi yang bisa dilakukan, karena CORS aplikasi tujuan dikontrol oleh orang-orang yang ada di google.com.

Agar lebih mudah untuk dipahami bagaimana penerapannya, mari langsung kita praktekan seperti biasanya.

C.14.2. Aplikasi dengan konfigurasi CORS sederhana

Buat project baru, lalu isi fungsi `main()` dengan kode berikut. Aplikasi sederhana ini akan kita jalankan pada domain atau origin `http://localhost:3000/`, lalu akan kita coba akses dari domain berbeda.

```
package main

import (
    "log"
    "net/http"
)

func main() {
    http.HandleFunc("/index", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
        w.Header().Set("Access-Control-Allow-Origin", "https://www.google.com")
        w.Header().Set("Access-Control-Allow-Methods", "OPTIONS, GET, POST, PUT
        w.Header().Set("Access-Control-Allow-Headers", "Content-Type, X-CSRF-To

        if r.Method == "OPTIONS" {
            w.Write([]byte("allowed"))
            return
        }

        w.Write([]byte("hello"))
    })

    log.Println("Starting app at :9000")
    http.ListenAndServe(":9000", nil)
}
```

Seperti yang sudah dijelaskan, bahwa konfigurasi CORS berada di header response. Pada kode di atas 3 buah property header untuk keperluan CORS digunakan.

Header `Access-Control-Allow-Origin` digunakan untuk menentukan domain mana saja yang diperbolehkan mengakses aplikasi ini. Kita bisa set value-nya dengan banyak origin, hal ini diperbolehkan dalam spesifikasi CORS namun sayangnya banyak browser yang tidak support.

```
Access-Control-Allow-Origin: https://www.google.com
```

Kode di atas artinya request yang di-dispatch dari https://www.google.com diijinkan untuk masuk; Penulis memilih domain google karena testing akan dilakukan dari sana, dengan tujuan destinasi request adalah `http://localhost:3000/` .

Simulasi pada chapter ini adalah **aplikasi web localhost:3000 diakses dari google.com** (eksekusi request sendiri kita lakukan dari browser dengan memanfaatkan developer tools milik chrome). BUKAN google.com diakses dari aplikasi web localhost:3000, jangan sampai dipahami terbalik.

Kembali ke pembahasan source code. Dua header CORS lainnya digunakan untuk konfigurasi yang lebih mendetail.

```
Access-Control-Allow-Methods: OPTIONS, GET, POST, PUT
Access-Control-Allow-Headers: Content-Type, X-CSRF-Token
```

Header `Access-Control-Allow-Methods` menentukan HTTP Method mana saja yang diperbolehkan masuk (penulisannya dengan pembatas koma).

> Dianjurkan untuk selalu memasukan method `OPTIONS` karena method ini dibutuhkan oleh preflight request.

Header `Access-Control-Allow-Headers` menentukan key header mana saja yang diperbolehkan di-dalam request.

Jika request tidak memenuhi salah satu saja dari ke-tiga rules di atas, maka request bisa dipastikan gagal. Contoh:

- Request dari https://novalagung.com ke http://localhost:3000, hasilnya pasti gagal, karena origin novalagung.com tidak diijinkan untuk mengakses http://localhost:3000.
- Request dari https://www.google.com ke http://localhost:3000 dengan method adalah `DELETE`, hasilnya pasti gagal. Method `DELETE` adalah tidak di-ijinkan. hanya empat method `OPTIONS`, `GET`, `POST`, `PUT` yang diijinkan.
- Request dari https://www.google.com ke http://localhost:3000 dengan method GET, degan header `Authorization: Basic xxx` dan `X-CSRF-Token: xxxx`, hasilnya adalah gagal. Karena salah satu dari kedua header tersebut tidak diijinkan (header `Authorization`).
- Request dari https://www.google.com ke http://localhost:3000 dengan method `GET` dan memiliki header `Content-Type` adalah diijinkan masuk, karena memenuhi semua aturan yang kita definiskan.

Khusus untuk beberapa header seperti `Accept`, `Origin`, `Referer`, dan `User-Agent` tidak terkena efek CORS, karena header-header tersebut secara otomatis di-set di setiap request.

C.14.3. Testing CORS

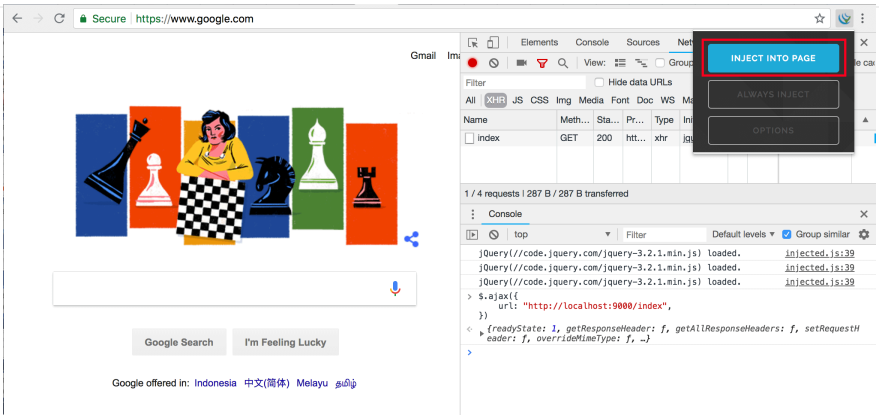
◉ Persiapan

Ada beberapa hal yang perlu dipersiapkan. Pertama, pastikan punya google chrome. Lalu install extension jQuery Injector. Buka https://www.google.com lalu inject jQuery. Dengan melakukan inject jQuery secara paksa maka dari situs google kita bisa menggunakan jQuery.

Buka chrome developer tools, klik tab console. Lalu jalankan perintah jQuery AJAX berikut.

```
$.ajax({
    url: "http://localhost:9000/index",
})
```

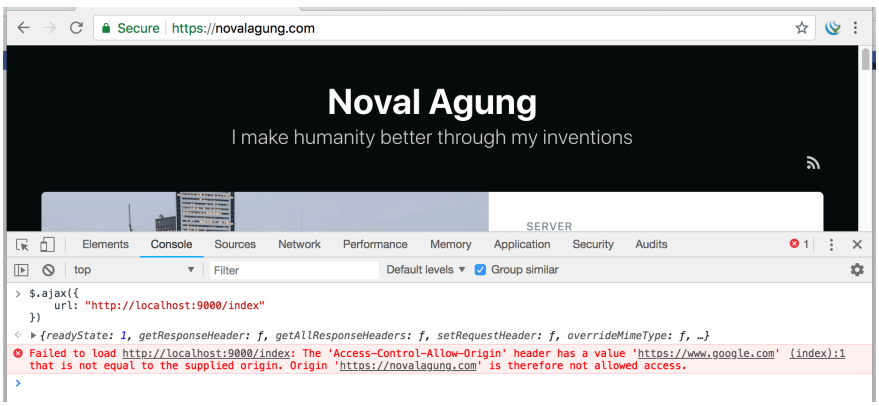
Silakan lihat gambar berikut untuk memperjelas.



Bisa dilihat, tidak ada error, karena memang request dari google diijinkan. Silakan coba-coba melakukan request AJAX lainnya dengan method POST, DELETE, atau lainnya; atau ditambah dengan menyisipkan header tertentu dalam ajax request.

◉ Akses http://localhost:9000 dari Origin yang Tidak Didaftarkan di CORS

Selanjutnya coba buka tab baru, buka https://novalagung.com, lalu jalankan script yang sama.




```
Failed to load http://localhost:9000/index: The 'Access-Control-Allow-Origin' h
```

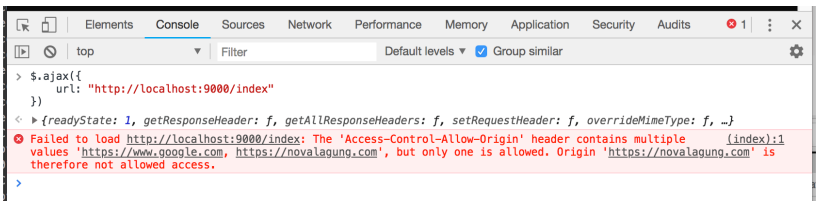
Dari screenshot dan error log di atas, bisa dilihat bahwa request gagal. Hal ini dikarenakan origin https://novalagung.com tidak diijinkan untuk mengakses http://localhost:9000.

◉ CORS Multiple Origin

Sekarang coba tambahkan situs https://novalagung.com ke CORS header.

```
http.HandleFunc("/index", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    w.Header().Set("Access-Control-Allow-Origin",
        "https://www.google.com, https://novalagung.com")

    // ...
```

Jalankan ulang aplikasi, lalu dispatch lagi AJAX dari situs tersebut.



Masih tetap error, tapi berbeda dengan error sebelumnya.

```
Failed to load http://localhost:9000/index: The 'Access-Control-Allow-Origin' h
```

Sebenarnya sudah kita singgung juga di atas, bahwa di spesifikasi adalah diperbolehkan isi header `Access-Control-Allow-Origin` lebih dari satu website. Namun, kebanyakan browser tidak mendukung bagian ini. Oleh karena itu error di atas muncul. Konfigurasi ini termasuk tidak valid, hasilnya kedua website tersebut tidak punya ijin masuk.

◉ Allow All

Gunakan tanda asteriks (`*`) sebagai nilai ketiga CORS header untuk memberi ijin ke semua.

```
// semua origin mendapat ijin akses
w.Header().Set("Access-Control-Allow-Origin", "*")

// semua method diperbolehkan masuk
w.Header().Set("Access-Control-Allow-Methods", "*")

// semua header diperbolehkan untuk disisipkan
w.Header().Set("Access-Control-Allow-Headers", "*")
```

C.14.4. Preflight Request

◉ Teori

Dalam konteks CORS, request dikategorikan menjadi 2 yaitu, **Simple Request** dan **Preflighted Request**. Beberapa contoh request yang sudah kita pelajari di atas termasuk simple request.

Sedangkan mengenai preflighted request sendiri, mungkin pembaca secara tidak langsung juga pernah menerapkannya, terutama ketika bekerja di bagian front-end yang mengonsumsi data dari RESTful API yang server nya terpisah antara layer front end dan back end.

Ketika melakukan cross origin request dengan payload adalah JSON, atau request jenis lainnya, biasanya di developer tools -> network log muncul 2 kali request, request pertama method-nya `OPTIONS` dan request ke-2 adalah actual request.

Request ber-method `OPTIONS` tersebut disebut dengan **Preflight Request**. Request ini akan otomatis muncul ketika http request yang kita dispatch memenuhi kriteria preflighted request.

Tujuan dari preflight request adalah untuk mengecek apakah destinasi url mendukung CORS. Tiga buah informasi dikirimkan `Access-Control-Request-Method` , `Access-Control-Request-Headers` , dan `Origin` , dengan method adalah `OPTIONS` .

Berikut merupakan kriteria preflighted request.

- Method yang digunakan adalah salah satu dari method berikut:
  - `PUT`
  - `DELETE`
  - `CONNECT`
  - `OPTIONS`
  - `TRACE`
  - `PATCH`
- Terdapat header SELAIN yang otomatis di-set dalam http request. Contoh header untuk kriteria ini adalah `Authorization` , `X-CSRF-Token` , atau lainnya.
- Isi header `Content-Type` adalah SELAIN satu dari 3 berikut.
  - application/x-www-form-urlencoded
  - multipart/form-data
  - text/plain
- Ada event yang ter-registrasi dalam objek `XMLHttpRequestUpload` yang digunakan dalam request.
- Menggunakan objek `ReadableStream` dalam request.

> Lebih detailnya mengenai simple dan preflighted request silakan baca https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/HTTP/CORS.

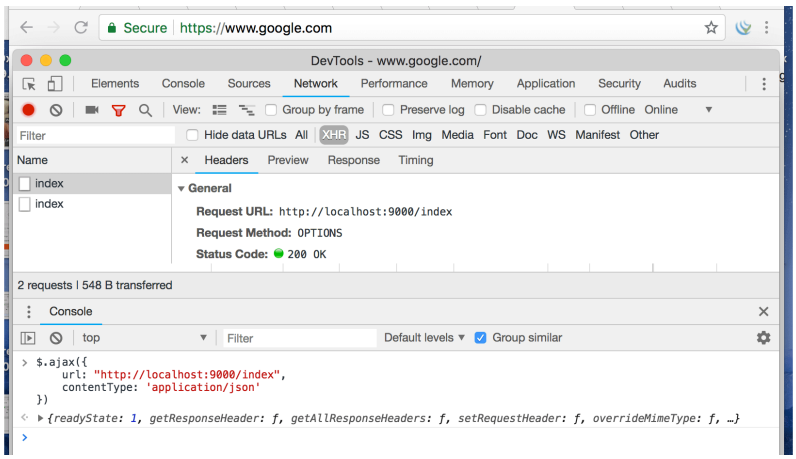
Pada kode yang kita tulis, terdapat pengecekan method `OPTIONS` . Pengecekan ini digunakan untuk mencegah eksekusi statement selanjutnya. Hal ini dikarenakan preflight request tidak membutuhkan kembalian data, tugas si dia hanya mengecek apakah cross origin request didukung atau tidak. Jadi pada handler, ketika method nya adalah `OPTIONS` , langsung saja intercept proses utamanya.

> Header `Access-Control-Max-Age` diisi dengan data waktu, digunakan untuk menentukan sebearapa lama informasi preflight request di-cache. Jika diisi dengan `-1` maka cache di-non-aktifkan.

```
http.HandleFunc("/index", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    // ...

    if r.Method == "OPTIONS" {
        w.Write([]byte("allowed"))
        return
    }

    // ...
})
```

◉ Praktek

Langsung saja buka google.com lalu lakukan AJAX request yang memenuhi alah satu kriteria preflighted request, misalnya, gunakan header `Content-Type: application/json` .



Bisa dilihat pada screenshot, dua request muncul, yang pertama adalah preflight yang kedua adalah actual request.

C.14.5. CORS Handling Menggunakan Golang CORS Library dan Echo

Pada bagian ini kita akan mengkombinasikan library CORS golang buatan Olivier Poitrey, dan Echo, untuk membuat back end yang mendukung cross origin request.

Pertama `go get` dulu library-nya.

```
go get github.com/rs/cors
```

Buat file baru, import library yang diperlukan lalu buat fungsi main.

```
package main

import (
    "github.com/labstack/echo"
    "github.com/rs/cors"
    "net/http"
)

func main() {
    e := echo.New()

    // ...

    e.GET("/index", func(c echo.Context) error {
        return c.String(http.StatusOK, "hello")
    })

    e.Logger.Fatal(e.Start(":9000"))
}
```

Siapkan objek `corsMiddleware`, cetak dari fungsi `cors.New()`. Pada parameter konfigurasi, isi spesifikasi CORS sesuai kebutuhan.

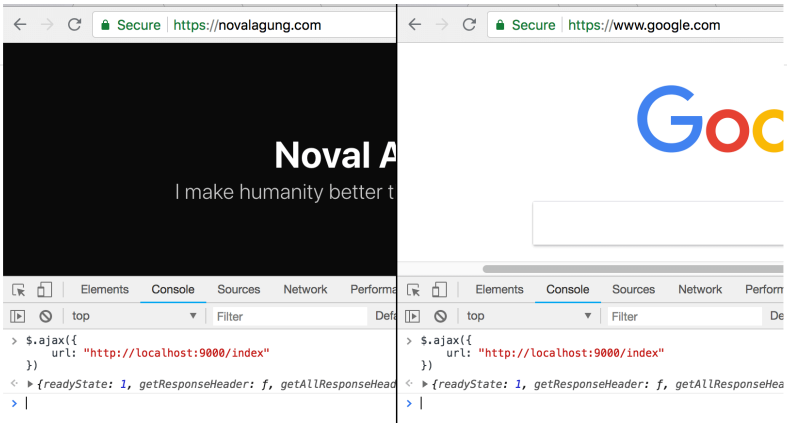
Gaya konfigurasi library ini menarik, mudah sekali untuk dipahami.

```
corsMiddleware := cors.New(cors.Options{
    AllowedOrigins: []string{"https://novalagung.com", "https://www.google.com"
    AllowedMethods: []string{"OPTIONS", "GET", "POST", "PUT"},
    AllowedHeaders: []string{"Content-Type", "X-CSRF-Token"},
    Debug:          true,
})
e.Use(echo.WrapMiddleware(corsMiddleware.Handler))
```

Pada kode di atas, kita meng-allow dua buah origin. Sebelumnya sudah kita bahas bahwa kebanyakan browser tidak mendukung ini. Dengan menggunakan CORS library, hal itu bisa teratasi.

> Sebenarnya mekanisme yang diterapkan oleh CORS library adalah meng-allow semua origin, lalu kemudian mem-filter sesuai dengan spesifikasi yang kita buat, lalu memodifikasi response header `Access-Control-Allow-Origin`-nya.

Jalankan aplikasi, coba test dari dua domain, https://novalagung.com dan https://www.google.com.



Berikut adalah list konfigurasi yang bisa dimanfaatkan dari library ini.

Key	Description
AllowedOrigins	list origin/domain yang diperbolehkan mengakses, gunakan `*` untuk allow all
AllowOriginFunc	callback untuk validasi origin. cocok digunakan untuk menge-set CORS header origin dengan ijin rumit
AllowedMethods	list HTTP method yang diperbolehkan untuk pengaksesan
AllowedHeaders	list header yang diperbolehkan untuk pengaksesan
ExposedHeaders	menentukan header mana saja yang di-expose ke consumer
AllowCredentials	enable/disable credentials
MaxAge	durasi cache preflight request
OptionsPassthrough	digunakan untuk menginstruksikan handler selanjutnya untuk memproses OPTIONS method
Debug	aktifkan properti ini pada stage development, agar banyak informasi log tambahan bisa muncul

- CORS, by Olivier Poitrey, MIT license
- Echo, by Vishal Rana (Lab Stack), MIT license

Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-C.14...

C.15. CSRF

Pada chapter ini kita akan belajar tentang serangan Cross-Site Request Forgery (CSRF) dan cara mengantisipasinya.

C.15.1. Teori

Cross-Site Request Forgery atau CSRF adalah salah satu teknik hacking yang dilakukan dengan cara mengeksekusi perintah yang seharusnya tidak diizinkan, tetapi output yang dihasilkan sesuai dengan yang seharusnya. Contoh serangan jenis ini: mencoba untuk login lewat media selain web browser, seperti menggunakan CURL, menembak langsung endpoint login. Masih banyak contoh lainnya yang lebih ekstrim.

Ada beberapa cara untuk mencegah serangan ini, salah satunya adalah dengan memanfaatkan csrf token. Di setiap halaman yang ada form nya, csrf token di-generate. Pada saat submit form, csrf disisipkan di request, lalu di sisi back end dilakukan pengecekan apakah csrf yang dikirim valid atau tidak.

Csrf token sendiri merupakan sebuah random string yang di-generate setiap kali halaman form muncul. Biasanya di tiap POST request, token tersebut disisipkan sebagai header, atau form data, atau query string.

Lebih detailnya silakan merujuk ke https://en.wikipedia.org/wiki/Cross-site_request_forgery.

C.15.2. Praktek: Back End

Di golang, pencegahan CSRF bisa dilakukan dengan membuat middleware untuk pengecekan setiap request POST yang masuk. Cukup mudah sebenarnya, namun agar lebih mudah lagi kita akan gunakan salah satu middleware milik echo framework untuk belajar.

Di setiap halaman, jika di dalam html nya terdapat form, maka harus disisipkan token csrf. Token tersebut di-generate oleh middleware.

Di tiap POST request hasil dari form submit, token tersebut harus ikut dikirimkan. Proses validasi token sendiri di-handle oleh middleware.

Mari kita praktekkan, siapkan project baru. Buat file `main.go`, isi dengan kode berikut.

```
package main

import (
    "fmt"
    "github.com/labstack/echo"
    "github.com/labstack/echo/middleware"
    "html/template"
    "net/http"
)

type M map[string]interface{}

func main() {
    tmpl := template.Must(template.ParseGlob("./*.html"))

    e := echo.New()

    // ...

    e.Logger.Fatal(e.Start(":9000"))
}
```

Nantinya akan ada endpoint `/index`, isinya menampilkan html form. Objek `tmpl` kita gunakan untuk rendering form tersebut. API echo renderer tidak digunakan dalam chapter ini.

Siapkan routing untuk `/index`, dan registrasikan middleware CSRF.

```
const CSRFTokenHeader = "X-CSRF-Token"
const CSRFKey = "csrf"

e.Use(middleware.CSRFWithConfig(middleware.CSRFConfig{
    TokenLookup: "header:" + CSRFTokenHeader,
    ContextKey:  CSRFKey,
}))

e.GET("/index", func(c echo.Context) error {
    data := make(M)
    data[CSRFKey] = c.Get(CSRFKey)
    return tmpl.Execute(c.Response(), data)
})
```

Objek middleware CSRF dibuat lewat statement `middleware.CSRF()`, konfigurasi default digunakan. Atau bisa juga dibuat dengan disertakan konfigurasi custom, lewat `middleware.CSRFWithConfig()` seperti pada kode di atas.

Property `ContextKey` digunakan untuk mengakses token csrf yang tersimpan di `echo.Context`, pembuatan token sendiri terjadi pada saat ada http request GET masuk.

Property tersebut kita isi dengan konstanta `CSRFKey`, maka dalam pengambilan token cukup panggil `c.Get(CSRFKey)`. Token kemudian disisipkan sebagai data pada saat rendering `view.html`.

Property `TokenLookup` adalah acuan di bagian mana informasi csrf disisipkan dalam objek request, apakah dari header, query string, atau form data. Ini penting karena dibutuhkan oleh middleware yang bersangkutan untuk memvalidasi token tersebut. Bisa dilihat, kita memilih `header:X-CSRF-Token`, artinya csrf token dalam request akan disisipkan dalam header dengan key adalah `X-CSRF-Token`.

> Isi value `TokenLookup` dengan `"form:<name>"` jika token disispkan dalam form data request, dan `"query:<name>"` jika token disisipkan dalam query string.

Selanjutnya siapkan satu endpoint lagi, yaitu `/sayhello`, endpoint ini nantinya menjadi tujuan request yang di-dispatch dari event submit form.

```
e.POST("/sayhello", func(c echo.Context) error {
    data := make(M)
    if err := c.Bind(&data); err != nil {
        return err
    }

    message := fmt.Sprintf("hello %s", data["name"])
    return c.JSON(http.StatusOK, message)
})
```

Pada handler endpoint `/sayhello` tidak ada pengecekan token csrf, karena sudah ditangani secara implisit oleh middleware.

C.15.3. Front End

Buat `view.html`, lalu isi kode berikut.

```html
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
    <title></title>
</head>
<body>
    <form id="form" action="/sayhello" method="POST">
        <div>
            <label>Name</label>
            <input type="text" name="name" placeholder="Type your name here">
        </div>
        <div>
            <label>Gender</label>
            <select name="gender">
                <option value="">Select one</option>
                <option value="male">Male</option>
                <option value="female">Female</option>
            </select>
        </div>
        <div>
            <input type="hidden" name="csrf" value="{{ .csrf }}">
            <button type="submit">Submit</button>
        </div>
    </form>

    <script src="https://code.jquery.com/jquery-3.3.1.min.js"></script>

    <script type="text/javascript">
        // JS code here ...
    </script>
</body>
</html>
```

Bisa dilihat, sebuah form disiapkan dengan isi 2 inputan dan satu buah tombol submit.

Sebenarnya ada tiga inputan, namun yang satu adalah hidden. Inputan tersebut berisi nilai `csrf` yang disisipkan dari back end.

Pada saat tombol submit di-klik, token tersebut harus disisipkan dalam AJAX request yang mengarah ke `/sayhello`.

Sekarang buat script JS-nya. Siapkan sebuah event listener `submit` untuk element `form`, isinya adalah AJAX. Ambil informasi inputan nama dan gender, jadikan sebagai payload AJAX tersebut.

```
$(function () {
    $('form').on('submit', function (e) {
        e.preventDefault()

        var self = $(this)

        var formData = {
            name: self.find('[name="name"]').val(),
            gender: self.find('[name="gender"]').val(),
        }

        var url = self.attr('action')
        var method = self.attr('method')
        var payload = JSON.stringify(formData)

        $.ajax({
            url: url,
            type: method,
            contentType: 'application/json',
            data: payload,
            beforeSend: function(req) {
                var csrfToken = self.find('[name=csrf]').val()
                req.setRequestHeader("X-CSRF-Token", csrfToken)
            },
        }).then(function (res) {
            alert(res)
        }).catch(function (err) {
            alert('ERROR: ' + err.responseText)
            console.log('err', err)
        })
    })
})
```

Tambahkan header `X-CSRF-Token` di AJAX request seperti pada kode di atas, isinya diambil dari inputan hidden `csrf`. Nama header sendiri menggunakan `X-CSRF-Token`.

Karena di konfigurasi middleware csrf di back end `TokenLookup` adalah `header:X-CSRF-Token`, maka header dengan nama `X-CSRF-Token` dipilih.

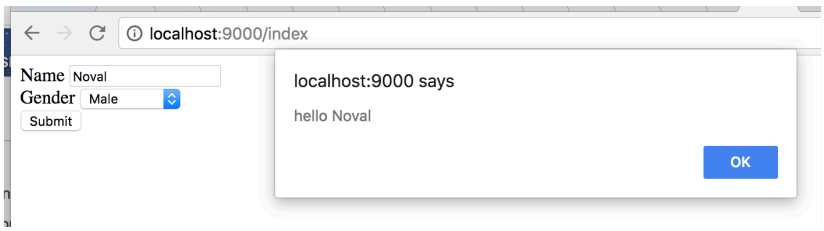
C.15.4. Testing

Sekarang jalankan aplikasi lalu akses `/index` untuk mengetes hasilnya. Silakan melakukan skenario testing berikut.

1. Buka laman `/index`, form akan muncul.

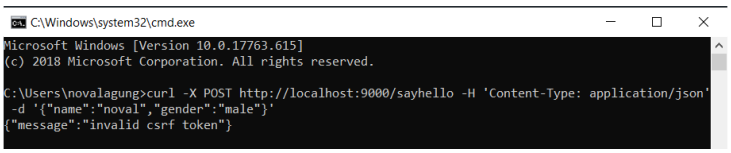
2. Pada saat rendering output `/index`, disisipkan juga token csrf yang di-generate oleh middleware pada saat endpoint ini diakses.
3. OK, sekarang laman form sudah muncul.
4. Isi inputan form.
5. Klik tombol submit.
6. Di event submit tersebut, sebuah AJAX dipersiapkan dengan tujuan adalah `/sayhello`.
7. Di dalam AJAX ini, token csrf yang sebelumnya disisipkan, diambil lalu ditempelkan ke AJAX.
8. AJAX di-dispatch ke `/sayhello`.
9. Sebelum benar-benar diterima oleh handler endpoint, middleware secara otomatis melakukan pengecekan atas token csrf yang disisipkan.
10. Jika pengecekan sukses, maka request diteruskan ke tujuan.
11. Jika tidak suses, error message dikembalikan.
12. Pengecekan adalah sukses, alert message muncul.

Hasilnya:



Coba tembak langsung endpoint nya lewat CURL.

```
$ curl -X POST http://localhost:9000/sayhello \
     -H 'Content-Type: application/json' \
     -d '{"name":"noval","gender":"male"}'
```



Hasilnya error, karena token csrf tidak di-sisipkan.

Lewat teknik pencegahan ini, bukan berarti serangan CSRF tidak bisa dilakukan, si hacker masih bisa menembak endpoint secara paksa lewat CURL, hanya saja membutuhkan usaha ekstra jika ingin sukses.

- Echo, by Vishal Rana (Lab Stack), MIT license

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-C.15...

C.16. Secure Middleware

Pada chapter ini kita akan belajar menggunakan library secure untuk meningkatkan keamanan aplikasi web.

C.16.1. Keamanan Web Server

Jika berbicara mengenai keamanan aplikasi web, sangat luas sebenarnya cakupannya, ada banyak hal yang perlu diperhatian dan disiapkan. Mungkin tiga di antaranya sudah kita pelajari sebelumnya, yaitu penerapan Secure Cookie, CORS, dan CSRF.

Selain 3 topik tersebut masih terdapat banyak lagi. Beruntungnya ada library secure. Sesuai tagline-nya, secure library digunakan untuk membantu mengatasi beberapa masalah keamanan aplikasi.

Secure library merupakan middleware, penggunaannya sama seperti middleware pada umumnya.

C.16.2. Praktek

Mari langsung kita praktekan. Buat folder project baru. Di file main tulis kode berikut. Sebuah aplikasi dibuat, isinya satu buah rute `/index` yang bisa diakses dari mana saja.

```
package main

import (
    "net/http"
    "github.com/labstack/echo"
)

func main() {
    e := echo.New()

    e.GET("/index", func(c echo.Context) error {
        c.Response().Header().Set("Access-Control-Allow-Origin", "*")

        return c.String(http.StatusOK, "Hello")
    })

    e.Logger.Fatal(e.StartTLS(":9000", "server.crt", "server.key"))
}
```

Perlu diketahui, aplikasi di atas di-start dengan SSL/TLS enabled. Dua buah file dibutuhkan, yaitu file certificate `server.crt` dan file private key `server.key`. Silakan unduh kedua file tersebut dari source code di GitHub, folder chapter-C.16-

secure-middleware. Pada chapter C.24. HTTPS/TLS Web Server nantinya akan kita pelajari lebih lanjut mengenai cara generate kedua file di atas hingga cara penggunannya.

Kembali ke pembahasan, sekarang tambahkan secure middleware. Import package-nya, buat instance middleware, lalu registrasikan ke echo.

```
import (
    // ...
    "github.com/unrolled/secure"
)

func main() {
    // ...

    secureMiddleware := secure.New(secure.Options{
        AllowedHosts:            []string{"localhost:9000", "www.google.com"},
        FrameDeny:               true,
        CustomFrameOptionsValue: "SAMEORIGIN",
        ContentTypeNosniff:      true,
        BrowserXssFilter:        true,
    })

    e.Use(echo.WrapMiddleware(secureMiddleware.Handler))

    // ...
}
```

Pembuatan objek secure middleware dilakukan menggunakan `secure.New()` dengan isi parameter adalah konfigurasi. Bisa dilihat ada 5 buah property konfigurasi di-set. Berikut merupakan penjelasan tiap-tiap property tersebut.

◉ Konfigurasi `AllowedHosts`

```
AllowedHosts: []string{"localhost:9000", "www.google.com"}
```

Host yang diperbolehkan mengakses web server ditentukan hanya 2, yaitu localhost:9000 yang merupakan web server itu sendiri, dan google.com. Silakan coba mengakses aplikasi kita ini menggunakan AJAX lewat google.com dan domainnya lainnya untuk mengetes apakah fungsionalitas nya berjalan.

◉ Konfigurasi `FrameDeny`

```
FrameDeny: true
```

Secara default sebuah aplikasi web adalah bisa di-load di dalam iframe yang berada host nya berbeda. Misalnya di salah satu laman web www.kalipare.com ada iframe yang atribut src nya berisi www.novalagung.com, hal seperti ini diperbolehkan.

Perijinan apakah website boleh di-load lewat iframe atau tidak, dikontrol lewat header X-Frame-Options.

Di library secure, untuk men-disable ijin akses aplikasi dari dalam iframe, bisa dilakukan cukup dengan mengeset proerty `FrameDeny` dengan nilai `true` .

Untuk mengetes, silakan buat aplikasi web terpisah yang mer-render sebuah view. Dalam view tersebut siapkan satu buah iframe yang mengarah ke `https://localhost:9000/index` .

◉ Konfigurasi `CustomFrameOptionsValue`

```
CustomFrameOptionsValue: "SAMEORIGIN"
```

Jika `FrameDeny` di-set sebagai `true` , maka semua host (termasuk aplikasi itu sendiri) tidak akan bisa me-load url lewat iframe.

Dengan menambahkan satu buah property lagi yaitu `CustomFrameOptionsValue: "SAMEORIGIN"` maka ijin pengaksesan url lewat iframe menjadi eksklusif hanya untuk aplikasi sendiri.

Untuk mengetes, buat rute baru yang me-render sebuah view. Dalam view tersebut siapkan satu buah iframe yang mengarah ke `/index` .

◉ Konfigurasi `ContentTypeNosniff`

```
ContentTypeNosniff: true
```

Property `ContentTypeNosniff: true` digunakan untuk disable MIME-sniffing yang dilakukan oleh browser IE. Lebih jelasnya silakan baca X-Content-Type-Options.

◉ Konfigurasi `BrowserXssFilter`

```
BrowserXssFilter: true
```

Property di atas digunakan untuk mengaktifkan header X-XSS-Protection, dengan isi header adalah `1; mode=block` .

C.15.3. Property Library Secure

Selain 5 property yang kita telah pelajari di atas, masih ada banyak lagi konfigurasi yang bisa digunakan.

- AllowedHosts
- HostsProxyHeaders
- SSLRedirect
- SSLTemporaryRedirect
- SSLHost
- SSLHostFunc
- SSLProxyHeaders
- STSSeconds
- STSIncludeSubdomains
- STSPreload
- ForceSTSHeader
- FrameDeny
- CustomFrameOptionsValue
- ContentTypeNosniff
- BrowserXssFilter
- CustomBrowserXssValue
- ContentSecurityPolicy
- PublicKey
- ReferrerPolicy

Lebih mendetailnya silakan langsung cek halaman official library secure di https://github.com/unrolled/secure.

- Secure, by Cory Jacobsen, MIT license
- Echo, by Vishal Rana (Lab Stack), MIT license

Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-C.16...

C.17. HTTP Gzip Compression (gziphandler)

Pada chapter ini kita akan mempelajari penerapan HTTP Compression, dengan encoding adalah Gzip, dalam aplikasi web golang.

C.17.1. Teori

HTTP Compression adalah teknik kompresi data pada HTTP response, agar ukuran/size output menjadi lebih kecil dan response time lebih cepat.

Pada saat sebuah endpoint diakses, di header request akan ada header `Accept-Encoding` yang disisipkan oleh browser secara otomatis.

```
GET /hello HTTP/1.1
Host: localhost:9000
Accept-Encoding: gzip, deflate
```

Jika isinya adalah `gzip` atau `deflate`, berarti browser siap dan support untuk menerima response yang di-compress dari back end.

> Deflate adalah algoritma kompresi untuk data lossless. Gzip adalah salah satu teknik kompresi data yang menerapkan algoritma deflate.

Di sisi back end sendiri, jika memang output di-compress, maka response header `Content-Encoding: gzip` perlu disisipkan.

```
Content-Encoding: gzip
```

Jika di sebuah request tidak ada header `Accept-Encoding: gzip`, tetapi response back end tetap di-compress, maka akan muncul error di browser `ERR_CONTENT_DECODING_FAILED`.

C.17.2. Praktek

Golang menyediakan package `compress/gzip`. Dengan memanfaatkan API yang tersedia dalam package tersebut, kompresi data pada HTTP response bisa dilakukan.

Namun pada chapter ini kita tidak memakainya, melainkan menggunakan salah satu library middleware gzip compression yang cukup terkenal, gziphandler.

Mari kita praktekan. Siapkan folder project baru, siapkan satu buah rute `/image`. Dalam handler rute tersebut terdapat proses pembacaan isi file gambar `sample.png`, untuk kemudian dijadikan sebagai output data response. Gunakan file gambar apa saja untuk keperluan testing.

Tujuan dari aplikasi ini untuk melihat seberapa besar response size dan lama response time-nya. Nantinya akan kita bandingkan dengan hasil test di aplikasi yang menerapkan http gzip comporession.

```
package main

import (
    "io"
    "net/http"
    "os"
)

func main() {
    mux := new(http.ServeMux)

    mux.HandleFunc("/image", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
        f, err := os.Open("sample.png")
        if f != nil {
            defer f.Close()
        }
        if err != nil {
            http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
            return
        }

        _, err = io.Copy(w, f)
        if err != nil {
            http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
        }
    })

    server := new(http.Server)
    server.Addr = ":9000"
    server.Handler = mux

    server.ListenAndServe()
}
```

Jalankan aplikasi lalu test hasilnya.

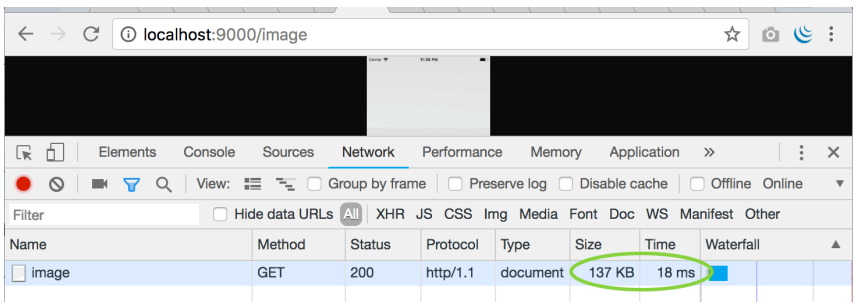


Image size adalah 137 KB, dan response time adalah 18 ms.

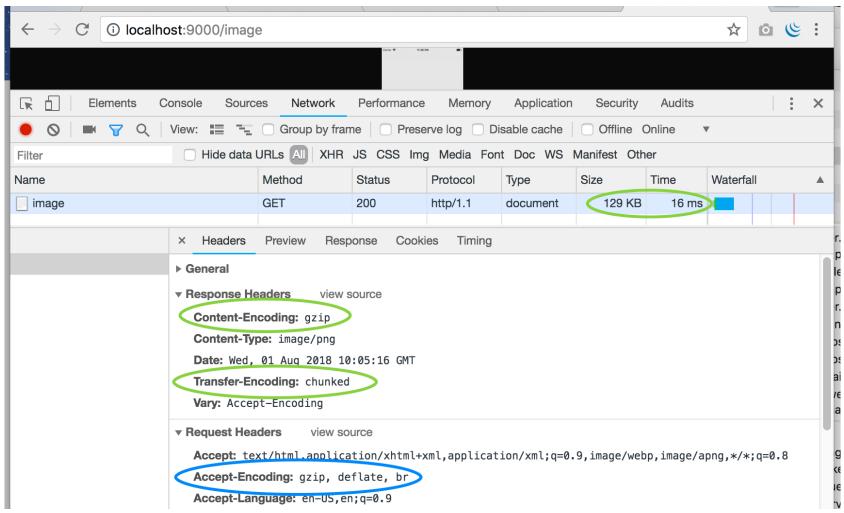
Selanjutnya kita akan coba menerapkan middleware gzip pada program kecil di atas. Pertama unduh dependency gziphandler terlebih dahulu menggunakan `go get` .

```
go get -u github.com/NYTimes/gziphandler
```

Import library yang sudah ter-unduh pada file main, lalu bungkus multiplexer `mux` menggunakan `gziphandler.GzipHandler()` , mux tersebut dimasukan ke property `server.Handler` .

```
import (
    // ...
    "github.com/NYTimes/gziphandler"
)

func main() {
    // ...

    server.Handler = gziphandler.GzipHandler(mux)

    // ...
}
```

Jalankan ulang aplikasi, lihat perbandingannya.



Perbedannya size dan time nya mungkin tidak terlihat signifikan, karena memang gambarnya berukuran kecil, jumlahnya cuma satu asset, dan pengaksesannya di localhost. Untuk aplikasi yang sudah published di internet, dan diakses dari komputer lokal, pasti akan terasa jauh lebih cepat dan ringan.

C.17.3. Gzip Compression di Echo

Penerapan http gzip compression di echo framework bisa dengan menggunakan middleware gziphandler di atas. Atau bisa juga menggunakan middleware gzip milik echo. Berikut merupakan contoh pemanfaatan echo middleware gzip.

```
e := echo.New()

e.Use(middleware.Gzip())

e.GET("/image", func(c echo.Context) error {
    f, err := os.Open("sample.png")
    if err != nil {
        return err
    }

    _, err = io.Copy(c.Response(), f)
    if err != nil {
        return err
    }

    return nil
})

e.Logger.Fatal(e.Start(":9000"))
```

- Gzip Handler, by The New York Times team, Apache-2.0 license
- Echo, by Vishal Rana (Lab Stack), MIT license

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-C.17...

C.18. Send Mail (`net/smtp` , Gomail v2)

Pada chapter ini kita akan belajar cara mengirim email dari aplikasi golang, menggunakan dua cara berikut.

1. Dengan memanfaatkan package `net/smtp` .
2. Menggunakan Library gomail.

C.18.1. Kirim Email Menggunakan `net/smtp`

Golang menyediakan package `net/smtp` , isinya banyak API untuk berkomunikasi via protokol SMTP. Lewat package ini kita bisa melakukan operasi kirim email.

Sebuah akun email diperlukan dalam mengirim email, silakan gunakan provider email apa saja. Pada chapter ini kita gunakan Google Mail (gmail), jadi siapkan satu buah akun gmail untuk keperluan testing.

Mari kita praktekan. Buat folder project baru, salin kode berikut.

```go
package main

import (
    "fmt"
    "log"
    "net/smtp"
    "strings"
)

const CONFIG_SMTP_HOST = "smtp.gmail.com"
const CONFIG_SMTP_PORT = 587
const CONFIG_SENDER_NAME = "PT. Makmur Subur Jaya <emailanda@gmail.com>"
const CONFIG_AUTH_EMAIL = "emailanda@gmail.com"
const CONFIG_AUTH_PASSWORD = "passwordemailanda"

func main() {
    to := []string{"recipient1@gmail.com", "emaillain@gmail.com"}
    cc := []string{"tralalala@gmail.com"}
    subject := "Test mail"
    message := "Hello"

    err := sendMail(to, cc, subject, message)
    if err != nil {
        log.Fatal(err.Error())
    }

    log.Println("Mail sent!")
}
```

Dalam implementasinya, untuk bisa mengirim email, dibutuhkan mail server. Karena kita menggunakan email google, maka mail server milik google digunakan.

Pada kode di atas, konstanta dengan prefix `CONFIG_` adalah konfigurasi yang diperlukan untuk terhubung dengan mail server. Isi dari kedua variabel `CONFIG_AUTH_EMAIL` dan `CONFIG_AUTH_PASSWORD` digunakan untuk keperluan otentikasi dengan SMTP server. Silakan sesuaikan dengan akun yang digunakan di masing-masing.

Di dalam fungsi main bisa dilihat, fungsi `sendMail()` dipanggil untuk mengirim email, dengan empat buah parameter disisipkan.

- Parameter `to`, adalah tujuan email.
- Parameter `cc`, adalah cc tujuan.
- Parameter `subject`, adalah subjek email.
- Parameter `message`, adalah body email.

Konstanta `CONFIG_SENDER_NAME` isinya dipergunakan sebagai label header pengirim email. Bisa di-isi dengan label apapun.

> Di sini `CONFIG_SENDER_NAME` perannya hanya sebagai label header pengirim email saja. Untuk email otentikasi dengan SMTP server sendiri yang dipergunakan adalah `CONFIG_AUTH_EMAIL`.

OK, selanjutnya buat fungsi `sendMail()` berikut.

```
func sendMail(to []string, cc []string, subject, message string) error {
    body := "From: " + CONFIG_SENDER_NAME + "\n" +
        "To: " + strings.Join(to, ",") + "\n" +
        "Cc: " + strings.Join(cc, ",") + "\n" +
        "Subject: " + subject + "\n\n" +
        message

    auth := smtp.PlainAuth("", CONFIG_AUTH_EMAIL, CONFIG_AUTH_PASSWORD, CONFIG_
    smtpAddr := fmt.Sprintf("%s:%d", CONFIG_SMTP_HOST, CONFIG_SMTP_PORT)

    err := smtp.SendMail(smtpAddr, auth, CONFIG_AUTH_EMAIL, append(to, cc...),
    if err != nil {
        return err
    }

    return nil
}
```

Fungsi `sendMail()` digunakan untuk mengirim email. Empat data yang disisipkan pada fungsi tersebut dijadikan satu dalam format tertentu, lalu disimpan ke variabel `body`.

Statement yang ditampung oleh `body` akan menghasilkan string berikut (formatnya adalah baku).

```
From: PT. Makmur Subur Jaya <emailanda@gmail.com>
To: recipient1@gmail.com, emaillain@gmail.com
Cc: tralalala@gmail.com
Subject: Test mail

Hello
```

Pengiriman email dilakukan lewat `smtp.SendMail()`. Dalam pemanggilannya 5 buah parameter disisipkan, berikut adalah penjelasan masing-masing parameter.

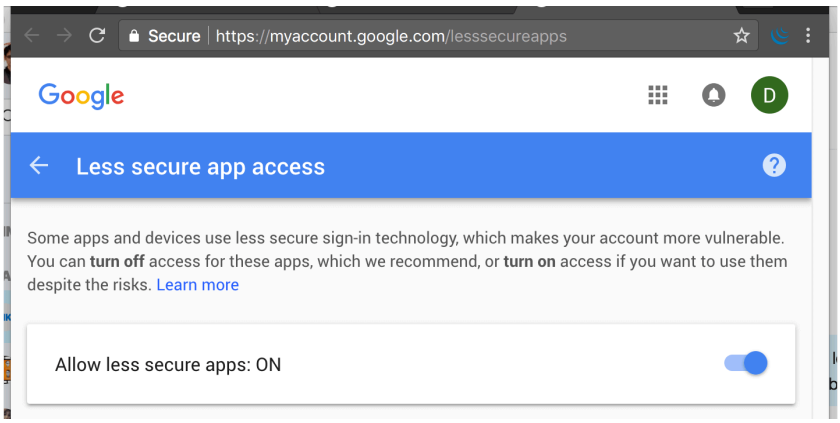
- Parameter ke-1, `smtpAddr`, merupakan kombinasi host dan port mail server.
- Parameter ke-2, `auth`, menampung credentials untuk keperluan otentikasi ke mail server. Objek ini dicetak lewat `smtp.PlainAuth()`.
- Parameter ke-3, `CONFIG_AUTH_EMAIL`, adalah alamat email yang digunakan untuk mengirim email.
- Parameter ke-4, Isinya adalah semua email tujuan, termasuk `Cc`.
- Parameter ke-5, isinya `body` email.

Jalankan aplikasi. Lihat di console, error muncul.

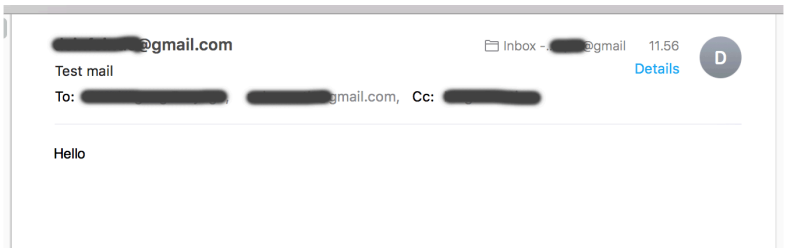
```
novalagung:chapter-b.16 $ go run main.go
2018/08/02 11:19:35 --- 534 5.7.14 <https://accounts.google.com/signin/continue?
sarp=1&scc=1&pl
5.7.14 10piIQsV3hwu2l
5.7.14 lYfeUxvNg-JAPpkjWUFoqcffPXq5GwMn
5.7.14 jD4lif2
5.7.14 jKl62HDaLRgAk1T7gVST_E0
5.7.14 your web browser and then try again.
5.7.14  Learn more at
5.7.14  https://support.google.com/mail/answer/78754 f6
```

Error di atas hanya muncul pada pengiriman email menggunakan akun google mail. Untuk alasan keamanan, google men-disable akun gmail untuk digunakan mengirim email lewat kode program.

Aktifkan **2-Step Verification** pada akun gmail, lalu buat **App Password** khusus untuk digunakan dari kode program melalui halaman https://myaccount.google.com/apppasswords. Gunakan App Password tersebut sebagai pengganti `CONFIG_AUTH_PASSWORD`.



Jalankan ulang aplikasi, email terkirim. Lihat di inbox email tujuan pengiriman untuk mengecek hasilnya.



C.18.2. Kirim Email Menggunakan Gomail v2

Dengan library gomail, pengiriman email bisa dilakukan dengan mudah. Beberapa operasi seperti membuat email dalam bentuk html, menambahkan attachment, menambahkan bcc, bisa dilakukan dengan mudah lewat gomail.

Mari langsung kita praktekan. Unduh terlebih dahulu library-nya.

```
go get -u gopkg.in/gomail.v2
```

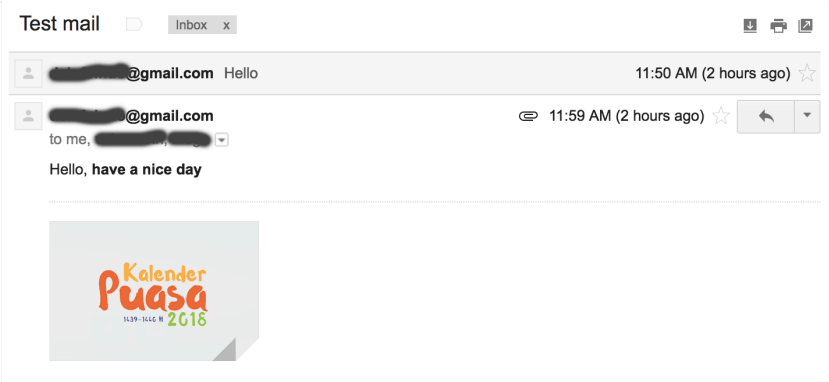
Lalu tulis kode berikut.

```go
package main

import (
    "gopkg.in/gomail.v2"
    "log"
)

const CONFIG_SMTP_HOST = "smtp.gmail.com"
const CONFIG_SMTP_PORT = 587
const CONFIG_SENDER_NAME = "PT. Makmur Subur Jaya <emailanda@gmail.com>"
const CONFIG_AUTH_EMAIL = "emailanda@gmail.com"
const CONFIG_AUTH_PASSWORD = "passwordemailanda"

func main() {
    mailer := gomail.NewMessage()
    mailer.SetHeader("From", CONFIG_SENDER_NAME)
    mailer.SetHeader("To", "recipient1@gmail.com", "emaillain@gmail.com")
    mailer.SetAddressHeader("Cc", "tralalala@gmail.com", "Tra Lala La")
    mailer.SetHeader("Subject", "Test mail")
    mailer.SetBody("text/html", "Hello, <b>have a nice day</b>")
    mailer.Attach("./sample.png")

    dialer := gomail.NewDialer(
        CONFIG_SMTP_HOST,
        CONFIG_SMTP_PORT,
        CONFIG_AUTH_EMAIL,
        CONFIG_AUTH_PASSWORD,
    )

    err := dialer.DialAndSend(mailer)
    if err != nil {
        log.Fatal(err.Error())
    }

    log.Println("Mail sent!")
}
```

Siapkan satu buah image bernama `sample.png`, simpan di dalam folder yang sama dengan file main. Untuk meng-attach file ke dalam email, gunakan method `.Attach()` milik `*gomail.Message`.

Pada contoh kali ini email isinya adalah HTML. Gunakan MIME html pada parameter pertama `.SetBody()` untuk mengaktifkan mode html email.

Jalankan aplikasi, lalu cek hasilnya email yang dikirim di inbox.



C.18.3. Kirim Email dengan Konfigurasi SMTP Relay / No Auth / Tanpa Otentikasi

Cara untuk mengirim email menggunakan konfigurasi SMTP relay atau *No Auth* sangatlah mudah lewat library gomail.v2.

Cukup lakukan sedikit modifikasi berikut pada kode yang sudah dibuat. Pada inisialisasi object `dialer` ubah statement-nya menjadi berikut:

```
dialer := &gomail.Dialer{Host: CONFIG_SMTP_HOST, Port: CONFIG_SMTP_PORT}
```

Daaaaannnnn ... cukup itu saja penyesuaiannya agar bisa kirim email via konfigurasi SMTP relay :-)

- Gomail v2, by Alexandre Cesaro, MIT license

Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-C.18...

C.19. Read & Write Excel XLSX File (Excelize)

Dalam pengembangan aplikasi web, di bagian reporting, tidak jarang kita akan berususan dengan file excel. Biasanya di tiap report diharuskan ada fasilitas untuk unduh data ke bentuk excel ataupun pdf.

Pada chapter ini kita akan belajar tentang pengolahan file excel menggunakan excelize.

Dokumentasi lengkap mengenai excelize bisa dilihat di https://xuri.me/excelize/en. Silakan `go get` untuk mengunduh library ini.

```
go get github.com/xuri/excelize/v2
```

C.19.1. Membuat File Excel `.xlsx`

Pembahasan akan dilakukan dengan langsung praktek, dengan skenario: sebuah dummy data bertipe `[]M` disiapkan, data tersebut kemudian ditulis ke dalam excel.

Buat project baru, buat file main, import excelize dan siapkan dummy data-nya.

```go
package main

import (
    "fmt"
    "github.com/360EntSecGroup-Skylar/excelize"
    "log"
)

type M map[string]interface{}

var data = []M{
    M{"Name": "Noval", "Gender": "male", "Age": 18},
    M{"Name": "Nabila", "Gender": "female", "Age": 12},
    M{"Name": "Yasa", "Gender": "male", "Age": 11},
}

func main() {
    // magic here
}
```

Di fungsi `main()` buat objek excel baru, menggunakan `excelize.NewFile()`. Secara default, objek excel memiliki satu buah sheet dengan nama `Sheet1`.

```
xlsx := excelize.NewFile()

sheet1Name := "Sheet One"
xlsx.SetSheetName(xlsx.GetSheetName(1), sheet1Name)
```

Sheet `Sheet1` kita ubah namanya menjadi `Sheet One` lewat statement `xlsx.SetSheetName()`. Perlu diperhatikan index sheet dimulai dari 1, bukan 0.

Siapkan cell header menggunakan kode berikut.

```
xlsx.SetCellValue(sheet1Name, "A1", "Name")
xlsx.SetCellValue(sheet1Name, "B1", "Gender")
xlsx.SetCellValue(sheet1Name, "C1", "Age")

err := xlsx.AutoFilter(sheet1Name, "A1", "C1", "")
if err != nil {
    log.Fatal("ERROR", err.Error())
}
```

Penulisan cell dilakukan lewat method `.SetCellValue()` milik objek excel. Pemanggilannya membutuhkan 3 buah parameter untuk disisipkan.

1. Parameter ke-1, sheet name.
2. Parameter ke-2, lokasi cell.
3. Parameter ke-3, nilai/text/isi cell.

Pada kode di atas, cell `A1`, `B1`, dan `C1` disiapkan dan diaktifkan filter di dalamnya. Cara mengeset filter pada cell sendiri dilakukan lewat method `.AutoFilter()`. Tentukan range lokasi cell sebagai parameter.

Statement `xlsx.AutoFilter(sheet1Name, "A1", "C1", "")` artinya filter diaktifkan pada sheet `sheet1Name` mulai cell `A1` hingga `C1`.

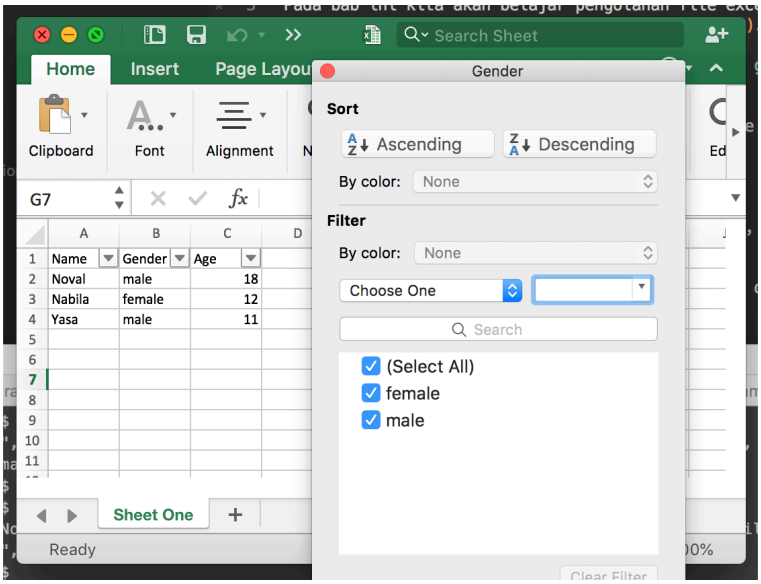
Lalu lakukan perulangan pada `data`. Tulis tiap map item sebagai cell berurutan per row setelah cell header.

```
for i, each := range data {
    xlsx.SetCellValue(sheet1Name, fmt.Sprintf("A%d", i+2), each["Name"])
    xlsx.SetCellValue(sheet1Name, fmt.Sprintf("B%d", i+2), each["Gender"])
    xlsx.SetCellValue(sheet1Name, fmt.Sprintf("C%d", i+2), each["Age"])
}
```

Terakhir simpan objek excel sebagai file fisik. Gunakan `.SaveAs()`, isi parameter dengan path lokasi excel akan disimpan.

```
err = xlsx.SaveAs("./file1.xlsx")
if err != nil {
    fmt.Println(err)
}
```

Jalankan aplikasi, sebuah file bernama `file1.xlsx` akan muncul. Buka file tersebut lihat isinya. Data tersimpan sesuai ekspektasi. Fasilitas filter pada cell header juga aktif.



C.19.2. Pembuatan Sheet, Merge Cell, dan Cell Styles

Manajemen sheet menggunakan excelize cukup mudah. Pembuatan sheet dilakukan lewat `xlsx.NewSheet()`. Mari langsung kita praktekan.

Hapus baris kode mulai statement `xlsx.SaveAs()` kebawah. Lalu tambahkan kode berikut.

```
sheet2Name := "Sheet two"
sheetIndex := xlsx.NewSheet(sheet2Name)
xlsx.SetActiveSheet(sheetIndex)
```

Statement `xlsx.SetActiveSheet()` digunakan untuk menge-set sheet yang aktif ketika file pertama kali dibuka. Parameter yang dibutuhkan adalah index sheet.

Pada sheet baru, `Sheet two`, tambahkan sebuah text `Hello` pada sheet `A1`, lalu merge cell dengan cell di sebelah kanannya.

```
xlsx.SetCellValue(sheet2Name, "A1", "Hello")
xlsx.MergeCell(sheet2Name, "A1", "B1")
```

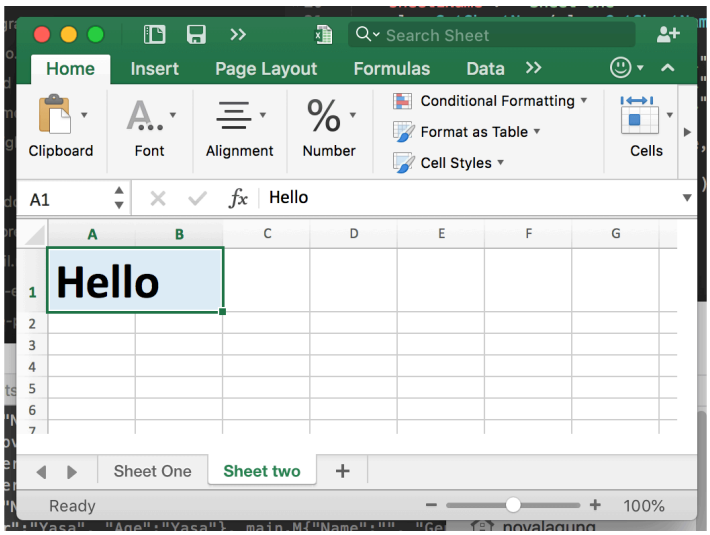
Tambahkan juga style pada cell tersebut. Buat style baru lewat `xlsx.NewStyle()`, sisipkan konfigurasi style sebagai parameter.

```
style, err := xlsx.NewStyle(`{
    "font": {
        "bold": true,
        "size": 36
    },
    "fill": {
        "type": "pattern",
        "color": ["#E0EBF5"],
        "pattern": 1
    }
}`)
if err != nil {
    log.Fatal("ERROR", err.Error())
}
xlsx.SetCellStyle(sheet2Name, "A1", "A1", style)

err = xlsx.SaveAs("./file2.xlsx")
if err != nil {
    fmt.Println(err)
}
```

Di excelize, style merupakan objek terpisah. Kita bisa mengaplikasikan style tersebut ke cell mana saja menggunakan `xlsx.SetCellStyle()`.

Silakan merujuk ke https://xuri.me/excelize/en/cell.html#SetCellStyle untuk pembahasan yang lebih detail mengenai cell style.

Sekarang jalankan aplikasi, lalu coba buka file `file2.xlsx`.



C.19.3. Membaca File Excel `.xlsx`

Di excelize, objek excel bisa didapat lewat dua cara.

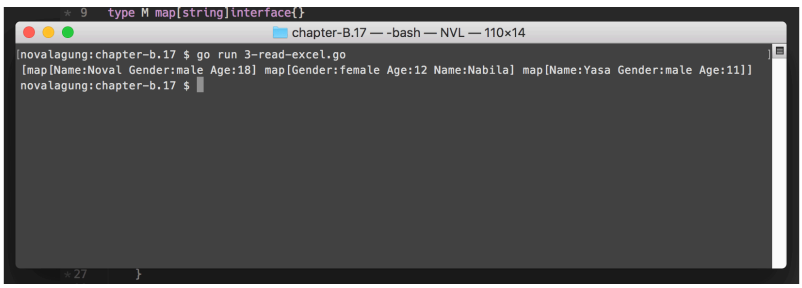
- Dengan membuat objek excel baru menggunakan `excelize.NewFile()`.
- Atau dengan membaca file excel lewat `excelize.OpenFile()`.

Dari objek excel, operasi baca dan tulis bisa dilakukan. Berikut merupakan contoh cara membaca file excel yang sudah kita buat, `file1.xlsx`.

```
xlsx, err := excelize.OpenFile("./file1.xlsx")
if err != nil {
    log.Fatal("ERROR", err.Error())
}

sheet1Name := "Sheet One"

rows := make([]M, 0)
for i := 2; i < 5; i++ {
    row := M{
        "Name":   xlsx.GetCellValue(sheet1Name, fmt.Sprintf("A%d", i)),
        "Gender": xlsx.GetCellValue(sheet1Name, fmt.Sprintf("B%d", i)),
        "Age":    xlsx.GetCellValue(sheet1Name, fmt.Sprintf("C%d", i)),
    }
    rows = append(rows, row)
}

fmt.Printf("%v \n", rows)
```

Pada kode di atas, data tiap cell diambil lalu ditampung ke slice `M`. Gunakan `xlsx.GetCellValue()` untuk mengambil data cell.

Jalankan aplikasi untuk mengecek hasilnya.



- Excelize, by 360 Enterprise Security Group Team, BSD 3 Clause license

---

Source code praktik chapter ini tersedia di Github

https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-C.19...

C.20. Write PDF File (gofpdf)

Reporting pada aplikasi web, selain ke bentuk file excel biasanya ke bentuk file pdf. Pada chapter ini kita akan mempelajari cara membuat file pdf di golang menggunakan gofpdf.

gofpdf adalah library yang berguna untuk membuat dokumen PDF dari golang. Penggunannya tidak terlalu sulit. Jadi mari belajar sambil praktek seperti biasanya.

C.20.1. Membuat PDF Menggunakan gofpdf

Pertama `go get` library-nya.

```
go get -u github.com/jung-kurt/gofpdf
```

Buat folder project baru, isi main dengan kode berikut.

```go
package main

import (
    "github.com/jung-kurt/gofpdf"
    "log"
)

func main() {
    pdf := gofpdf.New("P", "mm", "A4", "")
    pdf.AddPage()
    pdf.SetFont("Arial", "B", 16)
    pdf.Text(40, 10, "Hello, world")
    pdf.Image("./sample.png", 56, 40, 100, 0, false, "", 0, "")

    err := pdf.OutputFileAndClose("./file.pdf")
    if err != nil {
        log.Println("ERROR", err.Error())
    }
}
```

Statement `gofpdf.New()` digunakan untuk membuat objek dokumen baru. Fungsi `.New()` tersebut membutuhkan 4 buah parameter.

1. Parameter ke-1, orientasi dokumen, apakah portrait (`P`) atau landscape (`L`).
2. Parameter ke-2, satuan ukuran yang digunakan, `mm` berarti milimeter.
3. Parameter ke-3, ukuran dokumen, kira pilih A4.
4. Parameter ke-4, path folder font.

Fungsi `.New()` mengembalikan objek PDF. Dari situ kita bisa mengakses banyak method sesuai kebutuhan, beberapa di antaranya adalah 4 buah method yang dicontohkan di atas.

◉ Method `.AddPage()`

Method ini digunakan untuk menambah halaman baru. Defaultnya, objek dokumen yang baru dibuat tidak memiliki halaman. Dengan memanggil `.AddPage()` maka halaman baru dibuat.

Setelah *at least* satu halaman tersedia, kita bisa lanjut ke proses tulis menulis.

◉ Method `.SetFont()`

Method ini digunakan untuk menge-set konfigurasi font dokumen. Font Family, Font Style, dan Font Size disisipkan dalam parameter secara berurutan.

◉ Method `.Text()`

Digunakan untuk menulis text pada koordinat tertentu. Pada kode di atas, `40` artinya `40mm` dari kiri, sedangkan `10` artinya `10mm` dari atas. Satuan milimeter digunakan karena pada saat penciptaan objek dipilih `mm` sebagai satuan.

Method ini melakukan penulisan text pada current page.

◉ Method `.Image()`

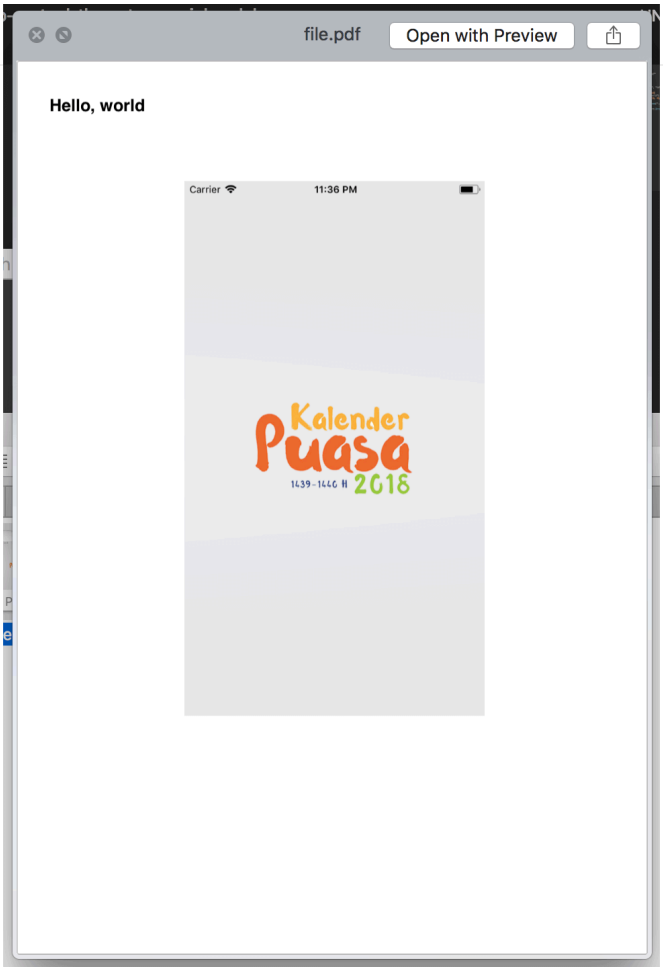
Digunakan untuk menambahkan image. Method ini memerlukan beberapa parameter.

- Parameter ke-1 adalah path image.
- Paraketer ke-2 adalah x offset. Nilai `56` artinya `56mm` dari kiri.
- Parameter ke-3 adalah y offset. Nilai `40` artinya `40mm` dari atas.
- Parameter ke-4 adalah width gambar. Jika diisi dengan nilai lebih dari 0 maka gambar akan di-resize secara proporsional sesuai angka. Jika di-isi `0`, maka gambar akan muncul sesuai ukuran aslinya. Pada kode di atas, gambar `sample.png` digunakan, silakan gunakan gambar apa saja bebas.
- Parameter ke-5 adalah height gambar.

Sebenarnya masih banyak lagi method yang tersedia, selengkapnya cek saja di https://godoc.org/github.com/jung-kurt/gofpdf#Fpdf.

Setelah selesai bermain dengan objek pdf, gunakan `.OutputFileAndClose()` untuk menyimpan hasil sebagai file fisik PDF.

Coba jalankan aplikasi untuk melihat hasilnya. Buka generated file `file.pdf`, isinya kurang lebih seperti gambar berikut.



- gofpdf, by Kurt Jung, MIT license

Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-C.20...

C.21. Convert HTML to PDF (go-wkhtmltopdf)

Library gofpdf hanya bisa digunakan untuk pembuatan PDF. Biasanya dalam sebuah aplikasi, report berupa pdf diunduh dengan sumber data adalah halaman web report itu sendiri. Nah, pada chapter ini kita akan belajar cara konversi file HTML ke bentuk PDF menggunakan library golang wkhtmltopdf.

> Sebenarnya di jaman ini, export HTML to PDF sudah bisa dilakukan di layer front end menggunakan cukup javascript saja. Apalagi jika menggunakan framework terkenal seperti Kendo UI, report yang dimunculkan menggunakan KendoGrid bisa dengan mudah di export ke excel maupun pdf.
>
> Namun pada chapter ini akan tetap kita bahas cara tradisional ini, konversi HTML ke PDF pada back end (golang). Semoga berguna.

C.21.1. Konversi File HTML ke PDF

Buat file html bernama `input.html`, isi dengan apa saja, kalau bisa ada gambarnya juga. Contohnya seperti berikut.

```
<!DOCTYPE html>
<html>
    <head>
        <title>Testing</title>
    </head>
    <body>
        <p>
            Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit.
            Proin tempor ut ipsum et feugiat. Phasellus porttitor,
            felis et gravida aliquam,
            eros orci dignissim magna, at tristique elit massa at magna.
            Etiam et dignissim mi. Phasellus laoreet nulla non aliquam imperdie
            Aenean varius turpis at orci posuere, ut bibendum lorem porta.
            Maecenas ullamcorper posuere ante quis ultricies. Aliquam erat volu
            Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et
            ultrices posuere cubilia Curae;
            Pellentesque eu tellus ante. Vivamus varius nisi non nulla imperdie
            vitae pellentesque nibh varius. Fusce diam magna, iaculis eget feli
            accumsan convallis elit.
            Phasellus in magna placerat, aliquet ante sed, luctus massa.
            Sed fringilla bibendum feugiat. Suspendisse tempus, purus sit amet
            accumsan consectetur, ipsum odio commodo nisi,
            vel dignissim massa mi ac turpis. Ut fringilla leo ut risus facilis
            nec malesuada nunc ornare. Nulla a dictum augue.
        </p>

        <img src="https://i.stack.imgur.com/440u9.png">

        <!-- other code here -->
    </body>
</html>
```

File html di atas akan kita konversi menjadi sebuah file baru bertipe PDF. Konversi dilakukan menggunakan library wkhtmltopdf. Library ini sebenarnya adalah aplikasi CLI yang dibuat menggunakan bahasa **C++**. Untuk bisa menggunakannya kita harus mengunduh lalu meng-install-nya terlebih dahulu.

Silakan unduh installer wkhtmltopdf di https://wkhtmltopdf.org/downloads.html, pilih sesuai dengan sistem operasi yang digunakan.

karena wkhtmltopdf merupakan sebuah aplikasi CLI, maka penggunaannya bisa lewat dua cara.

- Cara ke-1: Menggunakan `exec.Command()` untuk mengeksekusi binary. Path file html target disisipkan sebagai argumen command. Silakan merujuk ke referensi pada chapter A.49. Exec untuk mempelajari cara penggunaan exec.
- Cara ke-2: Menggunakan golang wrapper go-wkhtmltopdf. Cara ini adalah yang kita pilih.

Secara teknis, go-wkhtmltopdf melakukan hal yang sama dengan cara pertama, yaitu mengeksekusi binary wkhtmltopdf menggunakan `exec.Command()`.

Mari langsung kita praktekan, buat folder project baru. Siapkan file main. Isi dengan kode berikut.

```
package main

import (
    "github.com/SebastiaanKlippert/go-wkhtmltopdf"
    "log"
    "os"
)

func main() {
    pdfg, err := wkhtmltopdf.NewPDFGenerator()
    if err != nil {
        log.Fatal(err)
    }

    // ...
}
```

Pembuatan objek PDF dilakukan lewat `wkhtmltopdf.NewPDFGenerator()`. Fungsi tersebut mengembalikan dua buah objek, objek dokumen dan error (jika ada).

Satu objek dokumen merepresentasikan 1 buah file PDF.

Kemudian tambahkan kode untuk membaca file `input.html`. Gunakan `os.Open`, agar file tidak langsung dibaca, melainkan dijadikan sebagai `io.Reader`. Masukan objek reader ke fungsi `wkhtmltopdf.NewPageReader()`, lalu sisipkan kembaliannya sebagai page baru di objek PDF.

Kurang lebih kode-nya seperti berikut.

```
f, err := os.Open("./input.html")
if f != nil {
    defer f.Close()
}
if err != nil {
    log.Fatal(err)
}

pdfg.AddPage(wkhtmltopdf.NewPageReader(f))

pdfg.Orientation.Set(wkhtmltopdf.OrientationPortrait)
pdfg.Dpi.Set(300)
```

Method `.AddPage()` milik objek PDF, digunakan untuk menambahkan halaman baru. Halaman baru sendiri dibuat lewat `wkhtmltopdf.NewPageReader()`. Jika ternyata konten pada halaman terlalu panjang untuk dijadikan 1 buah page, maka akan secara otomatis dibuatkan page selanjutnya menyesuaikan konten.

Statement `pdfg.Orientation.Set()` digunakan untuk menentukan orientasi dokumen, apakah portrait atau landscape. Statement `pdfg.Dpi.Set()` digunakan untuk menge-set DPI dokumen.

Gunakan API yang tersedia milik go-wkhtmltopdf sesuai kebutuhan. Silakan merujuk ke https://godoc.org/github.com/SebastiaanKlippert/go-wkhtmltopdf untuk melihat API apa saja yang tersedia.

Untuk menyimpan objek dokumen menjadi file fisik PDF, ada beberapa step yang harus dilakukan. Pertama, buat dokumen dalam bentuk buffer menggunakan method `.Create()`.

```
err = pdfg.Create()
if err != nil {
    log.Fatal(err)
}
```

Setelah itu, outputkan buffer tersebut sebagai file fisik menggunakan `.WriteFile()`. Sisipkan path destinasi file sebagai parameter method tersebut.

```
err = pdfg.WriteFile("./output.pdf")
if err != nil {
    log.Fatal(err)
}

log.Println("Done")
```

Test aplikasi yang sudah kita buat, lihat hasil generated PDF-nya.

Bisa dilihat, dalam satu PDF dua page muncul, hal ini karena memang isi `input.html` terlalu panjang untuk dijadikan sebagai satu page.

Cara yang kita telah pelajari ini cocok digunakan pada file html yang isinya sudah pasti pada saat file tersebut di-load.

C.21.2. Konversi HTML dari URL Menjadi PDF

Bagaimana untuk HTML yang sumber nya bukan dari file fisik, melainkan dari URL? tetap bisa dilakukan. Caranya dengan mendaftarkan url sebagai objek page lewat `wkhtmltopdf.NewPage()`, lalu memasukannya ke dalam dokumen sebagai page. Contoh penerapannya bisa dilihat pada kode di bawah ini.

```
pdfg, err := wkhtmltopdf.NewPDFGenerator()
if err != nil {
    log.Fatal(err)
}

pdfg.Orientation.Set(wkhtmltopdf.OrientationLandscape)

page := wkhtmltopdf.NewPage("http://localhost:9000")
page.FooterRight.Set("[page]")
page.FooterFontSize.Set(10)
pdfg.AddPage(page)

err = pdfg.Create()
if err != nil {
    log.Fatal(err)
}

err = pdfg.WriteFile("./output.pdf")
if err != nil {
    log.Fatal(err)
}

log.Println("Done")
```

Cara ini cocok digunakan untuk konversi data HTML yang isinya muncul pada saat page load. Untuk konten-konten yang munculnya asynchronous, seperti di event `documen.onload` ada AJAX lalu setelahnya konten baru ditulis, tidak bisa menggunakan cara ini. Solusinya bisa menggunakan teknik export ke PDF dari sisi front end.

- gofpdf, by Kurt Jung, MIT license
- wkhtmltopdf, by Ashish Kulkarni, LGPL-3.0 license
- go-wkhtmltopdf, by Sebastiaan Klippert, MIT license

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-C.21...

C.22. Scraping & Parsing HTML (goquery)

Golang mempunyai package `net/html`, isinya digunakan untuk keperluan parsing HTML.

Pada chapter ini kita akan belajar parsing HTML dengan cara yang lebih mudah, tidak memanfaatkan package `net/html`, melainkan menggunakan goquery. Library ini penggunannya mirip dengan jQuery.

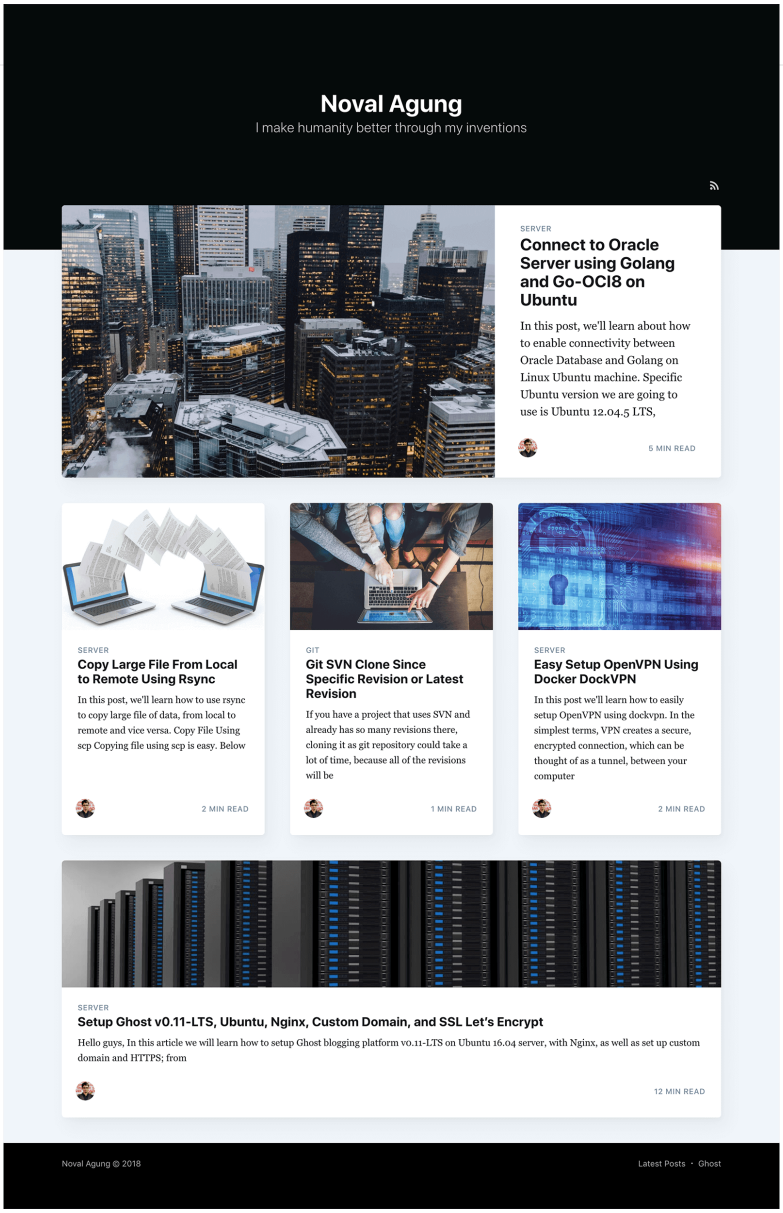
Sebelum dimulai, unduh terlebih dahulu package-nya menggunakan `go get`.

```
go get -u github.com/PuerkitoBio/goquery
```

> Untuk proses scraping konten html-nya sendiri dilakukan cukup dengan menggunakan fungsi `.Get()` milik package `net/http`.

C.22.1. Skenario Praktek

Kita akan praktekan penerapan goquery untuk mengambil beberapa data dari website https://novalagung.com; pada website tersebut, di halaman landing, ada beberapa blok artikel muncul. Informasi di setiap artikel akan diambil, ditampung dalam satu objek slice, kemudian ditampilkan sebagai JSON string.



C.22.2. Praktek Scraping dan Parsing HTML

Siapkan folder project baru. Pada file main siapkan sebuah struct dengan nama `Article`, isinya 3 merupakan representasi dari metadata tiap artikel, yaitu `Title`, `URL`, dan `Category`.

```go
package main

import (
    "encoding/json"
    "github.com/PuerkitoBio/goquery"
    "log"
    "net/http"
)

type Article struct {
    Title    string
    URL      string
    Category string
}

func main() {
    // code here ...
}
```

Dalam fungsi `main()`, dispatch sebuah client GET request ke url https://novalagung.com untuk scraping html-nya.

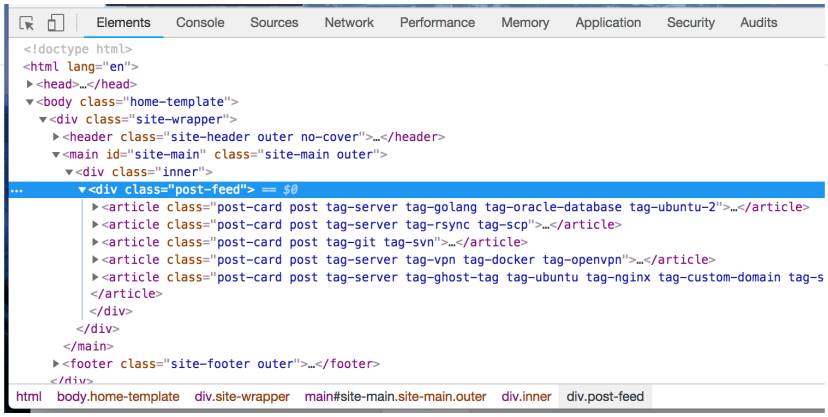
```go
res, err := http.Get("https://novalagung.com")
if err != nil {
    log.Fatal(err)
}
defer res.Body.Close()

if res.StatusCode != 200 {
    log.Fatalf("status code error: %d %s", res.StatusCode, res.Status)
}
```

Akses property `.Body` dari objek response (yang tipenya adalah reader), masukan sebagai parameter di pemanggilan `goquery.NewDocumentFromReader()`.

```go
doc, err := goquery.NewDocumentFromReader(res.Body)
if err != nil {
    log.Fatal(err)
}
```

Statement di atas mengembalikan salah satunya objek `goquery.Document`, yang ditampung dalam `doc`. Kalau dianalogikan dalam jQuery, objek `doc` adalah instance objek hasil `$(selector)`.

Dari objek `goquery.Document`, gunakan API yang tersedia untuk melakukan operasi sesuai kebutuhan. Kita akan ambil semua element artikel sesuai dengan skema html yang ada pada website target.



OK mari langsung kita praktekan, ambil objek `.post-feed` kemudian ambil child elements-nya.

```
rows := make([]Article, 0)

doc.Find(".post-feed").Children().Each(func(i int, sel *goquery.Selection) {
    row := new(Article)
    row.Title = sel.Find(".post-card-title").Text()
    row.URL, _ = sel.Find(".post-card-content-link").Attr("href")
    row.Category = sel.Find(".post-card-tags").Text()
    rows = append(rows, *row)
})

bts, err := json.MarshalIndent(rows, "", "  ")
if err != nil {
    log.Fatal(err)
}

log.Println(string(bts))
```

Gunakan `.Find()` untuk mencari elemen, isi parameter dengan selector pencarian. Gunakan `.Each()` untuk me-loop semua elemen yang didapat.

Pada contoh di atas, setelah element `.post-feed` didapatkan, child elements diakses menggunakan `.Children()`.

Method `.Text()` digunakan untuk mengambil text dalam elemen. Sedangkan untuk mengambil value atribut elemen, gunakan `.Attr()`.

Di dalam perulangan, 3 informasi di-ekstrak dari masing-masing elemen artiekl, lalu ditampung ke objek `row`, kemudian di-append ke dalam slice.

Di akhir objek slice dikonversi ke bentuk JSON string, lalu ditampilkan.

Jalankan aplikasi, lihat hasilnya.

```
chapter-B.20 — -bash — NVL — 94×30
novalagung:chapter-b.20 $ go run 1-extract-info.go
2018/08/31 15:44:45 [
  {
    "Title": "Connect to Oracle Server using Golang and Go-OCI8 on Ubuntu",
    "URL": "/go-oci8-oracle-linux/",
    "Category": "Server"
  },
  {
    "Title": "Copy Large File From Local to Remote Using Rsync",
    "URL": "/copy-large-file-using-rsync/",
    "Category": "Server"
  },
  {
    "Title": "Git SVN Clone Since Specific Revision or Latest Revision",
    "URL": "/git-svn-clone-since-specific-revision-or-latest/",
    "Category": "Git"
  },
  {
    "Title": "Easy Setup OpenVPN Using Docker DockVPN",
    "URL": "/easy-setup-openvpn-docker/",
    "Category": "Server"
  },
  {
    "Title": "Setup Ghost v0.11-LTS, Ubuntu, Nginx, Custom Domain, and SSL Let's Encrypt",
    "URL": "/ghost-v011-lts-ubuntu-nginx-custom-domain-ssl/",
    "Category": "Server"
  }
]
novalagung:chapter-b.20 $
```

C.22.3. Modifikasi HTML

API yang tersedia dalam goquery tidak hanya untuk keperluan ekstraksi informasi, tapi bisa juga untuk modifikasi/manipulasi HTML, dan operasi lainnya.

Mari kita langsung praktekan saja. Buat file main baru, siapkan string html. Kali ini sumber data bukan berasal dari website asli, melainkan dari string html.

```
package main

import (
    "github.com/PuerkitoBio/goquery"
    "github.com/yosssi/gohtml"
    "log"
    "strings"
)

const sampleHTML = `<!DOCTYPE html>
    <html>
        <head>
            <title>Sample HTML</title>
        </head>
        <body>
            <h1>Header</h1>
            <footer class="footer-1">Footer One</footer>
            <footer class="footer-2">Footer Two</footer>
            <footer class="footer-3">Footer Three</footer>
        </body>
    </html>
`
```

HTML string di atas dijadikan ke bentuk `goquery.Document` lewat fungsi `goquery.NewDocumentFromReader()`. Karena parameter yang dibutuhkan bertipe reader, maka konversi string html ke tipe reader lewat `strings.NewReader()`.

```
doc, err := goquery.NewDocumentFromReader(strings.NewReader(sampleHTML))
if err != nil {
    log.Fatal(err)
}
```

Selanjutnya, lakukan beberapa modifikasi.

```
doc.Find("h1").AfterHtml("<p>Lorem Ipsum Dolor Sit Amet Gedhang Goreng</p>")
doc.Find("p").AppendHtml(" <b>Tournesol</b>")
doc.Find("h1").SetAttr("class", "header")
doc.Find("footer").First().Remove()
doc.Find("body > *:nth-child(4)").Remove()
```

Berikut penjelasan beberapa API yang digunakan pada kode di atas.

- Method `.AfterHtml()`, digunakan untuk menambahkan elemen baru, posisinya ditempatkan setelah elemen objek pemanggilan method.
- Method `.AppendHtml()`, digunakan untuk menambahkan child elemen baru.
- Method `.SetAttr()`, digunakan untuk menambahkan/mengubah atribut elemen.

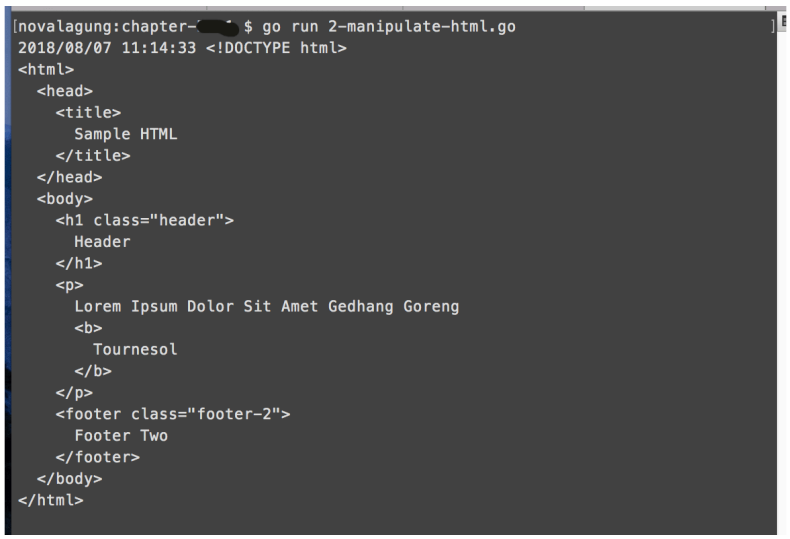
- Method `.First()`, digunakan untuk mengakses elemen pertama. Pada kode di atas `doc.Find("footer")` mengembalikan semua footer yang ada, sesuai selector. Pengaksesan method `.First()` menjadikan hanya elemen footer pertama yang diambil.
- Method `.Remove()`, digunakan untuk menghapus current element.

Ambil bentuk string html dari objek `doc` yang sudah banyak dimodifikasi. Jangan gunakan `doc.Html()` karena yang dikembalikan adalah inner html. Gunakan `goquery.OuterHtml(doc.Selection)` agar yang dikembalikan outer html-nya.

```
modifiedHTML, err := goquery.OuterHtml(doc.Selection)
if err != nil {
    log.Fatal(err)
}

log.Println(gohtml.Format(modifiedHTML))
```

Pada kode di atas kita menggunakan satu lagi library, gohtml. Fungsi `.Format()` dalam library tersebut digunakan untuk code beautification.

Jalankan aplikasi, lihat hasilnya.



- goquery, by Martin Angers, BSD-3-Clause license
- gohtml, by Keiji Yoshida, MIT license

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-C.22...

C.23. Parse & Generate XML (etree)

Pada chapter ini kita akan belajar cara parsing file xml, dan cara membuat xml baru. Library yang digunakan adalah etree, silakan `go get` terlebih dahulu.

```
go get -u github.com/beevik/etree
```

C.23.1. Membaca dan Parsing File XML

Mari langsung kita praktekan, siapkan folder project baru. Buat satu buah file `data.xml`, isinya sebagai berikut.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<website>
    <title>Noval Agung</title>
    <url>https://novalagung.com</url>
    <contents>
        <article>
            <category>Server</category>
            <title>Connect to Oracle Server using Golang and Go-OCI8 on Ubuntu<
            <url>/go-oci8-oracle-linux/</url>
        </article>
        <article>
            <category>Server</category>
            <title>Easy Setup OpenVPN Using Docker DockVPN</title>
            <url>/easy-setup-openvpn-docker/</url>
        </article>
        <article info="popular article">
            <category>Server</category>
            <title>Setup Ghost v0.11-LTS, Ubuntu, Nginx, Custom Domain, and SSL
            <url>/ghost-v011-lts-ubuntu-nginx-custom-domain-ssl/</url>
        </article>
    </contents>
</website>
```

Silakan perhatikan xml di atas, akan kita ambil semua element `article` beserta isinya, untuk kemudian ditampung dalam slice.

Buat file main, di dalamnya, buat objek dokumen bertipe `etree.Document` lewat fungsi `etree.NewDocument()`. Dari objek tersebut, baca file xml yang sudah dibuat, gunakan method `.ReadFromFile()` untuk melakukan proses baca file.

```go
package main

import (
    "encoding/json"
    "github.com/beevik/etree"
    "log"
)

type M map[string]interface{}

func main() {
    doc := etree.NewDocument()
    if err := doc.ReadFromFile("./data.xml"); err != nil {
        log.Fatal(err.Error())
    }

    // ...
}
```

Dari objek `doc`, ambil root element `<website/>`, lalu akses semua element `<article/>` kemudian lakukan perulangan. Di dalam tiap perulangan, ambil informasi `title`, `url`, dan `category`, tampung sebagai element slice `rows`.

```go
root := doc.SelectElement("website")
rows := make([]M, 0)

for _, article := range root.FindElements("//article") {
    row := make(M)
    row["title"] = article.SelectElement("title").Text()
    row["url"] = article.SelectElement("url").Text()

    categories := make([]string, 0)
    for _, category := range article.SelectElements("category") {
        categories = append(categories, category.Text())
    }
    row["categories"] = categories

    if info := article.SelectAttr("info"); info != nil {
        row["info"] = info.Value
    }

    rows = append(rows, row)
}
```

Objek element menyediakan beberapa method untuk keperluan seleksi dan pencarian element. Empat di antaranya sebagai berikut.

- Method `.SelectElement()`, untuk mengambil satu buah child element sesuai selector.
- Method `.SelectElements()`, sama seperti `.SelectElement()`, perbedannya yang dikembalikan adalah semua child elements (sesuai selector).
- Method `.FindElement()`, untuk mencari elements dalam current element, bisa berupa child, grand child, atau level yang lebih dalam, sesuai selector. Yang dikembalikan satu buah element saja.
- Method `.FindElements()`, sama seperti `.FindElement()`, perbedannya yang dikembalikan adalah semua elements (sesuai selector).

Pada kode di atas, hasil dari statement `root.FindElements("//article")` di looping. Statement tersebut mengembalikan banyak element sesuai selector pencarian. Arti selector `//article` sendiri adalah melakukan pencarian element dengan nama `article` secara rekursif.

Di tiap perulangan, child element `title` dan `url` diambil. Gunakan method `.Text()` untuk mengambil isi element.

Sedangkan pada element `<category/>` pencarian child elements dilakukan menggunakan method `.SelectElements()`, karena beberapa artikel memiliki lebih dari satu category.

Untuk mengakses value dari atribut, gunakan method `.SelectAttr()`.

Setelah perulangan selesai, data artikel ada dalam objek `rows`. Tampilkan isinya sebagai JSON string.

```
bts, err := json.MarshalIndent(rows, "", "  ")
if err != nil {
    log.Fatal(err)
}

log.Println(string(bts))
```

Jalankan aplikasi, lihat hasilnya.

```
[novalagung:chapter-[redacted] $ go run 1-find-all.go
2018/08/08 12:17:16 [
  {
    "categories": [
      "Server"
    ],
    "title": "Connect to Oracle Server using Golang and Go-OCI8 on Ubuntu",
    "url": "/go-oci8-oracle-linux/"
  },
  {
    "categories": [
      "Server"
    ],
    "title": "Easy Setup OpenVPN Using Docker DockVPN",
    "url": "/easy-setup-openvpn-docker/"
  },
  {
    "categories": [
      "Server"
    ],
    "info": "popular article",
    "title": "Setup Ghost v0.11-LTS, Ubuntu, Nginx, Custom Domain, and SSL",
    "url": "/ghost-v011-lts-ubuntu-nginx-custom-domain-ssl/"
  }
]
```

C.23.2. XML Query

XQuery atau XML Query adalah bahasa query untuk pengolahan XML. Spesifikasinya bisa dilihat di https://www.w3.org/TR/xquery-31.

Pada pembahasan di atas kita menggunakan query `//article` untuk melakukan pencarian semua element artikel secara rekursif.

Berikut adalah contoh lain implementasi xquery yang lebih kompleks.

```
popularArticleText := root.FindElement(`//article[@info='popular article']/titl
if popularArticleText != nil {
    log.Println("Popular article", popularArticleText.Text())
}
```

Penjelasan mengenai xquery `//article[@info='popular article']/title` dipecah menjadi 3 tahap agar mudah untuk dipahami.

1. Selector bagian `//article`, artinya dilakukan pencarian rekursif dengan kriteria: element bernama `article`.
2. Selector bagian `[@info='popular article']`, artinya dilakukan pencarian dengan kriteria: element memiliki atribut `info` yang berisi `popular article`.
3. Selector bagian `/title`, artinya dilakukan pencarian child element dengan kriteria: element bernama `title`.

Jika 3 penjelasan bagian di atas digabungkan, maka kurang lebih arti dari `//article[@info='popular article']/title` adalah, dilakukan pencarian secara rekursif dengan kriteria adalah: element bernama `article` dan harus memiliki atribut `info` yang berisi `popular article`, setelah diketemukan, dicari child element-nya menggunakan kriteria: element bernama `title`.

Berikut adalah hasil dari query di atas.

```
[novalagung:chapter-[redacted] $ go run 2-advanced-find.go
2018/08/08 12:52:21 Popular article Setup Ghost v0.11-LTS, Ubuntu, Nginx, Custom D
omain, and SSL
```

Silakan coba explore sendiri mengenai xquery untuk contoh lainnya.

C.23.3. Membuat XML dari Golang

Di atas kita telah mempelajari cara baca XML; kali ini kita akan coba buat file XML menggunakan etree. Informasi yang akan ditulis ke file xml datanya bersumber dari JSON string (yang nantinya di-decode terlebih dahulu ke bentuk objek sebelum digunakan).

Siapkan file baru, buat struct `Document`. Nantinya sebuah objek dicetak lewat struk ini, tugasnya sendiri adalah menampung data hasil proses decoding json.

```go
package main

import (
    "encoding/json"
    "github.com/beevik/etree"
    "log"
)

type Document struct {
    Title   string
    URL     string
    Content struct {
        Articles []struct {
            Title      string
            URL        string
            Categories []string
            Info       string
        }
    }
}

func main () {
    // code here
}
```

Siapkan JSON string.

```
const jsonString = `{
    "Title": "Noval Agung",
    "URL": "https://novalagung.com",
    "Content": {
        "Articles": [{
            "Categories": [ "Server" ],
            "Title": "Connect to Oracle Server using Golang and Go-OCI8 on Ubur
            "URL": "/go-oci8-oracle-linux/"
        }, {
            "Categories": [ "Server", "VPN" ],
            "Title": "Easy Setup OpenVPN Using Docker DockVPN",
            "URL": "/easy-setup-openvpn-docker/"
        }, {
            "Categories": [ "Server" ],
            "Info": "popular article",
            "Title": "Setup Ghost v0.11-LTS, Ubuntu, Nginx, Custom Domain, and
            "URL": "/ghost-v011-lts-ubuntu-nginx-custom-domain-ssl/"
        }]
    }
}`
```

Decode JSON string di atas ke objek cetakan `Document`.

```
data := Document{}
err := json.Unmarshal([]byte(jsonString), &data)
if err != nil {
    log.Fatal(err.Error())
}
```

Selanjutnya buat objek etree baru, siapkan root element `website`. Di dalamnya buat 2 child elements: `title` dan `url`, nilai masing-masing didapat dari objek `data`.

```
doc := etree.NewDocument()
doc.CreateProcInst("xml", `version="1.0" encoding="UTF-8"`)

website := doc.CreateElement("website")

website.CreateElement("title").SetText(data.Title)
website.CreateElement("url").SetText(data.URL)
```

Method `.CreateElement()` digunakan untuk membuat child element baru. Pemanggilannya disertai dengan satu parameter, yang merupakan representasi dari nama element yang ingin dibuat.

Method `.SetText()` digunakan untuk menge-set nilai element.

Siapkan satu element lagi di bawah root, namanya `contents`. Loop objek slice artikel, dan di tiap perulangannya, buat element dengan nama `article`, sisipkan sebagai child `contents`.

```
content := website.CreateElement("contents")

for _, each := range data.Content.Articles {
    article := content.CreateElement("article")
    article.CreateElement("title").SetText(each.Title)
    article.CreateElement("url").SetText(each.URL)

    for _, category := range each.Categories {
        article.CreateElement("category").SetText(category)
    }

    if each.Info != "" {
        article.CreateAttr("info", each.Info)
    }
}
```

Khusus untuk objek artikel yang property `.Info`-nya tidak kosong, buat atribut dengan nama `info` pada element `article` yang bersangkutan, simpan nilai property sebagai nilai atribut tersebut.

Terakhir simpan objek dokumen etree sebagai file.

```
doc.Indent(2)

err = doc.WriteToFile("output.xml")
if err != nil {
    log.Println(err.Error())
}
```

Method `.Indent()` di atas digunakan untuk menentukan indentasi element dalam file.

Jalankan aplikasi, lihat hasilnya.

```
[novalagung:chapter-[redacted] $ go run 3-create-xml.go
[novalagung:chapter-[redacted] $ cat output.xml
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<website>
  <title>Noval Agung</title>
  <url>https://novalagung.com</url>
  <contents>
    <article>
      <title>Connect to Oracle Server using Golang and Go-OCI8 on Ubuntu</title>
      <url>/go-oci8-oracle-linux/</url>
      <category>Server</category>
    </article>
    <article>
      <title>Easy Setup OpenVPN Using Docker DockVPN</title>
      <url>/easy-setup-openvpn-docker/</url>
      <category>Server</category>
      <category>VPN</category>
    </article>
    <article info="popular article">
      <title>Setup Ghost v0.11-LTS, Ubuntu, Nginx, Custom Domain, and SSL</title>
      <url>/ghost-v011-lts-ubuntu-nginx-custom-domain-ssl/</url>
      <category>Server</category>
    </article>
  </contents>
</website>
```

- etree, by Brett Vickers, BSD-2-Clause license

Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-C.23...

C.24. HTTPS/TLS Web Server

Pada bagian ini kita akan belajar cara meng-enable fasilitas SSL/TLS pada web server.

C.24.1. Definisi

◉ SSL

SSL, Secure Sockets Layer, adalah standar untuk pengamanan komunikasi lewat internet. Data atau informasi yang sedang dikomunikasikan dari sebuah system ke system lain akan di-proteksi, dengan cara adalah mengacak informasi tersebut menggunakan algoritma enkripsi.

◉ SSL Certificates

SSL Certificate, adalah sebuah file berisikan informasi mengenai website, yang nantinya dibutuhkan untuk enkripsi data. SSL Certificate berisi **Public Key**. Public key digunakan untuk meng-enkripsi data yang akan di transfer.

Certificate ditandatangi secara digital oleh **Certificate Authorities (CA)**. Digital Signature atau tanda tangan digital merupakan sebuah kode unik yang di-generate dengan teknologi cryptography **(Public Key Infrastructure)**.

Certificate Authorities sendiri merupakan entitas atau institusi legal yang mengeluarkan dan mem-verifikasi sertifikat digital.

Ketika seorang pengguna internet surfing, mengakses sebuah website yang website tersebut menerapkan SSL, informasi yang dikirim akan di encrypt dengan aman (menggunakan public key) dan hanya bisa di-decrypt menggunakan **Private Key**.

Private Key, atau Secret Key, adalah file terpisah yang diperlukan pada proses dekripsi data yang di-encrypt menggunakan public key.

Berikut merupakan penjelasan dalam bentuk gambar yang diambil dari coinjolt.com.

Kedua file certificate dan file private key harus disimpan dengan sangat super aman di server.

◉ TLS

TLS, Transport Layer Security, adalah versi yang lebih update dari SSL.

◉ HTTPS

HTTPS, Hyper Text Transfer Protocol Secure, adalah ekstensi dari HTTP yang berguna untuk pengamanan komunikasi lewat internet. Data atau informasi yang dikomunikasikan di-enkripsi menggunakan **TLS**.

C.24.2. Generate Private Key & Public Key Menggunakan `openssl`

Untuk menerapkan TLS pada web server aplikasi golang, private key dan public key perlu kita siapkan terlebih dahulu.

Gunakan `openssl` untuk generate private key.

```
$ openssl genrsa -out server.key 2048
$ openssl ecparam -genkey -name secp384r1 -out server.key
```

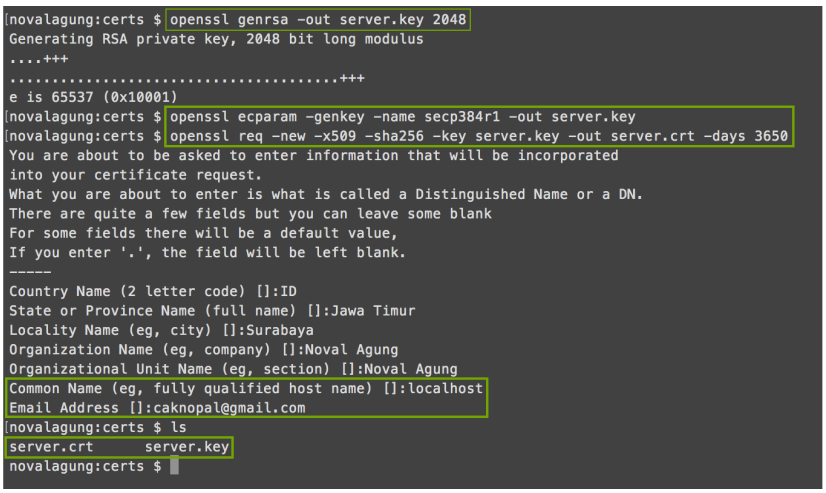
Dua command di atas menghasilkan `server.key` yang merupakan private key. Setelah itu, generate *self-signed* certificate (yang berisikan public key) dari private key yang telah dibuat.

```
$ openssl req -new -x509 -sha256 -key server.key -out server.crt -days 3650
```

Command untuk generate certificate di atas akan memunculkan form. Informasi seperti alamat, email, host diminta untuk di-isi, pastikan isi dengan benar, terutama di bagian **"Common Name"** dan **Email Address**.

- Pada bagian common name isi dengan **localhost**.
- Untuk email isi dengan alamat email yang valid.

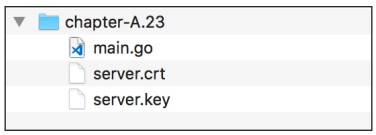
Tampilannya kurang lebih seperti pada screenshot berikut.



> Selain `.crt` dan `.key`, ada ekstensi lain lagi seperti `.pem`. Format `.pem` ini merupakan jenis encoding yang sangat sering digunakan pada file kriptografi sejenis `.key` dan `.crt`. File `.crt` dan `.key` bisa di konversi ke `.pem`, dan juga sebaliknya.

C.24.3. Project Structure

Buat sebuah project folder, copy 2 file yang telah ter-generate ke dalamnya. Lalu siapkan file `main.go`.



C.24.4. Web Servers

Pada `main.go`, siapkan sebuah fungsi `StartNonTLSServer()`, berisikan mux dengan satu buah routing, untuk redirect request dari protokol `http` ke `https`. Nantinya semua request yang mengarah ke `http://localhost` di-redirect ke `https://localhost`. Start mux ini pada port `:80`.

```
package main

import (
    "log"
    "net/http"
)

func StartNonTLSServer() {
    mux := new(http.ServeMux)
    mux.Handle("/", http.HandlerFunc(func(w http.ResponseWriter, r *http.Reques
        log.Println("Redirecting to https://localhost/")
        http.Redirect(w, r, "https://localhost/", http.StatusTemporaryRedirect)
    }))

    http.ListenAndServe(":80", mux)
}
```

Lalu pada fungsi `main()`, buat mux baru lagi, dengan isi satu buah routing, menampilkan text "Hello World!". Start mux menggunakan `http.ListenAndServeTLS()` pada port `:443`, tak lupa sisipkan path dari file private key dan public key sebagai argumen fungsi.

```go
func main() {
    go StartNonTLSServer()

    mux := new(http.ServeMux)
    mux.HandleFunc("/", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
        w.Write([]byte("Hello World!"))
    })

    log.Println("Server started at :443")
    err := http.ListenAndServeTLS(":443", "server.crt", "server.key", mux)
    if err != nil {
        panic(err)
    }
}
```

Tak lupa fungsi `StartNonTLSServer()` juga dipanggil dalam `main()`. Jadi pada satu program terdapat 2 buah web server dijalankan.

OK, jalankan aplikasi.

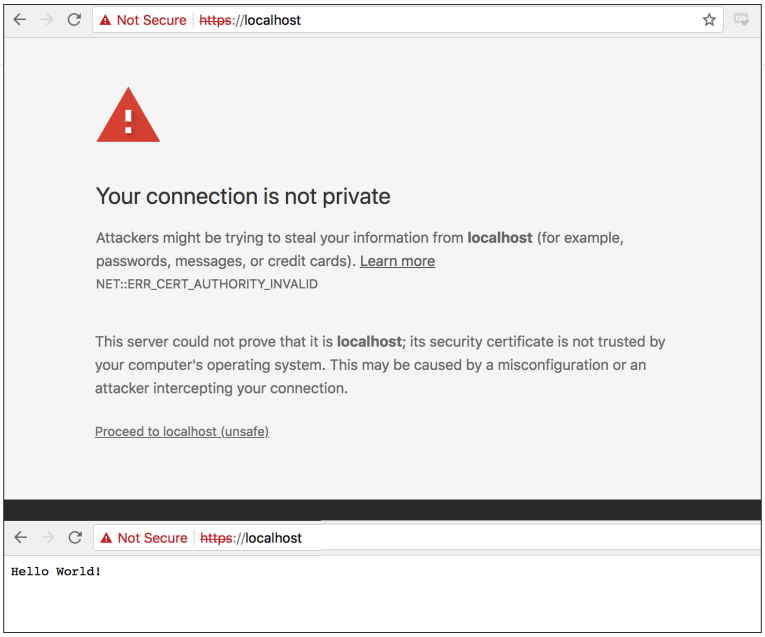
> Jika error `panic: listen tcp :443: bind: permission denied` muncul, coba jalankan aplikasi menggunakan **sudo**, contoh: `sudo go run main.go`

C.24.5. Testing

Test aplikasi menggunakan `curl`. Untuk request ke protokol `https` coba tambahkan flag `--insecure` untuk men-disable verifikasi certificate.

```
[novalagung:chapter-[redacted] $ curl -I http://localhost
HTTP/1.1 307 Temporary Redirect
Content-Type: text/html; charset=utf-8
Location: https://localhost/
Date: Fri, 08 Jun 2018 10:05:31 GMT

[novalagung:chapter-[redacted] $ curl --insecure https://localhost
Hello World!
```

Coba test juga menggunakan browser, jika menggunakan chrome maka akan muncul warning `NET::ERR_CERT_AUTHORITY_INVALID` Klik **Advanced → Proceed to localhost (unsafe)**.



Warning `NET::ERR_CERT_AUTHORITY_INVALID` muncul ketika mengakses sebuah website menggunakan protokol `https` yang mana website ini mengaplikasikan **self-signed certificate**, bukan menggunakan certificate yang sudah diverifikasi oleh CA.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-C.24...

C.25. HTTP/2 dan HTTP/2 Server Push

HTTP/2 adalah versi protokol HTTP yang dikembangkan dari protokol SPDY yang diinisiasi oleh Google.

Protokol ini sekarang sudah kompatibel dengan banyak browser di antaranya: Chrome, Opera, Firefox 9, IE 11, Safari, Silk, dan Edge.

Kelebihan HTTP/2 dibanding HTTP 1.1 (protokol yang umumnya digunakan) sebagian besar adalah pada performa dan sekuriti. Berikut merupakan beberapa point yang menjadi kelebihan dari protokol baru ini.

- Backward compatible dengan HTTP 1.1
- Kompresi data pada HTTP Headers
- Multiplexing banyak request (dalam satu koneksi TCP)
- HTTP/2 Server Push

Pada chapter ini kita akan belajar cara menerapkan HTTP/2 dan salah satu fitur milik protokol ini yaitu HTTP/2 Server Push.

> Catatan: materi HTTP/2 Server Push pada chapter ini bersifat historis. Browser berbasis Chromium, termasuk Chrome, sudah menghapus dukungan HTTP/2 Server Push. Untuk optimasi modern, pertimbangkan preload atau HTTP `103 Early Hints`.
>
> Mengenai multiplexing banyak request tidak akan kita bahas pada buku ini, silakan coba pelajari sendiri jika tertarik, menggunakan library cmux.

C.25.1. HTTP/2 di Golang

Golang memiliki dukungan sangat baik terhadap HTTP/2. Dengan cukup meng-enable fasilitas TLS/HTTPS maka aplikasi golang secara otomatis menggunakan HTTP/2.

Untuk memastikan mari kita langsung praktekkan, coba duplikat project pada chapter sebelumnya (**C.24. HTTPS/TLS Web Server**) sebagai project baru, jalankan aplikasinya lalu cek di browser Chrome. Gunakan chrome extension HTTP/2 and SPDY indicator untuk menge-test apakah HTTP/2 sudah enabled.

Perlu diketahui untuk golang versi sebelum **1.6** ke bawah, secara default HTTP/2 tidak akan di-enable. Perlu memanggil fungsi `http2.ConfigureServer()` secara eksplist untuk meng-enable HTTP/2. Fungsi tersebut tersedia dalam package `golang.org/x/net/http2`. Lebih jelasnya silakan baca laman dokumentasi.

C.25.2. HTTP/2 Server Push

HTTP/2 Server Push adalah salah satu fitur pada HTTP/2, berguna untuk mempercepat response dari request, dengan cara data yang akan di-response dikirim terlebih dahulu oleh server.

Fitur server push ini dulu umum ditujukan untuk push data assets, seperti: css, gambar, js, dan file assets lainnya. Pada aplikasi modern, dukungan browser perlu dicek terlebih dahulu karena fitur ini tidak lagi tersedia di banyak browser populer.

Lalu apakah server push ini bisa dimanfaatkan untuk push data JSON, XML, atau sejenisnya? Sebenarnya bisa, hanya saja ini akan menyalahi tujuan dari penciptaan server push sendiri dan hasilnya tidak akan optimal, karena sebenernya server push tidak murni bidirectional, masih perlu adanya request ke server untuk mendapatkan data yg sudah di push oleh server itu sendiri.

> HTTP/2 server push bukanlah pengganti dari websocket. Gunakan websocket untuk melakukan komunikasi bidirectional antara server dan client.

Untuk mengecek apakah server push didukung, lakukan casting pada objek `http.ResponseWriter` milik handler ke interface `http.Pusher`, lalu manfaatkan method `Push()` milik interface ini untuk push data dari server.

> Fasilitas server push ini hanya bisa digunakan pada golang versi 1.8 ke-atas.

C.25.3. Praktek

Mari kita praktekan. Buat project baru, buat file `main.go`, isi dengan kode berikut.

```go
package main

import (
    "fmt"
    "log"
    "net/http"
)

func main() {
    http.Handle("/static/",
        http.StripPrefix("/static/",
            http.FileServer(http.Dir("."))))

    log.Println("Server started at :9000")
    err := http.ListenAndServeTLS(":9000", "server.crt", "server.key", nil)
    if err != nil {
        panic(err)
    }
}
```

Dalam folder proyek baru di atas, siapkan juga beberapa file lain:

- File `app.js`
- File `app.css`
- File `server.crt`, salin dari proyek sebelumnya
- File `server.key`, salin dari proyek sebelumnya

Selanjutnya siapkan string html, nantinya akan dijadikan sebagai output rute `/`.

```go
const indexHTML = `
    <!DOCTYPE html>
    <html>
        <head>
            <title>Hello World</title>
            <script src="/static/app.js"></script>
            <link rel="stylesheet" href="/static/app.css"">
        </head>
        <body>
        Hello, gopher!<br>
        <img src="https://blog.golang.org/go-brand/logos.jpg" height="100">
        </body>
    </html>
`
```

Siapkan rute `/`, render string html tadi sebagai output dari endpoint ini.

```
http.HandleFunc("/", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    if r.URL.Path != "/" {
        http.NotFound(w, r)
        return
    }

    if pusher, ok := w.(http.Pusher); ok {
        if err := pusher.Push("/static/app.js", nil); err != nil {
            log.Printf("Failed to push: %v", err)
        }

        if err := pusher.Push("/static/app.css", nil); err != nil {
            log.Printf("Failed to push: %v", err)
        }
    }

    fmt.Fprintf(w, indexHTML)
})
```

Pada handler di atas bisa kita lihat bahwa selain me-render string html, rute ini juga memiliki tugas lain yaitu push assets.

Cara untuk mendeteksi apakah server push di-support, adalah dengan meng-casting objek `http.ResponseWriter` ke tipe `http.Pusher`. Proses casting tersebut mengembalikan dua buah data.

1. Data objek yang sudah di casting.
2. Variabel bertipe `bool` penanda aplikasi kita mendukung mendukung server push atau tidak.

Jika nilai variabel `ok` adalah `true`, maka server push di-support.

Method `Push()` milik `http.Pusher` digunakan untuk untuk push data. Endpoint yang disisipkan sebagai argumen, datanya akan di push ke front end oleh server, dalam contoh di atas adalah `/static/app.js` dan `/static/app.css`.

Server push ini adalah per endpoint atau rute. Jika ada rute lain, maka dua assets di atas tidak akan di push, kecuali method `Push()` dipanggil lagi dalam rute lain tersebut.

> Daripada memanggil method push satu-per-satu pada banyak handler, lebih baik jadikan sebagai middleware terpisah.

Kegunaan dari fungsi `fmt.Fprintf()` adalah untuk render html, sama seperti `w.Write()`.

OK, jalankan aplikasi lalu test.

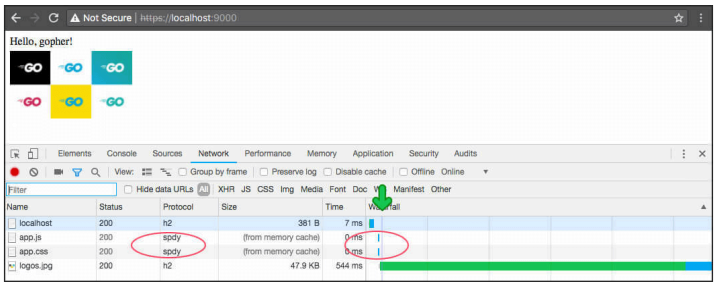
C.25.4. Testing

Perbedaan antara aplikasi yang menerapkan HTTP/2 dan tidak, atau yang menerapkan server push atau tidak; adalah tidak terasa bedanya jika hanya di-test lewat lokal saja.

Untuk mengecek HTTP/2 diterapkan atau tidak, kita bisa gunakan Chrome extension **HTTP/2 and SPDY indicator**.

Untuk mengecek server push pada tiap request di browser modern, fitur ini kemungkinan sudah tidak tersedia. Jika ingin mempelajari perilaku server push, gunakan browser/tool yang masih mendukungnya, atau jadikan bagian ini sebagai referensi historis.

Pada saat mengakses `https://localhost:9000` pastikan developer tools sudah aktif (klik kanan, inspect element), lalu buka tab **Network**.



Pada browser lama yang masih mendukung server push, asset yang dikirim lewat server push bisa terlihat pada tab network/devtools. Pada browser modern, hasilnya bisa berbeda atau tidak muncul karena fitur server push sudah tidak didukung.

> Jika kolom Protocol tidak muncul, klik kanan pada kolom, lalu centang **Protocol**.

Berikut merupakan variasi nilai pada kolom protocol.

- **http/1.1**, protokol yang kita gunakan mulai tahun 1999.
- **spdy**, versi pertama spesifikasi HTTP/2 dari google, mengawali terciptanya HTTP/2.
- **h2**, kependekan dari "HTTP 2".
- **h2c**, kependekan dari "HTTP 2 Cleartext". HTTP/2 lewat kanal yang tidak ter-enkripsi.

Selain dari kolom protocol, penanda server push bisa dilihat juga lewat grafik **Waterfall**. Garis warna ungu muda pada grafik tersebut adalah start time. Untuk endpoint yang di push maka bar chart akan muncul sebelum garis ungu atau start time.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-C.25...

C.26. Advanced Client HTTP Request

Pada chapter ini kita akan belajar tentang topik yang sedikit berbeda dibanding chapter sebelumnya, yaitu cara untuk melakukan http request ke sebuah web server.

Dua aplikasi akan dibuat, server dan client. Server merupakan aplikasi web server kecil, memiliki satu endpoint. Lalu dari client http request di-trigger, dengan tujuan adalah server.

C.26.1. Aplikasi Server

Buat project baru seperti biasa, lalu buat `server.go`. Import package yang dibutuhkan.

```
package main

import (
    "encoding/json"
    "fmt"
    "log"
    "net/http"
)

type M map[string]interface{}
```

Pada fungsi `main()`, siapkan mux dengan isi satu buah handler, jalankan pada port `:9000`.

```
func main() {
    mux := new(http.ServeMux)
    mux.HandleFunc("/data", ActionData)

    server := new(http.Server)
    server.Handler = mux
    server.Addr = ":9000"

    log.Println("Starting server at", server.Addr)
    err := server.ListenAndServe()
    if err != nil {
        log.Fatalln("Failed to start web server", err)
    }
}
```

Buat fungsi `ActionData()` yang merupakan handler dari rute `/data`. Handler ini hanya menerima method `POST`, dan mewajibkan consumer endpoint untuk menyisipkan payload dalam request-nya, dengan isi adalah JSON.

```
func ActionData(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    log.Println("Incoming request with method", r.Method)

    if r.Method != "POST" {
        http.Error(w, "Method not allowed", http.StatusBadRequest)
        return
    }

    payload := make(M)
    err := json.NewDecoder(r.Body).Decode(&payload)
    if err != nil {
        http.Error(w, err.Error(), http.StatusBadRequest)
        return
    }

    if _, ok := payload["Name"]; !ok {
        http.Error(w, "Payload `Name` is required", http.StatusBadRequest)
        return
    }

    // ...
}
```

Isi dari `r.Body` kita decode ke objek `payload` yang bertipe `map[string]interface{}`. Setelah proses decoding selesai, terdapat pengecekan ada tidaknya property `Name` dalam payload. Jika tidak ada maka dianggap bad request.

Setelah itu, buat objek `data` dengan 2 property, yang salah satunya berisi kombinasi string dari payload `.Name`.

```
data := M{
    "Message": fmt.Sprintf("Hello %s", payload["Name"]),
    "Status":  true,
}

w.Header().Set("Content-Type", "application/json")
err = json.NewEncoder(w).Encode(data)
if err != nil {
    http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
}
```

Cara render output JSON biasanya kita lakukan menggunakan statement `w.Write()` dengan isi adalah `[]byte` milik JSON. Ada cara lain, yaitu menggunakan json encoder. Penerapannya bisa dilihat pada kode di atas.

Aplikasi server sudah siap. Selanjutnya kita masuk ke bagian pembuatan aplikasi client.

C.26.2. Aplikasi Client

Tugas dari aplikasi client: melakukan http request ke aplikasi server, pada endpoint `/data` sesuai dengan spesifikasi yang sudah dijelaskan di atas (ber-method POST, dan memiliki JSON payload).

Buat file baru, `client.go`, import package yang diperlukan.

```
package main

import (
    "bytes"
    "encoding/json"
    "log"
    "net/http"
)

type M map[string]interface{}
```

Buat fungsi `doRequest()`. Fungsi ini kita gunakan men-trigger http request.

```
func doRequest(url, method string, data interface{}) (interface{}, error) {
    var payload *bytes.Buffer = nil

    if data != nil {
        payload = new(bytes.Buffer)
        err := json.NewEncoder(payload).Encode(data)
        if err != nil {
            return nil, err
        }
    }

    request, err := http.NewRequest(method, url, payload)
    if err != nil {
        return nil, err
    }

    // ...
}
```

Fungsi tersebut menerima 3 buah parameter.

- Parameter `url`, adalah alamat tujuan request.
- Parameter `method`, bisa GET, POST, PUT, ataupun method valid lainnya sesuai spesifikasi RFC 2616.
- Parameter `data`, isinya boleh kosong. Jika ada isinya, data tersebut di-encode ke bentuk JSON untuk selanjutnya disisipkan pada body request.

Buat objek request lewat `http.NewRequest()`. Sisipkan ke-3 parameter tersebut.

Selanjutnya buat objek client. Dari client ini request di-trigger, menghasilkan objek response.

```
client := new(http.Client)

response, err := client.Do(request)
if response != nil {
    defer response.Body.Close()
}
if err != nil {
    return nil, err
}

responseBody := make(M)
err = json.NewDecoder(response.Body).Decode(&responseBody)
if err != nil {
    return nil, err
}

return responseBody, nil
```

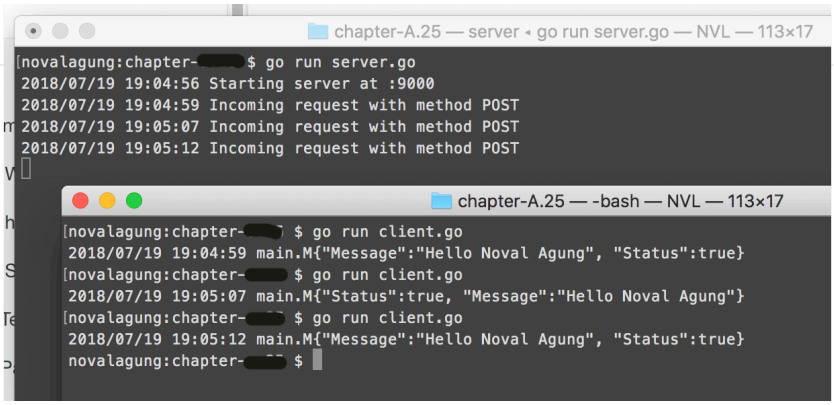
Decode response tersebut ke tipe `M`, lalu tampilkan hasilnya.

Buat fungsi `main()`. Panggil fungsi `doRequest()` yang sudah dibuat. Untuk payload silakan isi sesuka hati, asalkan ada item dengan key `Name`. Lalu tampilkan response body hasil pemanggilan fungsi `doRequest()`.

```
func main() {
    baseURL := "http://localhost:9000"
    method := "POST"
    data := M{"Name": "Noval Agung"}

    responseBody, err := doRequest(baseURL+"/data", method, data)
    if err != nil {
        log.Println("ERROR", err.Error())
        return
    }

    log.Printf("%#v \n", responseBody)
}
```

C.26.3. Testing

Jalankan aplikasi server, buka prompt terminal/CMD baru, lalu jalankan aplikasi client.



Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-C.26...

C.27. Secure & Insecure Client HTTP Request

Pada chapter ini topik yang dibahas adalah cara melakukan http request ke SSL/TLS-enabled web server, menggunakan dua teknik:

- Insecure request
- Secure request menggunakan file certificate

C.27.1. Handshake

Sebelum masuk ke inti pembahasan, kita perlu mempelajari terlebih dahulu tentang pembeda antara secure request dan http request biasa.

Dalam secure request, sebelum data benar-benar diterima oleh server, terjadi proses negosiasi antara client (yg men-dispatch request) dan server (tujuan request), proses ini biasa disebut dengan handshake.

Proses negosiasi tersebut dipecah menjadi 5 fase.

1. Fase **Client Hello**. Pada fase ini handshake dimulai dengan client mengirimkan pesan yang kita sebut dengan **client hello** ke se server. Pesan tersebut berisikan semua informasi milik client yang diperlukan oleh server untuk bisa terhubung dengan client via SSL. Informasi yang dimaksud di antaranya adalah versi SSL/TLS dan konfigurasi cipher. Cipher suite sendiri adalah seperangkat algoritma, digunakan untuk membantu pengamanan koneksi yang menerapkan TLS/SSL.

2. Fase **Server Hello**. Setelah diterima, server merespon dengan pesan yang mirip, yaitu **server hello**, isinya juga informasi yang kurang lebih sejenis. Informasi ini diperlukan oleh client untuk bisa terhubung balik dengan server.

3. Fase **Otentikasi dan Pre-Master Secret**. Setelah kontak antara client dan server terjadi, server mengenalkan dirinya ke client lewat file certificate. Anggap saja certificate tersebut sebagai KTP (Kartu Tanda Penduduk). Client selanjutnya melakukan pengecekan, apakah KTP tersebut valid dan dipercaya, atau tidak. Jika memang terpercaya, client selanjutnya membuat data yang disebut dengan **pre-master secret**, meng-enkripsi-nya menggunakan public key, lalu mengirimnya ke server sebagai response.

4. Fase **Decryption dan Master Secret**. Data encrypted pre-master secret yang dikirim oleh client diterima oleh server. Data tersebut kemudian di-decrypt menggunakan private key. Selanjutnya server dan client melakukan beberapa hal untuk men-generate **master secret** lewat cipher yang sudah disepakati.

5. Fase **Encryption with Session Key**. Server dan client melakukan pertukaran pesan untuk menginfokan bahwa data yang dikirim dalam request tersebut dan request-request selanjutnya akan di-enkripsi.

Sekarang kita tau, bahwa agar komunikasi antara client dan server bisa terjalin, pada sisi client harus ada file certificate, dan pada sisi server harus private key & certificate.

OK, saya rasa bagian teori sudah cukup, mari kita lanjut ke bagian praktek.

C.27.2. Persiapan

Salin project pada chapter sebelumnya, C.26. Advanced Client HTTP Request sebagai folder project baru.

C.27.3. Konfigurasi SSL/TLS pada Web Server

Pada chapter A.55. Simple Client HTTP Request kita telah belajar implementasi client http request, penerapannya dengan 2 buah aplikasi terpisah, satu aplikasi web server dan satu lagi adalah aplikasi consumer.

Kita perlu menambahkan sedikit modifikasi pada aplikasi web server (yang sudah di salin), mengaktifkan SSL/TLS-nya dengan cara mengubah bagian `.ListenAndServe()` menjadi `.ListenAndServeTLS()`, dengan disisipkan dua parameter berisi path certificate dan private key.

```
err := server.ListenAndServeTLS("server.crt", "server.key")
```

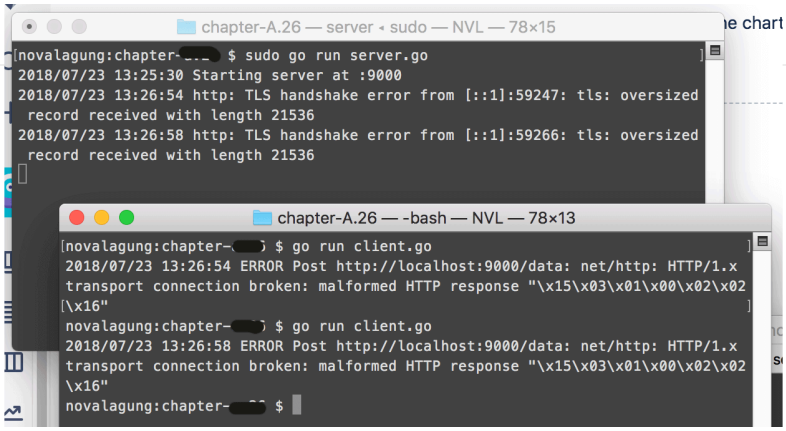
Silakan generate certificate dan private key baru, caranya sama seperti pada chapter C.24. HTTPS/TLS Web Server.

> Konfigurasi SSL/TLS lewat `server.ListenAndServeTLS("server.crt", "server.key")` merupakan cara yang paling mudah dengan konfigurasi adalah paling minimal.

C.27.4. Insecure Request

Dari yang sudah dijelaskan di atas, agar komunikasi antara client dan server bisa ter-enkripsi, di sisi client atau consumer harus ada yang namanya file certificate.

Jika client tidak menyertakan certificate dalam request-nya, maka pasti terjadi error (pada saat handshake). Contohnya bisa dilihat pada screenshot berikut.



Akan tetapi, jika memang client tidak memilik certificate dan komunikasi ingin tetap dilakukan, masih bisa (dengan catatan server meng-allow kapabilitas ini), caranya yaitu menggunakan teknik *insecure request*.

> Dalam insecure request, komunikasi terjalin tanpa ada proses enkripsi data.

Cara membuat insecure request sangat mudah, cukup aktifkan atribut insecure pada request. Misal menggunakan **curl**, maka cukup tambahkan flag `--insecure` pada command.

```
curl -X POST https://localhost/data \
    --insecure \
     -H 'Content-Type: application/json' \
     -d '{"Name": "Noval Agung"}'
```

Penerapan inscure request dalam golang juga tidak terlalu sulit. Pada object `http.Client`, isi property `.Transport` dengan objek baru buatan struct `http.Transport` yang di dalamnya berisi konfigurasi insecure request.

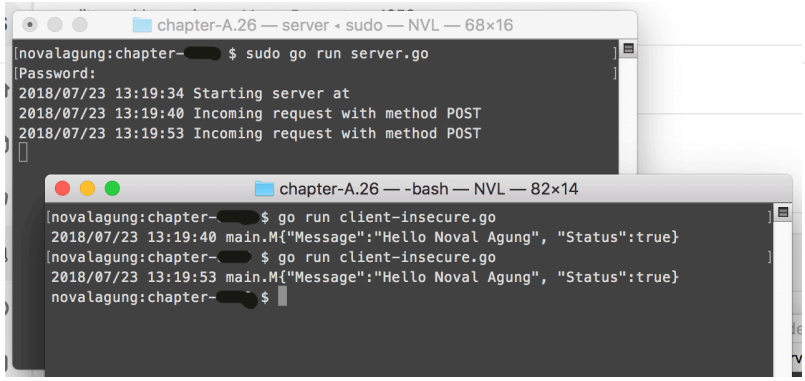
> Konfigurasi `InsecureSkipVerify: true` hanya aman untuk kebutuhan belajar, debugging lokal, atau koneksi ke server yang memang sedang diuji. Jangan gunakan konfigurasi ini pada aplikasi production karena verifikasi sertifikat TLS akan dilewati.

```
client := new(http.Client)
client.Transport = &http.Transport{
    TLSClientConfig: &tls.Config{InsecureSkipVerify: true},
}
```

Ubah kode pada aplikasi client (yang sudah disalin) seperti di atas. Jangan lupa juga untuk mengganti protokol base url destinasi, dari `http` ke `https`.

```
baseURL := "https://localhost:9000"
```

Jalankan ulang aplikasi server yang sudah ssl-enabled dan aplikasi client yang sudah dikonfigurasi untuk insecure request, lalu test hasilnya.



C.27.5. Secure Request

Secure request adalah bentuk request yang datanya ter-enkripsi, bisa dibilang kebalikan dari insecure request. Request jenis ini pada sisi client atau consumer membutuhkan konfigurasi di mana file certificate diperlukan.

Secure request bisa dilakukan dengan mudah di golang. Mari langsung saja kita praktekan. Pertama, pada file consumer, tambahkan package `crypto/x509` .

```
import (
    // ...
    "crypto/x509"
)
```

> X.509 adalah standar format public key certificates.

Lalu buat objek baru bertipe `x509.CertPool` lewat `x509.NewCertPool()` . Objek ini nantinya menampung list certificate yang digunakan.

Buat objek menggunakan struct `tls.Config` , dengan isi property `RootCAs` adalah objek list certificate yang sudah dibuat.

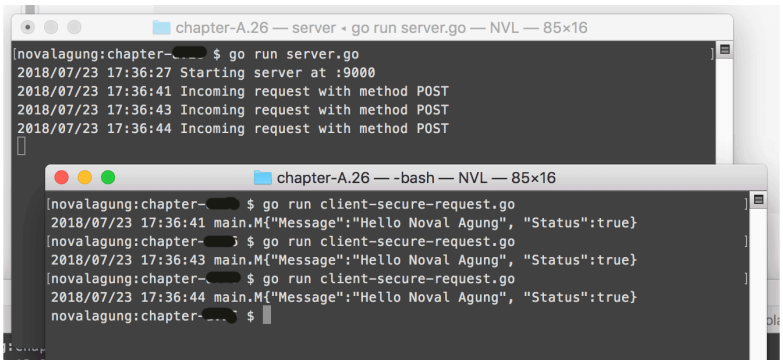
Isi `client.Transport` dengan konfigurasi secure request. Hapus saja konfigurasi insecure request sebelumnya.

Kurang lebih kode-nya seperti berikut.

```
certFile, err := os.ReadFile("server.crt")
if err != nil {
    return nil, err
}

caCertPool := x509.NewCertPool()
caCertPool.AppendCertsFromPEM(certFile)

tlsConfig := &tls.Config{ RootCAs: caCertPool }
tlsConfig.BuildNameToCertificate()

client := new(http.Client)
client.Transport = &http.Transport{
    TLSClientConfig: tlsConfig,
}
```

Bisa dilihat pada kode di atas, file `server.crt` dibaca isinya, lalu dimasukan ke `caCertPool`. Objek `caCertPool` ini bisa menampung banyak certificate, jika memang dibutuhkan banyak.

OK, silakan langsung run aplikasi untuk testing.



C.27.6. Konfigurasi SSL/TLS Lanjutan

Di atas kita sudah belajar cara setting SSL/TLS pada web server, dengan konfigurasi minimal menggunakan `server.ListenAndServeTLS("server.crt", "server.key")`.

Konfigurasi yang lebih complex bisa kita lakukan menggunakan `tls.Config`. Buat objek menggunakan struct tersebut lalu manfaatkan property struct-nya untuk menciptakan konfigurasi yang sesuai dengan kebutuhan. Contoh kurang lebih seperti kode di bawah ini.

```
certPair1, err := tls.LoadX509KeyPair("server.crt", "server.key")
if err != nil {
    log.Fatalln("Failed to start web server", err)
}

tlsConfig := new(tls.Config)
tlsConfig.NextProtos = []string{"http/1.1"}
tlsConfig.MinVersion = tls.VersionTLS12
tlsConfig.PreferServerCipherSuites = true

tlsConfig.Certificates = []tls.Certificate{
    certPair1, /** add other certificates here **/
}
tlsConfig.BuildNameToCertificate()

tlsConfig.ClientAuth = tls.VerifyClientCertIfGiven
tlsConfig.CurvePreferences = []tls.CurveID{
    tls.CurveP521,
    tls.CurveP384,
    tls.CurveP256,
}
tlsConfig.CipherSuites = []uint16{
    tls.TLS_ECDHE_RSA_WITH_AES_128_GCM_SHA256,
    tls.TLS_ECDHE_ECDSA_WITH_AES_128_GCM_SHA256,
}
```

Tampung saja objek cetakan `server.TLSConfig` di atas ke dalam `server.TLSConfig`. Jika file certificate dan private key sudah ditambahkan dalam `tlsConfig`, maka dalam pemanggilan `server.ListenAndServeTLS()` kosongkan saja parameter-nya.

```
server := new(http.Server)
server.Handler = mux
server.Addr = ":9000"
server.TLSConfig = tlsConfig

err := server.ListenAndServeTLS("", "")
if err != nil {
    log.Fatalln("Failed to start web server", err)
}
```

Tujuan mengapa penulis tambahkan sub chapter **Konfigurasi SSL/TLS Lanjutan** ini adalah agar pembaca tau bahwa konfigurasi SSL/TLS yang compleks bisa dilakukan dengan mudah dalam aplikasi web golang. Mengenai pembahasan tiap-tiap property silakan pelajari sendiri.

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-C.27...

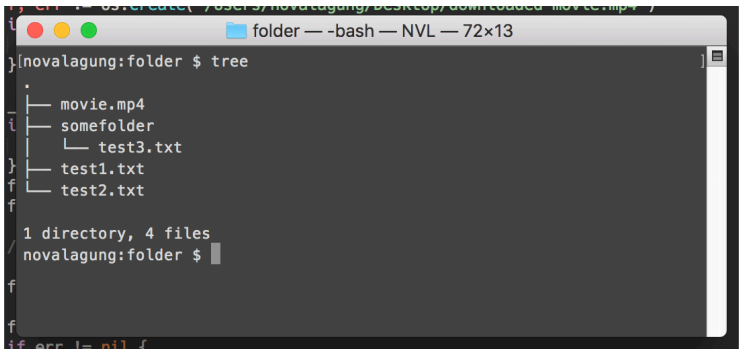
C.28. FTP

Pada chapter ini kita akan belajar cara melakukan pertukaran data lewat FTP (File Transfer Protocol) menggunakan Golang.

> Definisi mengenai FTP sendiri adalah sebuah protokol network standar yang digunakan untuk pertukaran atau transfer data antar client dan server.

Sebelum memulai, ada satu hal penting yang perlu dipersiapkan, yaitu sebuah server dengan FTP server ter-install. Jika tidak ada, bisa menggunakan library ftpd untuk set up ftp server di local (untuk keperluan belajar).

Dalam server tersebut, siapkan beberapa file dan folder dengan struktur sebagai berikut.



- File `test1.txt`, isi dengan apapun.
- File `test2.txt`, isi dengan apapun.
- File `somefolder/test3.txt`, isi dengan apapun.
- File `movie.mp4`, gunakan file seadanya.

Library FTP client yang kita gunakan adalah github.com/jlaffaye/ftp.

C.28.1. Koneksi ke Server

Buat satu buah folder project baru dengan isi `main.go`. Di dalam file main akan kita isi dengan beberapa operasi FTP seperti upload, download, akses ke direktori dan lainnya.

OK, langsung saja, silakan tulis kode berikut.

```
package main

import (
    "fmt"
    "github.com/jlaffaye/ftp"
    "log"
)

func main() {
    const FTP_ADDR = "0.0.0.0:2121"
    const FTP_USERNAME = "admin"
    const FTP_PASSWORD = "123456"

    // ...
}
```

Tiga buah konstanta dengan prefix `FTP_` disiapkan, isinya adalah credentials FTP untuk bisa melakukan koneksi FTP ke server.

Di dalam `main()`, tambahkan kode untuk terhubung dengan server.

```
conn, err := ftp.Dial(FTP_ADDR)
if err != nil {
    log.Fatal(err.Error())
}

err = conn.Login(FTP_USERNAME, FTP_PASSWORD)
if err != nil {
    log.Fatal(err.Error())
}
```

Cara konek ke server melalui FTP dipecah menjadi dua tahap. Pertama adalah menggunakan `ftp.Dial()` dengan argumen adalah alamat server (beserta port). Statement tersebut mengembalikan objek bertipe `*ftp.ServerConn` yang ditampung oleh variabel `conn`.

Tahap kedua, lewat objek `conn`, panggil method `.Login()` dengan disisipi argumen username dan password FTP.

C.28.2. Menampilkan Semua File Menggunakan `.List()`

Lewat tipe `*ftp.ServerConn`, semua method untuk operasi FTP bisa diakses. Salah satu dari method tersebut adalah `.List()`, gunanya untuk listing semua file yang ada di server. Operasi ini sama dengan `ls`.

```
fmt.Println("======= PATH ./")

entries, err := conn.List(".")
if err != nil {
    log.Fatal(err.Error())
}
for _, entry := range entries {
    fmt.Println(" ->", entry.Name, getStringEntryType(entry.Type))
}
```

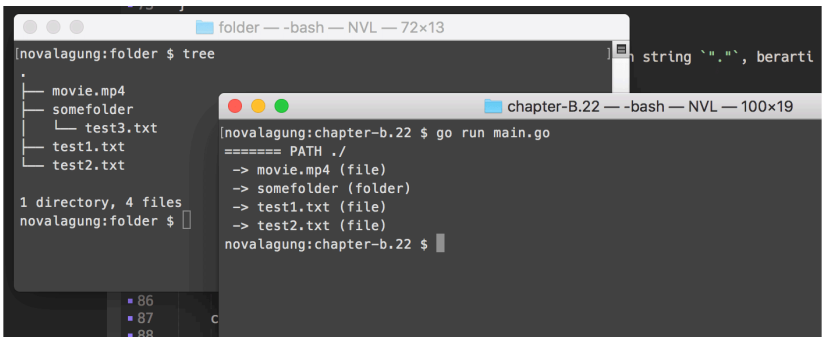
Method `.List()` di atas dipanggil dengan argumen adalah string `"."`, berarti semua aset dalam `"."` atau **current path** dimunculkan.

Method tersebut mengembalikan slice yang tiap elemen-nya adalah representasi tiap file. Pada kode di atas, semua file dimunculkan ke console, nama dan tipe-nya.

Property `.Type` milik `entry` tipenya adalah `ftp.EntryType`, yang sebenarnya `int`. Fungsi `getStringEntryType()` kita buat untuk menampilkan keterangan dalam string sesuai dengan tipe.

```
func getStringEntryType(t ftp.EntryType) string {
    switch t {
    case ftp.EntryTypeFile:
        return "(file)"
    case ftp.EntryTypeFolder:
        return "(folder)"
    case ftp.EntryTypeLink:
        return "(link)"
    default:
        return ""
    }
}
```

Jalankan aplikasi lihat hasilnya.



Jika dibandingkan dengan file yang ada di server, ada satu yang tidak muncul, yaitu `somefolder/test3.txt`. Hal ini dikarenakan file yang di-list adalah yang ada pada `"."` atau **current path**. File `test3.txt` berada di dalam sub folder

`somefolder` .

C.28.3. Pindah Ke Folder Tertentu Menggunakan `.ChangeDir()`

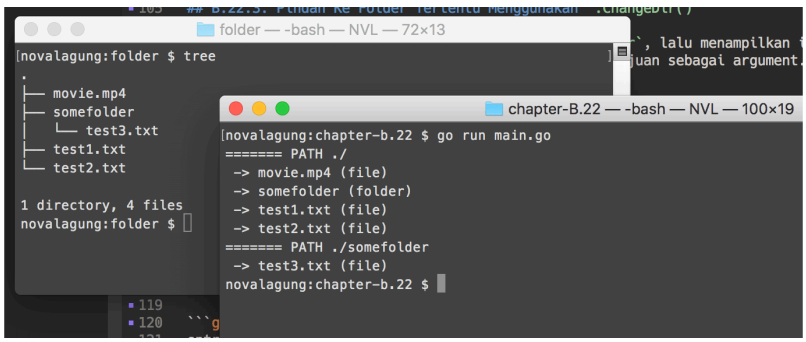
Selanjutnya, kita akan coba masuk ke folder `somefolder` , lalu menampilkan isinya. Gunakan method `.ChangeDir()` , sisipkan path folder tujuan sebagai argument.

```
fmt.Println("======= PATH ./somefolder")


err = conn.ChangeDir("./somefolder")
if err != nil {
    log.Fatal(err.Error())
}
```

Setelah itu, list semua file. Tetap gunakan `"."` sebagai argument pemanggilan method `.List()` untuk listing current path. Karena kita sudah masuk ke folder `./somefolder` , maka path tersebut-lah yang menjadi current path.

```
entries, err = conn.List(".")
if err != nil {
    log.Fatal(err.Error())
}
for _, entry := range entries {
    fmt.Println(" ->", entry.Name, getStringEntryType(entry.Type))
}
```

Jalankan aplikasi, lihat lagi hasilnya.



C.28.4. Pindah Ke Parent Folder Menggunakan `.ChangeDirToParent()`

Gunakan method `.ChangeDirToParent()` untuk mengubah aktif path ke parent path. Tambahkan kode berikut, agar current path `./somefolder` kembali menjadi `.` .

```
err = conn.ChangeDirToParent()
if err != nil {
    log.Fatal(err.Error())
}
```

C.28.5. Mengambil File Menggunakan `.Retr()` Lalu Membaca Isinya

Cara mengambil file adalah dengan method `.Retr()`. Tulis saja path file yang ingin diambil sebagai argumen. Nilai baliknya adalah objek bertipe `*ftp.Response` dan error (jika ada).

```
fmt.Println("======= SHOW CONTENT OF FILES")

fileTest1Path := "test1.txt"
fileTest1, err := conn.Retr(fileTest1Path)
if err != nil {
    log.Fatal(err.Error())
}

test1ContentInBytes, err := io.ReadAll(fileTest1)
fileTest1.Close()
if err != nil {
    log.Fatal(err.Error())
}

fmt.Println(" ->", fileTest1Path, "->", string(test1ContentInBytes))
```

Baca isi objek response tersebut menggunakan method `.Read()` miliknya, atau bisa juga menggunakan `io.ReadAll()` lebih praktisnya (nilai baliknya bertipe `[]byte` maka cast ke tipe `string` terlebih dahulu untuk menampilkan isinya).

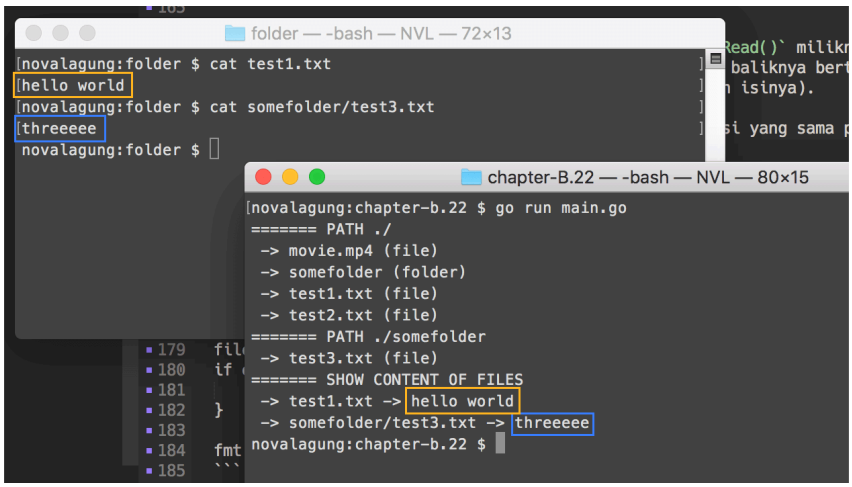
> Jangan lupa untuk import package `io`.

Di kode di atas file `test1.txt` dibaca. Lakukan operasi yang sama pada file `somefolder/test3.txt`.

```
fileTest2Path := "somefolder/test3.txt"
fileTest2, err := conn.Retr(fileTest2Path)
if err != nil {
    log.Fatal(err.Error())
}

test2ContentInBytes, err := io.ReadAll(fileTest2)
fileTest2.Close()
if err != nil {
    log.Fatal(err.Error())
}

fmt.Println(" ->", fileTest2Path, "->", string(test2ContentInBytes))
```

> Jangan lupa juga untuk meng-close objek bertipe `*ftp.Response`, setelah dibaca isinya.

Jalankan aplikasi, cek hasilnya.



Bisa dilihat, isi file yang dibaca adalah aslinya.

C.28.6. Download File

Proses download secara teknis adalah memindahkan **isi file** dari remote server ke local server. Di local, dibuatkan sebuah file yang nantinya akan menampung isi file dari remote server yang di-transfer. Sebarapa cepat proses download berlangsung sangat tergantung kepada besar file yang isinya sedang di transfer (dan beberapa faktor lainnya).

Di golang, penerapan download lewat FTP kurang lebih adalah sama. perlu dibuat terlebih dahulu file di local untuk menampung isi file yang diambil dari remote server.

OK, mari kita praktekan. File `movie.mp4` yang berada di server akan kita unduh ke local.

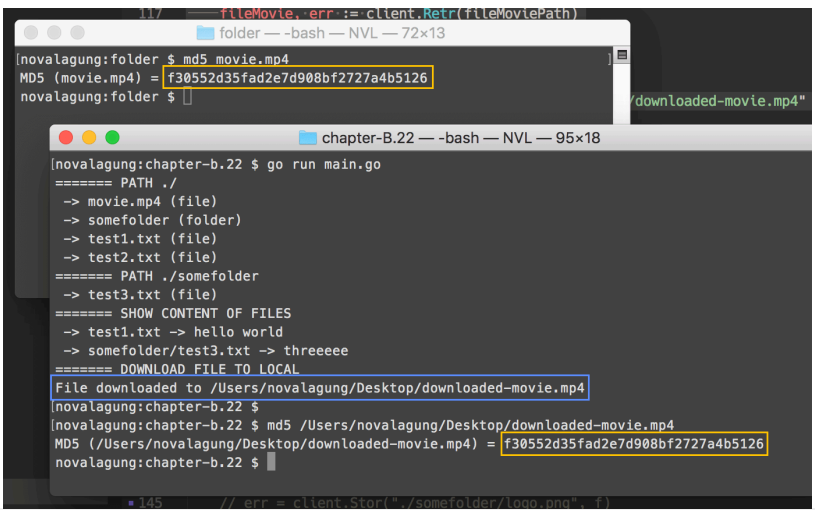
```
fmt.Println("======= DOWNLOAD FILE TO LOCAL")

fileMoviePath := "movie.mp4"
fileMovie, err := conn.Retr(fileMoviePath)
if err != nil {
    log.Fatal(err.Error())
}

destinationMoviePath := "/Users/novalagung/Desktop/downloaded-movie.mp4"
f, err := os.Create(destinationMoviePath)
if err != nil {
    log.Fatal(err.Error())
}

_, err = io.Copy(f, fileMovie)
if err != nil {
    log.Fatal(err.Error())
}
fileMovie.Close()
f.Close()

fmt.Println("File downloaded to", destinationMoviePath)
```

Pertama ambil file tujuan menggunakan `.Retr()`. Lalu buat file di local. Pada contoh di atas nama file di local adalah berbeda dengan nama file asli, `downloaded-movie.mp4`. Buat file tersebut menggunakan `os.Create()`.

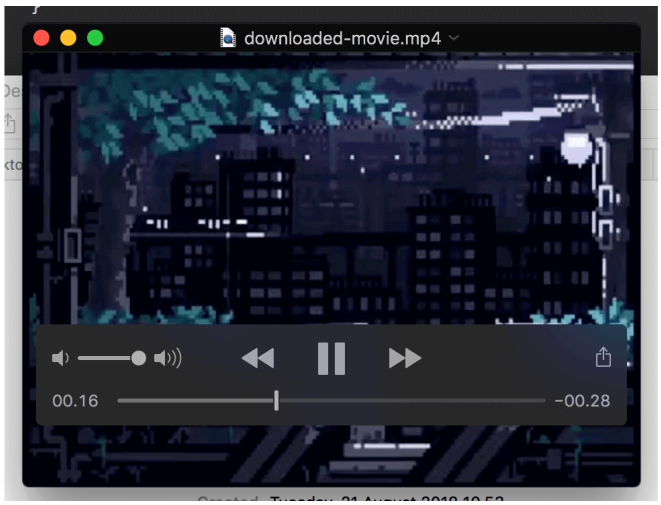
Setelah itu, copy isi file yang sudah diambil dari server, ke `downloaded-movie.mp4` menggunakan `io.Copy()`. Setelah proses transfer selesai, jangan lupa untuk close file dari remote dan juga file di local.

> Operasi di atas membutuhkan dua package lain, yaitu `io` dan `os`, maka import kedua package tersebut.

Jalankan aplikasi, coba cek md5 sum dari kedua file, harusnya sama.



Coba buka `downloaded-movie.mp4`, jika proses transfer sukses maka pasti bisa dibuka.



C.28.7. Upload File

Upload file adalah kebalikan dari download file. File dari lokal di transfer ke server. Mari langsung kita praktekan.

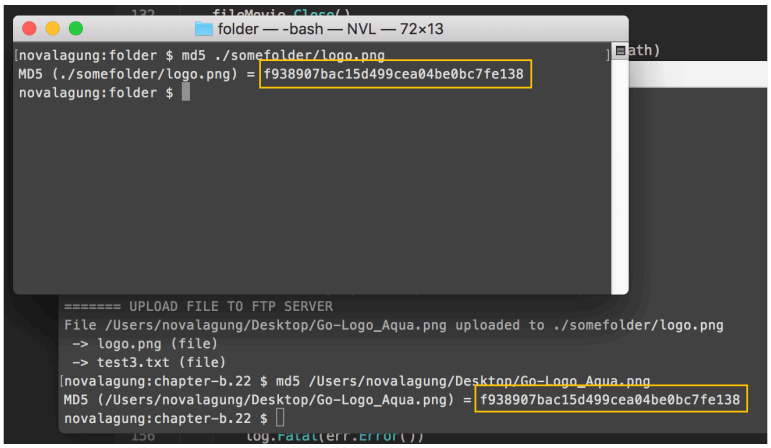
Pertama buka file tujuan menggunakan `os.Open()`. Lalu panggil method `.Store()` milik `conn`, sisipkan path file tujuan remote server sebagai parameter pertama, lalu objek file di local sebagai parameter kedua.

```
fmt.Println("======= UPLOAD FILE TO FTP SERVER")

sourceFile := "/Users/novalagung/Desktop/Go-Logo_Aqua.png"
f, err = os.Open(sourceFile)
if err != nil {
    log.Fatal(err.Error())
}

destinationFile := "./somefolder/logo.png"
err = conn.Stor(destinationFile, f)
if err != nil {
    log.Fatal(err.Error())
}
f.Close()

fmt.Println("File", sourceFile, "uploaded to", destinationFile)
```

File `Go-Logo_Aqua.png` di upload ke server pada path `./somefolder/logo.png`. Coba list untuk mengecek apakah file sudah terupload.

```
entries, err = conn.List("./somefolder")
if err != nil {
    log.Fatal(err.Error())
}

for _, entry := range entries {
    fmt.Println(" ->", entry.Name, getStringEntryType(entry.Type))
}
```

Jalankan aplikasi, cek hasilnya. Untuk memvalidasi bahwa file di client dan di server sama, bandingkan md5 sum kedua file.



- ftpd, by Lunny Xiao
- ftp, by Julien Laffaye, ISC license

Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-C.28...

C.29. SSH & SFTP

Pada chapter ini kita akan belajar cara untuk me-remote server lewat protokol SSH (Secure Shell).

> Protokol SSH digunakan untuk melakukan remote login secara aman/secure ke server tujuan. Komunikasi yang terjadi lewat SSH di-encrypt sehingga aman.

Go menyediakan package golang.org/x/crypto/ssh, berisi cukup banyak API untuk keperluan operasi yang berhubungan dengan protokol SSH.

C.29.1. Otentikasi SSH

Buat folder project baru, isinya file `main.go`, di dalamnya tulis kode berikut.

```
package main

import (
    "golang.org/x/crypto/ssh"
    "log"
    "os"
)

func main() {
    const SSH_ADDRESS = "0.0.0.0:22"
    const SSH_USERNAME = "user"
    const SSH_PASSWORD = "password"

    sshConfig := &ssh.ClientConfig{
        User:            SSH_USERNAME,
        HostKeyCallback: ssh.InsecureIgnoreHostKey(),
        Auth: []ssh.AuthMethod{
            ssh.Password(SSH_PASSWORD),
        },
    }

    // ...
}
```

Variabel `sshConfig` di atas adalah objek pointer cetakan struct `ssh.ClientConfig`. Objek bertipe ini nantinya digunakan untuk otentikasi SSH.

Pada kode di atas, tiga buah konstanta dengan prefix `SSH_*` disiapkan. Credentials username dan password disisipkan sebagai property objek `sshConfig`. Bisa dilihat pada property `Auth`, isinya adalah slice `ssh.AuthMethod` dengan satu buah element yaitu `ssh.Password()`. Konfigurasi seperti ini dipakai jika **otentikasi menggunakan username dan password**.

Jika otentikasi dilakukan menggunakan **identity file**, maka gunakan kode berikut.

```
const SSH_ADDRESS = "192.168.0.24:22"
const SSH_USERNAME = "user"
const SSH_KEY = "path/to/file/identity.pem"

sshConfig := &ssh.ClientConfig{
    User:            SSH_USERNAME,
    HostKeyCallback: ssh.InsecureIgnoreHostKey(),
    Auth: []ssh.AuthMethod{
        PublicKeyFile(SSH_KEY),
    },
}

func PublicKeyFile(file string) ssh.AuthMethod {
    buffer, err := os.ReadFile(file)
    if err != nil {
        return nil
    }

    key, err := ssh.ParsePrivateKey(buffer)
    if err != nil {
        return nil
    }

    return ssh.PublicKeys(key)
}
```

Silakan pilih jenis otentikasi sesuai dengan yang di dukung oleh remote server.

Selanjutnya, dalam fungsi `main()`, buat koneksi baru ke server tujuan menggunakan `ssh.Dial()`. Statement ini mengembalikan objek `*ssh.Client`, pemanggilannya sendiri membutuhkan 3 parameter.

- Isi argument pertama isi dengan `"tcp"`, hal ini dikarenakan protokol tersebut digunakan dalam SSH.
- Argument ke-2 diisi dengan alamat tujuan server.
- Argument ke-3 diisi dengan objek `sshConfig`.

```
// ...

client, err := ssh.Dial("tcp", SSH_ADDRESS, sshConfig)
if client != nil {
    defer client.Close()
}
if err != nil {
    log.Fatal("Failed to dial. " + err.Error())
}
```

C.29.2. Session & Run Command

Dari objek `client`, buat session baru, caranya dengan mengakses method `.NewSession()`.

```
session, err := client.NewSession()
if session != nil {
    defer session.Close()
}
if err != nil {
    log.Fatal("Failed to create session. " + err.Error())
}
```

Pada session, set tiga koneksi standar IO: stdin, stdout, dan stderr; ke standard IO sistem operasi.

```
session.Stdin = os.Stdin
session.Stdout = os.Stdout
session.Stderr = os.Stderr
```

OK, semua persiapan sudah cukup. Sekarang coba jalankan salah satu command seperti `ls`.

```
err = session.Run("ls -l ~/")
if err != nil {
    log.Fatal("Command execution error. " + err.Error())
}
```

Jalankan aplikasi untuk mengetes hasilnya.

```
drwxr-x---+   5 novalagung  staff     160 Jan 11  2016 Public
drwxr-xr-x  155 novalagung  staff    4960 Jul  9  2017 node_modules
drwxr-xr-x    4 novalagung  staff     128 Sep 17  2017 itsmp
drwxr-xr-x    4 novalagung  staff     128 Oct 21  2017 Oracle
-rw-r--r--    1 novalagung  staff     103 Mar  6 12:38 java1.log
-rw-r--r--    1 novalagung  staff     103 Apr 27 17:18 java0.log
drwxr-xr-x    4 novalagung  staff     128 Apr 29 18:27 GitBook
```

C.29.3. Penggunaan `session.StdinPipe()` untuk Run Multiple Command

Ada beberapa cara yang bisa digunakan untuk menjalankan banyak command via SSH, cara paling mudah adalah dengan menggabung commands dengan operator `&&` .

Alternatif metode lainnya, bisa dengan memanfaatkan `StdinPipe` milik session. Cukup tulis command yang diinginkan ke objek stdin pipe tersebut.

> Method `.StdinPipe()` mengembalikan objek stdin pipe yang tipenya adalah `io.WriteCloser` . Tipe ini merupakan gabungan dari `io.Writer` , `io.Reader` , dan `io.Closer` .

Mari kita praktekan, salin kode sebelumnya ke file baru, hapus semua baris kode setelah statement pembuatan session.

Siapkan variabel untuk menampung objek default stdin pipe milik session.

```
var stdout, stderr bytes.Buffer
session.Stdout = &stdout
session.Stderr = &stderr

stdin, err := session.StdinPipe()
if err != nil {
    log.Fatal("Error getting stdin pipe. " + err.Error())
}
```

Jalankan command prompt di remote host, menggunakan perintah `.Start()` . Pilih unix shell yang diinginkan dengan menuliskannya sebagai argument pemanggilan method `.Start()` . Pada tutorial ini kita menggunakan unix shell `bash` .

```
err = session.Start("/bin/bash")
if err != nil {
    log.Fatal("Error starting bash. " + err.Error())
}
```

Method `.Start()` dan `.Run()` memiliki kesamaan dan perbedaan. Salah satu kesamaannya adalah kedua method tersebut digunakan untuk menjalankan perintah shell, yang eksekusinya akan selesai ketika perintah yang dijalankan selesai, contoh: `.Start("ls -l ~/")` dan `.Run("ls -l ~/")` , kedua statement tersebut menghasilkan proses dan output yang sama.

Sedangkan perbedaannya, method `.Start()` bisa digunakan untuk memilih command line interpreter atau shell (pada contoh ini `bash`), lalu memanfaatkannya untuk eksekusi banyak shell command dengan cara dilewatkan ke stdin pipe.

> Pemanggilan method `.Start()` dan `.Run()` hanya bisa dilakukan sekali untuk tiap session.

Selanjutnya, siapkan commands dalam slice, untuk mempermudah eksekusinya. Lakukan perulangan pada slice tersebut, lalu tulis command ke dalam objek stdin pipe. Pastikan command terakhir yang dieksekusi adalah `exit` untuk mengakhiri shell.

```
commands := []string{
    "cd /where/is/the/path",
    "cd src/myproject",
    "ls",
    "exit",
}
for _, cmd := range commands {
    if _, err = fmt.Fprintln(stdin, cmd); err != nil {
        log.Fatal(err)
    }
}
```

Statement `fmt.Fprintln()` digunakan untuk menuliskan sesuatu ke objek `io.Writer`. Objek stdin pipe kita sisipkan sebagai parameter pertama, lalu shell command sebagai parameter setelahnya.

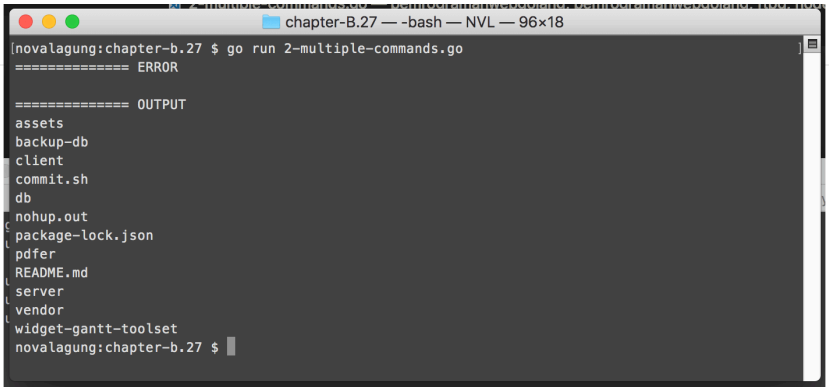
Selain `fmt.Fprintln()`, ada juga `fmt.Fprint()` dan `fmt.Fprintf()`.

> Statement yang paling sering kita gunakan, yaitu `fmt.Print()`, isinya sebenarnya memanggil `fmt.Fprint()`, dengan parameter pertama `io.Writer` diisi dengan `os.Stdout`.

Gunakan method `.Wait()` milik session untuk menunggu banyak command yang dieksekusi selesai terlebih dahulu. Kemudian tangkap output stdout dan stderr nya lalu tampilkan.

```
err = session.Wait()
if err != nil {
    log.Fatal(err)
}

outputErr := stderr.String()
fmt.Println("============== ERROR")
fmt.Println(strings.TrimSpace(outputErr))

outputString := stdout.String()
fmt.Println("============== OUTPUT")
fmt.Println(strings.TrimSpace(outputString))
```

Jalankan aplikasi untuk melihat hasilnya.



Output dalam banyak command muncul setelah semua command berhasil dieksekusi. Statement `session.Wait()` adalah blocking.

Jika ingin eksekusi command dan pengambilan outpunya tidak blocking, manfaatkan `.StdoutPipe()`, `.StderrPipe()`, dan goroutine untuk pengambilan output hasil eksekusi command.

C.29.4. Transfer File via SFTP

Transfer file antara client dan server bisa dilakukan lewat protokol SSH, dengan memanfaatkan SFTP (SSH File Transfer Protocol). Penerapannya sebenarnya bisa dilakukan cukup menggunakan API yang disediakan oleh package golang.org/x/crypto/ssh, namun pada bagian ini kita akan menggunakan 3rd party library lain untuk mempermudah penerapannya. Library tersebut adalah github.com/pkg/sftp.

Mari kita praktekan, salin kode sebelumnya ke file baru, hapus semua baris kode setelah statement pembuatan client. Kemudian, go get package tersebut, lalu import.

Buat objek sftp client, objek ini merupakan superset dari objek ssh client.

```
sftpClient, err := sftp.NewClient(client)
if err != nil {
    log.Fatal("Failed create client sftp client. " + err.Error())
}
```

Kita akan menggunakan sample file di lokal untuk di transfer ke server. Mekanisme-nya sama seperti pada transfer file via ftp, yaitu dengan menyiapkan file kosong di sisi server, lalu meng-copy isi file di lokal ke file di server tersebut.

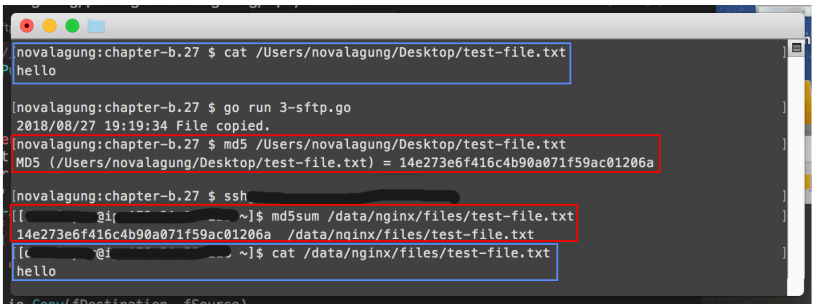
OK, siapkan file tujuan transfer terlebih dahulu.

```
fDestination, err := sftpClient.Create("/data/nginx/files/test-file.txt")
if err != nil {
    log.Fatal("Failed to create destination file. " + err.Error())
}
```

Lalu baca file di lokal, gunakan `io.Copy` untuk mengcopy isi file.

```
fSource, err := os.Open("/Users/novalagung/Desktop/test-file.txt")
if err != nil {
    log.Fatal("Failed to read source file. " + err.Error())
}

_, err = io.Copy(fDestination, fSource)
if err != nil {
    log.Fatal("Failed copy source file into destination file. " + err.Error())
}

log.Println("File copied.")
```

Jalankan aplikasi untuk melihat hasilnya.



- sftp, by pkg team, BSD-2-Clause License

Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-C.29...

C.30. Protobuf

Pada chapter ini kita akan belajar tentang penggunaan protobuf (Protocol Buffers) di Go. Topik gRPC kita pelajari pada chapter selanjutnya (bukan pada chapter ini).

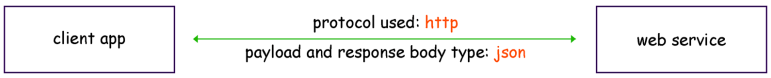
C.30.1. Definisi

Protocol Buffers adalah metode untuk serialisasi data terstruktur, yang dibuat oleh Google. Protobuf cocok digunakan pada aplikasi yang berkomunikasi dengan aplikasi lain. Protobuf bisa dipakai di banyak platform, contoh: komunikasi antara aplikasi mobile iOS dan Go Web Service, bisa menggunakan protobuf.

Protobuf hanya bertugas di bagian serialisasi data saja, untuk komunikasi antar service atau antar aplikasi sendiri menggunakan gRPC.

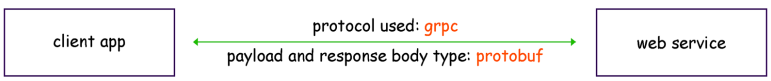
> gRPC adalah sebuah remote procedure call atau RPC yang dibuat oleh google. gRPC menggunakan HTTP/2 untuk komunikasinya, dan Protocol Buffers di bagian antarmuka-nya.

Mungkin sampai sini masih terasa abstrak, membingungkan, dan muncul banyak pertanyaan mengenai apa dan untuk apa protobuf ini. Agar lebih mudah untuk dipahami, bayangkan sebuah aplikasi client yang mengkonsumsi data dari (RESTful) web service, dengan data dikirimkan dalam bentuk JSON.



Di analogi sederhana di gambar, dijelaskan bahwa HTTP digunakan sebagai transport antara client dan server, dan JSON digunakan sebagai tipe data payload request dan response body type.

Arsitektur di atas (yang menggunakan http dan json) jika dikonversi ke bentuk gRPC dan protobuf, maka kurang lebih jadinya seperti gambar di bawah ini.



Cukup bisa dipahami bukan?

Sederhananya protobuf itu mirip seperti JSON atau XML, tapi lebih terstruktur. Perbedaannya adalah pada protobuf skema model harus didefinisikan di awal (*schema on write*).

Skema tersebut didefinisikan dalam file berekstensi `.proto`. Dari file tersebut di generate-lah file model sesuai bahasa yang dipilih. Misalkan bahasa yang digunakan adalah java, maka nantinya terbentuk pojo; misal bahasa adalah php nantinya class di-generate; jika bahasa Go maka struct di-generate, dan seterusnya.

> gRPC dan protobuf adalah salah satu pilihan terbaik untuk diterapkan pada aplikasi yang mengadopsi konsep microservices.

C.30.2. Instalasi

Schema yang ditulis dalam `.proto` di-compile ke bentuk file sesuai bahasa yang dipilih. Dari sini jelasnya sebuah compiler dibutuhkan, maka dari itu protobuf harus install terlebih dahulu di lokal masing-masing. Compiler tersebut bernama `protoc` atau proto compiler.

Silakan merujuk ke http://google.github.io/proto-lens/installing-protoc.html untuk mengetahui cara instalasi `protoc` sesuai sistem operasi yang dibutuhkan.

Selain `protoc`, masih ada satu lagi yang perlu di install, yaitu protobuf runtime untuk Go (karena di sini kita menggunakan bahasa Go). Cara instalasinya cukup mudah:

```
go install google.golang.org/protobuf/cmd/protoc-gen-go@latest
```

> Protobuf runtime tersedia untuk banyak bahasa selain Go, selengkapnya silakan cek https://github.com/protocolbuffers/protobuf.

C.30.3. Pembuatan File `.proto`

Siapkan satu buah folder dengan skema seperti berikut.

```
mkdir chapter-c29
cd chapter-c29
go mod init chapter-c29

# then prepare underneath structures
tree .
.
├── main.go
└── model
    ├── garage.proto
    └── user.proto
```

Folder `yourproject/model` berisikan file-file `.proto` (dua buah file proto didefinisikan). Dari kedua file di atas akan di-generate file model `.go` menggunakan command `protoc`. Nantinya generated file tersebut dipakai dalam `main.go`.

◉ File `user.proto`

OK, mari kita masuk ke bagian tulis-menulis kode. Buka file `user.proto`, tulis kode berikut.

```
syntax = "proto3";
package model;

option go_package = "./model";

enum UserGender {
    UNDEFINED = 0;
    MALE = 1;
    FEMALE = 2;
}
```

Bahasa yang digunakan dalam file proto sangat minimalis, dan cukup mudah untuk dipahami.

Statement `syntax = "proto3";`, artinya adalah versi proto yang digunakan adalah `proto3`. Ada juga versi `proto2`, namun kita tidak menggunakannya.

Statement `option go_package = "./model";`, artinya adalah file model yang di-generate nantinya akan diletakkan di dalam folder `model` dengan nama GO package `model`.

Statement `package model;`, digunakan untuk menge-set nama package dari file proto. Untuk mencegah terjadinya konflik jika terdapat model dengan nama yang sama.

Statement `enum UserGender` digunakan untuk pendefinisian enum. Tulis nama-nama enum beserta value di dalam kurung kurawal. Keyword `UserGender` sendiri nantinya menjadi tipe enum. Value enum di protobuf hanya bisa menggunakan tipe data numerik int.

Setelah proses kompilasi ke bentuk Go, kode di atas kurang lebihnya akan menjadi seperti berikut.

```
package model

type UserGender int32

const (
    UserGender_UNDEFINED UserGender = 0
    UserGender_MALE      UserGender = 1
    UserGender_FEMALE    UserGender = 2
)
```

Selanjutnya tambahkan statement pendefinisian message berikut dalam file `user.proto`.

```
message User {
    string id = 1;
    string name = 2;
    string password = 3;
    UserGender gender = 4;
}

message UserList {
    repeated User list = 1;
}
```

> Untuk mengurangi miskomunikasi, penulis gunakan istilah **model** untuk `message` pada kode di atas.

Model didefinisikan menggunakan keyword `message` diikuti dengan nama model-nya. Di dalam kurung kurawal, ditulis property-property model dengan skema penulisan `<tipe data> <nama property> = <numbered field>`.

> Bisa dilihat bahwa di tiap field terdapat *unique number*. Informasi ini berguna untuk versioning model protobuf. Tiap field harus memiliki angka yang unik satu sama lain dalam satu `message`.

Di dalam `User`, dideklarasikan property `id`, `name`, dan `password` yang bertipe `string`; dan juga property `gender` yang bertipe enum `UserGender`.

Selain `User`, model `UserList` juga didefinisikan. Isinya hanya satu property yaitu `list` yang tipe-nya adalah `User`. Keyword repeated pada property digunakan untuk pendefinisian tipe array atau slice. Statement `repeated User` adalah ekuivalen dengan `[]*User` (tipe element slice pasti pointer).

Kode protobuf di atas menghasilkan kode Go berikut.

```
type User struct {
   // Ini adalah field implementasi protobuf
   state         protoimpl.MessageState
   sizeCache     protoimpl.SizeCache
   unknownFields protoimpl.UnknownFields

   Id       string     `protobuf:"bytes,1,opt,name=id,proto3" json:"id,omitempt
   Name     string     `protobuf:"bytes,2,opt,name=name,proto3" json:"name,omit
   Password string     `protobuf:"bytes,3,opt,name=password,proto3" json:"passw
   Gender   UserGender `protobuf:"varint,4,opt,name=gender,proto3,enum=model.Us
}

type UserList struct {
   state         protoimpl.MessageState
   sizeCache     protoimpl.SizeCache
   unknownFields protoimpl.UnknownFields

   List []*User `protobuf:"bytes,1,rep,name=list,proto3" json:"list,omitempty"`
}
```

◉ File `garage.proto`

Sekarang beralih ke file ke-dua, `garage.proto`. Silakan tulis kode berikut.

```
syntax = "proto3";
package model;

option go_package = "./model";

message GarageCoordinate {
    float latitude = 1;
    float longitude = 2;
}

message Garage {
    string id = 1;
    string name = 2;
    GarageCoordinate coordinate = 3;
}
```

Bisa dilihat, property `coordinate` pada model `Garage` tipe-nya adalah model juga, yaitu `GarageCoordinate`.

Di atas, tipe data `float` digunakan pada pendefinisian property `latitude` dan `longitude`. Silakan merujuk ke link berikut untuk mengetahui tipe-tipe primitif apa saja yang bisa digunakan sebagai tipe data property model

https://developers.google.com/protocol-buffers/docs/proto3#scalar.

Buat dua buah model lainnya berikut ini.

```
message GarageList {
    repeated Garage list = 1;
}

message GarageListByUser {
    map<string, GarageList> list = 1;
}
```

Selain array/slice, tipe `map` juga bisa digunakan pada protobuf. Gunakan keyword `map` untuk mendefinisikan tipe map. Penulisannya disertai dengan penulisan tipe data key dan tipe data value map tersebut.

> Penulisan tipe data map mirip seperti penulisan HashMap pada java yang disisipkan juga tipe generics-nya.

Kembali ke topik, dua message di atas akan menghasilkan kode Go berikut.

```
type GarageList struct {
   state         protoimpl.MessageState
   sizeCache     protoimpl.SizeCache
   unknownFields protoimpl.UnknownFields

   List []*Garage `protobuf:"bytes,1,rep,name=list,proto3" json:"list,omitempty
}

type GarageListByUser struct {
   state         protoimpl.MessageState
   sizeCache     protoimpl.SizeCache
   unknownFields protoimpl.UnknownFields

   List map[string]*GarageList `protobuf:"bytes,1,rep,name=list,proto3" json:"l
}
```

C.30.4. Kompilasi File `.proto`

File `.proto` sudah siap, sekarang saatnya untuk meng-compile file-file tersebut agar menjadi `.go`. Kompilasi dilakukan lewat command `protoc`. Agar output berupa file Go, maka gunakan flag `--go_out`. Lebih jelasnya silakan ikut command berikut.

```
protoc --go_out . model/*.proto

tree model

model
├── garage.pb.go
├── garage.proto
├── user.pb.go
└── user.proto

0 directories, 4 files
```

Dua file baru dengan ekstensi `.pb.go` muncul.

C.30.5. Praktek

Sekarang kita akan belajar tentang pengoperasian file proto yang sudah di-generate. Buka file `main.go`, tulis kode berikut.

```go
package main

import (
    "fmt"
    "os"

    // sesuaikan dengan struktuk folder project masing2
    "chapter-c29/model"
)

func main() {
    // more code here ...
}
```

Package model yang isinya generated proto file, di-import. Dari package tersebut, kita bisa mengakses generated struct seperti `model.User`, `model.GarageList`, dan lainnya. Maka coba buat beberapa objek untuk ke semua generated struct.

- Objek struct `model.User`:

  ```go
  var user1 = &model.User{
      Id:       "u001",
      Name:     "Sylvana Windrunner",
      Password: "f0r Th3 H0rD3",
      Gender:   model.UserGender_FEMALE,
  }
  ```

Untuk tipe enum pengaksesannya seperti di atas, penulisannya `model.UserGender_*`. Cukup ubah `*` dengan value yang diinginkan, `UNDEFINED`, `MALE`, atau `FEMALE`.

- Objek struct `model.UserList`:

```
var userList = &model.UserList{
    List: []*model.User{
        user1,
    },
}
```

Disarankan untuk selalu menampung objek cetakan struct protobuf dalam bentuk pointer, karena dengan itu objek akan memenuhi kriteria interface `proto.Message`, yang nantinya akan sangat membantu proses koding.

- Objek struct `model.Garage`:

```
var garage1 = &model.Garage{
    Id:   "g001",
    Name: "Kalimdor",
    Coordinate: &model.GarageCoordinate{
        Latitude:  23.2212847,
        Longitude: 53.22033123,
    },
}
```

- Objek struct `model.GarageList`:

```
var garageList = &model.GarageList{
    List: []*model.Garage{
        garage1,
    },
}
```

- Objek struct `model.GarageListByUser`:

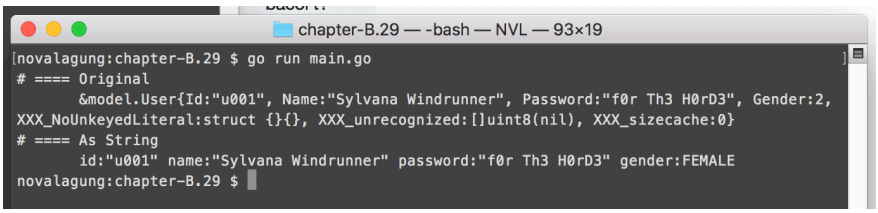
```
var garageListByUser = &model.GarageListByUser{
    List: map[string]*model.GarageList{
        user1.Id: garageList,
    },
}
```

◉ Print proto object

Print salah satu objek yang sudah dibuat di atas.

```
// =========== original
fmt.Printf("# ==== Original\n       %#v \n", user1)


// =========== as string
fmt.Printf("# ==== As String\n       %s \n", user1.String())
```

Jalankan aplikasi untuk melihat hasilnya.



Pada statement print pertama, objek ditampilkan apa adanya. Generated struct memiliki beberapa property lain selain yang sudah didefinisikan pada proto message, seperti `XXX_unrecognized` dan beberapa lainnya. Property tersebut dibutuhkan oleh protobuf, tapi tidak kita butuhkan, jadi biarkan saja.

Di statement print kedua, method `.String()` diakses, menampilkan semua property yang didefinisikan dalam proto message (property `XXX_` tidak dimunculkan).

◉ Konversi objek proto ke json string

Tambahkan kode berikut:

```
// =========== as json string
jsonb, err1 := protojson.Marshal(garageList)
if err1 != nil {
   fmt.Println(err1.Error())
   os.Exit(0)
}
fmt.Printf("# ==== As JSON String\n       %s \n", string(jsonb))
```

Di atas kita membuat banyak objek lewat generated struct. Objek tersebut bisa dikonversi ke bentuk JSON string, caranya dengan memanfaatkan package google.golang.org/protobuf/encoding/protojson. Lakukan `go get` pada package jika belum punya, dan jangan lupa untuk meng-importnya pada file yang sedang dibuat.

```
go get -u google.golang.org/protobuf
```

Kembali ke pembahasan, untuk konversi ke json string, gunakan method `.Marshal()` pada package `protojson`. Parameter adalah objek proto pointer, dan hasilnya adalah json byte.

Jalankan aplikasi, cek hasilnya.

```
chapter-B.29 — -bash — NVL — 108×19
novalagung:chapter-B.29 $ go run main.go
# ==== Original
        &model.User{Id:"u001", Name:"Sylvana Windrunner", Password:"f0r Th3 H0rD3", Gender:2, XXX_NoUnkeyedLi
teral:struct {}{}, XXX_unrecognized:[]uint8(nil), XXX_sizecache:0}
# ==== As String
        id:"u001" name:"Sylvana Windrunner" password:"f0r Th3 H0rD3" gender:FEMALE
# ==== As JSON String
        {"list":[{"id":"g001","name":"Kalimdor","coordinate":{"latitude":23.221285,"longitude":53.220333}}]}
novalagung:chapter-B.29 $
```

Selain method `.Marshal()`, konversi ke json string bisa dilakukan lewat method `.MarshalToString()`.

◉ Konversi json string ke objek proto

Proses unmarshal dari json string ke objek proto, dapat menggunakan `protojson.Unmarshal`, dengan parameter pertama disisipi data json byte dan parameter kedua disisipi objek proto pointer.

```
protoObject := new(model.GarageList)
err2 := protojson.Unmarshal(jsonb, protoObject)

if err2 != nil {
  fmt.Println(err2.Error())
  os.Exit(0)
}

fmt.Printf("# ==== As String\n       %s \n", protoObject.String())
```

```
chapter-B.29 — -bash — NVL — 108×19
novalagung:chapter-B.29 $ go run main.go
# ==== Original
        &model.User{Id:"u001", Name:"Sylvana Windrunner", Password:"f0r Th3 H0rD3", Gender:2, XXX_NoUnkeyedLi
teral:struct {}{}, XXX_unrecognized:[]uint8(nil), XXX_sizecache:0}
# ==== As String
        id:"u001" name:"Sylvana Windrunner" password:"f0r Th3 H0rD3" gender:FEMALE
# ==== As JSON String
        {"list":[{"id":"g001","name":"Kalimdor","coordinate":{"latitude":23.221285,"longitude":53.220333}}]}
# ==== As String
        list:<id:"g001" name:"Kalimdor" coordinate:<latitude:23.221285 longitude:53.220333 > >
novalagung:chapter-B.29 $
```

C.30.6. gRPC + Protobuf

Pada chapter selanjutnya kita akan belajar tentang penerapan gRPC dan protobuf.

- Protobuf, by Google, BSD-3-Clause License

Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-C.30...

C.31. gRPC + Protobuf

Pada chapter ini kita akan belajar tentang penerapan **gRPC** dan **protobuf** pada bahasa Go.

Kita akan buat satu buah folder project besar, di dalamnya terdapat 3 buah aplikasi. Dua di antaranya merupakan aplikasi server, lebih tepatnya rpc server, dan yang satu lagi aplikasi client. Aplikasi client akan berkomunikasi dengan kedua aplikasi server.

Bisa dibilang ini adalah contoh super sederhana (dan asal-asalan) tentang penerapan microservices architecture.

> BEWARE: Tutorial ini sangat panjang! Dan jangan ber-ekspektasi terlalu tinggi, karena target pembaca adalah orang yang baru belajar Go, gRPC, dan protobuf.

C.31.1. Definisi

gRPC adalah salah satu RPC framework, dibuat oleh Google. gRPC menggunakan protokol RPC untuk transport dan protobuf di bagian antarmuka-nya.

> Remote Procedure Call (RPC) adalah sebuah metode yang memungkinkan kita untuk mengakses sebuah prosedur yang berada di komputer lain. Untuk dapat melakukan ini sebuah server harus menyediakan layanan remote procedure.

C.31.2 Prerequisites

Sekedar informasi bahwa sebelum mulai mengikuti pembelajaran pada chapter ini, **WAJIB HUKUMNYA** untuk mengikuti pembahasan pada chapter sebelumnya C.30. Protobuf terlebih dahulu.

C.31.3. Struktur Aplikasi

Siapkan satu project baru dengan struktur sebagai berikut.

```
# Install protobuf go runtime
go install google.golang.org/protobuf/cmd/protoc-gen-go@latest

mkdir chapter-c30
cd chapter-c30
go mod init chapter-c30

go get -u google.golang.org/grpc@v1.26.0 # versi yang lebih baru mungkin sudah

# then prepare underneath structures
tree .
.
├── go.mod
├── common
│   ├── config
│   │   └── config.go
│   └── model
│       ├── garage.proto
│       ├── user.proto
│
├── client
│   └── main.go
│
└── services
    ├── service-garage
    │   └── main.go
    └── service-user
        └── main.go

7 directories, 7 files
```

Salah satu pembeda yang paling terlihat dibanding chapter sebelumnya adalah di sini kita go get package `google.golang.org/grpc`. Package ini diperlukan oleh generator untuk bisa memahami dan men-*generate* spesifikasi `service`. Lebih jelasnya akan kita bahas sambil praktek.

Lanjut. Di bawah ini merupakan penjelasan per bagian dari struktur project di atas.

◉ Folder `common`

Folder `common`, berisikan 2 buah sub folder, `config` dan `model`.

- Folder `config` berisikan informasi shared atau global, yang digunakan aplikasi client maupun server.
- Folder `model` berisikan file `.proto`. Silakan salin file `garage.proto` dan `user.proto` pada chapter sebelumnya ke folder tersebut.

◉ Folder `client`

Isinya adalah satu buah file main, yang nantinya di jalankan sebagai aplikasi client. Aplikasi client ini akan berkomunikasi dengan 2 buah aplikasi server.

◉ Folder `services`

Satu buah file proto untuk satu aplikasi rpc server (service). Karena ada dua file proto, berarti jelasnya ada dua aplikasi rpc server, `service-user` dan `service-garage`. Folder `services` ini menampung kedua aplikasi service tersebut.

File `garage.proto` dan `user.proto` tidak dijadikan satu dalam respektif folder `service-garage` dan `service-user`, karena kedua file ini juga digunakan pada aplikasi client, itulah kenapa file ini dipisah ke dalam folder `common/model`.

C.31.4. File Konfigurasi pada folder `common/config`

Siapkan file bernama `config.go` dalam `common/config`. Di dalam file config ini didefinisikan dua buah konstanta yaitu port untuk service user dan garage. Nantinya aplikasi server di start menggunakan port ini.

```
package config

const (
    ServiceGaragePort = ":7000"
    ServiceUserPort   = ":9000"
)
```

C.31.5. Proto Model pada folder `common/model`

Setelah kedua file `user.proto` dan `garage.proto` pada chapter sebelumnya disalin, kita perlu menambahkan pendefinisian service pada masing-masing file proto.

Keyword `service` digunakan untuk membuat service. Service ini nantinya juga ikut di konversi ke bentuk Go (menjadi interface), lewat command `protoc`. Di aplikasi rpc server, nantinya harus dibuat implementasi dari interface tersebut.

OK, sekarang tambahkan kode berikut ke file proto.

◉ Service `Users`

Buka file `user.proto`, tambahkan kode berikut di akhir baris.

```
// ...

import "google/protobuf/empty.proto";

service Users {
    rpc Register(User) returns (google.protobuf.Empty) {}
    rpc List(google.protobuf.Empty) returns (UserList) {}
}
```

Sebuah service bernama `Users` didefinisikan, dengan isi dua buah method.

- `Register()`, menerima parameter bertipe model `User`, dan mengembalikan `google.protobuf.Empty`.
- `List()`, menerima parameter bertipe `google.protobuf.Empty`, dan mengembalikan tipe `UserList`.

Silakan dilihat bagaimana cara untuk membuat service pada kode atas.

Pada method `Register()` sebenarnya kita tidak butuh nilai balik. Tapi karena requirements dari protobuf mewajibkan semua rpc method harus memiliki nilai balik, maka kita gunakan model `Empty` milik google protobuf.

Cara penggunaan model `Empty` adalah dengan meng-import file proto-nya terlebih dahulu, `google/protobuf/empty.proto`, lalu menggunakan `google.protobuf.Empty` sebagai model.

Juga, pada method `List()`, sebenarnya argument tidak dibutuhkan, tapi karena protobuf mewajibkan pendefinisian rpc method untuk memiliki satu buah argument dan satu buah return type, maka mau tidak mau harus ada argument.

Setelah di-compile, dua buah interface terbuat dengan skema nama `<interfacename>Server` dan `<interfacename>Client`. Karena nama service adalah `Users`, maka terbuatlah `UsersServer` dan `UsersClient`.

- Interface `UsersServer`.

  ```
  type UsersServer interface {
     Register(context.Context, *User) (*emptypb.Empty, error)
     List(context.Context, *emptypb.Empty) (*UserList, error)
  }
  ```

  Interface ini nantinya harus diimplementasikan di aplikasi rpc server.

- Interface `UsersClient`.

  ```
  type UsersClient interface {
     Register(ctx context.Context, in *User, opts ...grpc.CallOption) (*empt
     List(ctx context.Context, in *emptypb.Empty, opts ...grpc.CallOption) (
  }
  ```

Interface ini nantinya harus diimplementasikan di aplikasi rpc client.

◉ Service `Garages`

Pada file `garage.proto`, definisikan service `Garages` dengan isi dua buah method, `Add()` dan `List()`.

```
import "google/protobuf/empty.proto";

service Garages {
    rpc List(string) returns (GarageList) {}
    rpc Add(string, Garage) returns (google.protobuf.Empty) {}
}
```

Perlu diketahui bahwa protobuf mewajibkan pada rpc method untuk tidak menggunakan tipe primitif sebagai tipe argument maupun tipe nilai balik. Tipe `string` pada `rpc List(string)` akan menghasilkan error saat di-compile. Dan juga protobuf mewajibkan method untuk hanya menerima satu buah parameter, maka jelasnya `rpc Add(string, Garage)` juga invalid.

Lalu bagaimana solusinya? Buat model baru lagi, property nya sesuaikan dengan parameter yang dibutuhkan di masing-masing rpc method.

```
message GarageUserId {
    string user_id = 1;
}

message GarageAndUserId {
    string user_id = 1;
    Garage garage = 2;
}

service Garages {
    rpc List(GarageUserId) returns (GarageList) {}
    rpc Add(GarageAndUserId) returns (google.protobuf.Empty) {}
}
```

Sama seperti service `Users`, service `Garages` juga akan di-compile menjadi interface.

- Interface `GaragesServer`.

  ```
  type GaragesServer interface {
     Add(context.Context, *GarageAndUserId) (*emptypb.Empty, error)
     List(context.Context, *GarageUserId) (*GarageList, error)
  }
  ```

- Interface `GaragesClient`.

```
type GaragesClient interface {
   Add(ctx context.Context, in *GarageAndUserId, opts ...grpc.CallOption)
   List(ctx context.Context, in *GarageUserId, opts ...grpc.CallOption) (*
}
```

C.31.6. Kompilasi File `.proto` Dengan Enable Plugin `grpc`

Sebelum itu kita harus install protobuf compiler plugin untuk grpc terlebih dahulu.

```
go install google.golang.org/grpc/cmd/protoc-gen-go-grpc@latest
```

Gunakan command berikut untuk generate file `.go` dari file `.proto` yang sudah kita buat:

```
protoc --go_out . --go-grpc_out . common/model/*.proto
```

Perhatikan baik-baik command di atas, Pada flag `--go-grpc_out` di situ kita menggunakan plugin grpc yang sebelumnya kita install (berbeda dibanding pada chapter sebelumnya yang hanya menggunakan `--go_out` `.`).

Plugin `grpc` ini dipergunakan untuk men-*generate* **service bindings behaviour** yang ada pada gRPC. Seperti yang kita telah praktekan bahwa di atas kita menuliskan definisi `service`. Dengan menambahkan flag `--go-grpc_out` maka definisi `service` tersebut akan bisa dipahami oleh generator untuk kemudian di-*transform* menjadi definisi interface beserta isi method-nya.

C.31.7. Aplikasi Server `service-user`

Buka file `services/service-user/main.go`, import package yang dibutuhkan.

```
package main

import (
    "context"
    "log"
    "net"

    "chapter-c30/common/config"
    "chapter-c30/common/model"

    "google.golang.org/protobuf/types/known/emptypb"
    "google.golang.org/grpc"
)
```

Lalu buat satu buah objek bernama `localStorage` bertipe `*model.UserList`. Objek ini nantinya menampung data user yang ditambahkan dari aplikasi client (via rpc) lewat method `Register()`. Dan data objek ini juga dikembalikan ke client ketika `List()` diakses.

```
var localStorage *model.UserList

func init() {
    localStorage = new(model.UserList)
    localStorage.List = make([]*model.User, 0)
}
```

Buat struct baru `UsersServer`. Struct ini akan menjadi implementasi dari generated interface `model.UsersServer`. Siapkan method-method-nya sesuai spesifikasi interface.

```
type UsersServer struct {
      // Wajib menyertakan embed struct unimplemented dari hasil generate proto
      model.UnimplementedUsersServer
}

func (UsersServer) Register(_ context.Context, param *model.User) (*emptypb.Emp
    user := param

    localStorage.List = append(localStorage.List, user)

    log.Println("Registering user", user.String())

    return new(emptypb.Empty), nil
}

func (UsersServer) List(context.Context, *emptypb.Empty) (*model.UserList, erro
    return localStorage, nil
}
```

Buat fungsi `main()`, buat objek grpc server dan objek implementasi `UsersServer`, lalu registrasikan kedua objek tersebut ke model menggunakan statement `model.RegisterUsersServer()`.

```
func main() {
    srv := grpc.NewServer()
    var userSrv UsersServer
    model.RegisterUsersServer(srv, userSrv)

    log.Println("Starting RPC server at", config.ServiceUserPort)
  // more code here ...
}
```

Pembuatan objek grpc server dilakukan lewat `grpc.NewServer()`. Package google.golang.org/grpc perlu di `go get` dan di-import.

> Fungsi `RegisterUsersServer()` otomatis digenerate oleh protoc, karena service `Users` didefinisikan. Contoh lainnya misal service `SomeServiceTest` disiapkan, maka fungsi `RegisterSomeServiceTestServer()` dibuat.

Selanjutnya, siapkan objek listener yang listen ke port `config.ServiceUserPort`, lalu gunakan listener tersebut sebagai argument method `.Serve()` milik objek rpc server.

```
// ...

l, err := net.Listen("tcp", config.ServiceUserPort)
if err != nil {
    log.Fatalf("could not listen to %s: %v", config.ServiceUserPort, err)
}

log.Fatal(srv.Serve(l))
```

C.31.8. Aplikasi Server `service-garage`

Buat file `services/service-garage/main.go`, import package yang sama seperti pada `service-user`. Lalu buat objek `localStorage` dari struct `*model.GarageListByUser`.

```
var localStorage *model.GarageListByUser

func init() {
    localStorage = new(model.GarageListByUser)
    localStorage.List = make(map[string]*model.GarageList)
}

type GaragesServer struct {
    model.UnimplementedGaragesServer
}
```

Tugas `localStorage` kurang lebih sama seperti pada `service-user`, hanya saja pada aplikasi ini data garage disimpan per user dalam map.

Selanjutnya buat implementasi interface `model.GaragesServer`, lalu siapkan method-method-nya.

- Method `Add()`

```
func (GaragesServer) Add(_ context.Context, param *model.GarageAndUserId)
    userId := param.UserId
    garage := param.Garage

    if _, ok := localStorage.List[userId]; !ok {
        localStorage.List[userId] = new(model.GarageList)
        localStorage.List[userId].List = make([]*model.Garage, 0)
    }
    localStorage.List[userId].List = append(localStorage.List[userId].List,

    log.Println("Adding garage", garage.String(), "for user", userId)

    return new(empty.Empty), nil
}
```

- Method `List()`

```
func (GaragesServer) List(_ context.Context, param *model.GarageUserId) (*
    userId := param.UserId

    return localStorage.List[userId], nil
}
```

Start rpc server, gunakan `config.ServiceGaragePort` sebagai port aplikasi.

```
func main() {
    srv := grpc.NewServer()
    var garageSrv GaragesServer
    model.RegisterGaragesServer(srv, garageSrv)

    log.Println("Starting RPC server at", config.ServiceGaragePort)

    l, err := net.Listen("tcp", config.ServiceGaragePort)
    if err != nil {
        log.Fatalf("could not listen to %s: %v", config.ServiceGaragePort, err)
    }

    log.Fatal(srv.Serve(l))
}
```

C.31.9. Aplikasi Client & Testing

Buat file `client/main.go`, import package yang sama seperti pada `service-user` maupun `service-garage`. Lalu siapkan dua buah method yang mengembalikan rpc client yang terhubung ke dua service yang sudah kita buat.

- RPC client garage:

```
func serviceGarage() model.GaragesClient {
  port := config.ServiceGaragePort
  conn, err := grpc.Dial(port, grpc.WithTransportCredentials(insecure.NewC
  if err != nil {
      log.Fatal("could not connect to", port, err)
  }

  return model.NewGaragesClient(conn)
}
```

- RPC client user:

```
func serviceUser() model.UsersClient {
  port := config.ServiceUserPort
  conn, err := grpc.Dial(port, grpc.WithTransportCredentials(insecure.NewC
  if err != nil {
      log.Fatal("could not connect to", port, err)
  }

  return model.NewUsersClient(conn)
}
```

Buat fungsi `main()`, isi dengan pembuatan object dari generated-struct yang ada di package `model`.

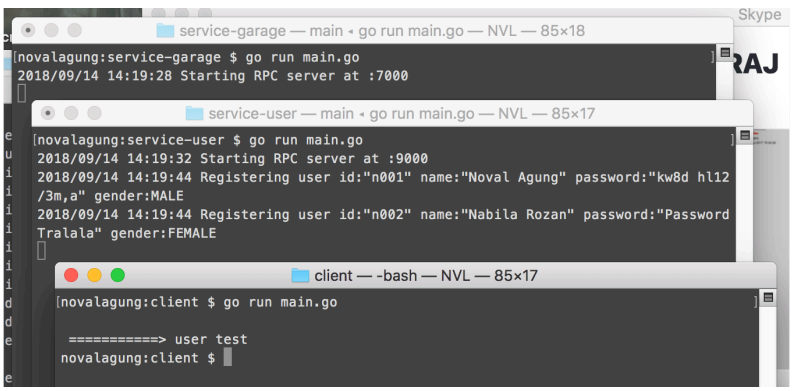
```
func main() {
  user1 := model.User{
        Id:       "n001",
        Name:     "Noval Agung",
        Password: "kw8d hl12/3m,a",
        Gender:   model.UserGender(model.UserGender_value["MALE"]),
    }

    garage1 := model.Garage{
        Id:   "q001",
        Name: "Quel'thalas",
        Coordinate: &model.GarageCoordinate{
            Latitude:  45.123123123,
            Longitude: 54.1231313123,
        },
    }

  // ...
}
```

◉ Test rpc client user

Selanjutnya akses fungsi `serviceUser()` untuk memperoleh objek rpc client user. Dari situ eksekusi method `.Register()` .

```
user := serviceUser()

fmt.Printf("\n %s> user test\n", strings.Repeat("=", 10))

// register user1
user.Register(context.Background(), &user1)

// register user2
user.Register(context.Background(), &user2)
```

Jalankan aplikasi `service-user` , `service-garage` , dan client, lalu lihat hasilnya.

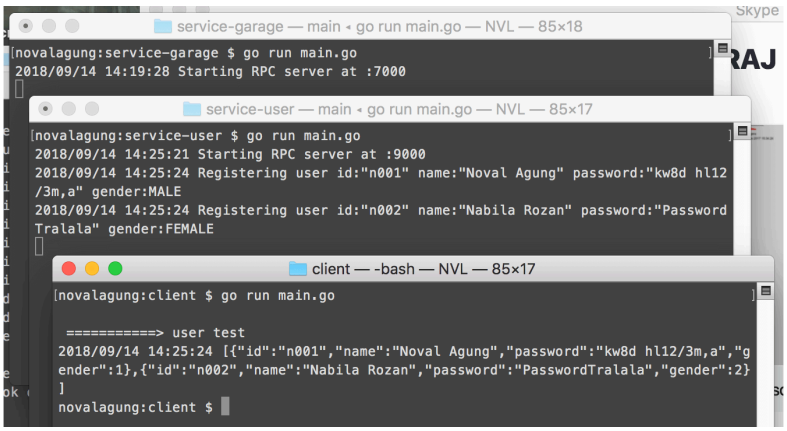


Bisa dilihat, pemanggilan method `Add()` pada aplikasi rpc server `service-user` sukses.

Sekarang coba panggil method `.List()`. Jalankan ulang aplikasi client untuk melihat hasilnya. O iya, aplikasi `service-user` juga di-restart, agar datanya tidak menumpuk.

```
// show all registered users
res1, err := user.List(context.Background(), new(emptypb.Empty))
if err != nil {
    log.Fatal(err.Error())
}
res1String, _ := json.Marshal(res1.List)
log.Println(string(res1String))
```

Bisa dilihat pada gambar berikut, pemanggilan method `.List()` juga sukses. Dua buah data yang sebelumnya didaftarkan muncul.



◉ Test rpc client garage

Tambahkan beberapa statement untuk memanggil method yang ada di `service-garage`.

- Menambahkan garage untuk user `user1`:

```
garage := serviceGarage()

fmt.Printf("\n %s> garage test A\n", strings.Repeat("=", 10))

// add garage1 to user1
garage.Add(context.Background(), &model.GarageAndUserId{
   UserId: user1.Id,
   Garage: &garage1,
})

// add garage2 to user1
garage.Add(context.Background(), &model.GarageAndUserId{
   UserId: user1.Id,
   Garage: &garage2,
})
```

- Menampilkan list semua garage milik `user1` :

```
// show all garages of user1
res2, err := garage.List(context.Background(), &model.GarageUserId{UserId:
if err != nil {
   log.Fatal(err.Error())
}
res2String, _ := json.Marshal(res2.List)
log.Println(string(res2String))
```

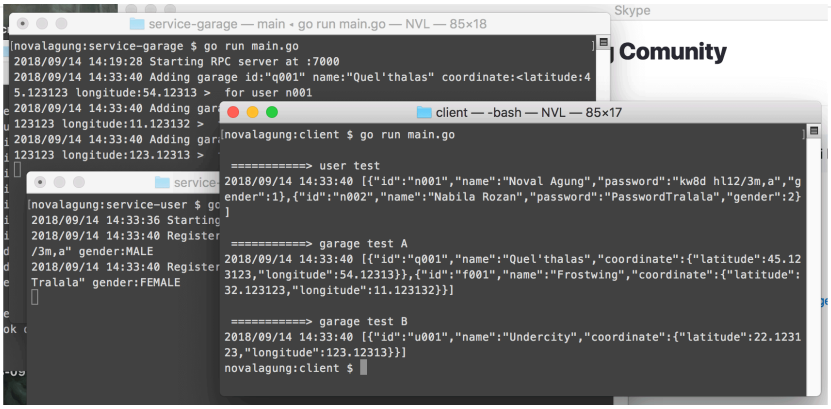
- Menambahkan garage untuk user `user2` :

```
fmt.Printf("\n %s> garage test B\n", strings.Repeat("=", 10))

// add garage3 to user2
garage.Add(context.Background(), &model.GarageAndUserId{
   UserId: user2.Id,
   Garage: &garage3,
})
```

- Menampilkan list semua garage milik `user2` :

```
// show all garages of user2
res3, err := garage.List(context.Background(), &model.GarageUserId{UserId:
if err != nil {
   log.Fatal(err.Error())
}
res3String, _ := json.Marshal(res3.List)
log.Println(string(res3String))
```

Jalankan ulang services dan aplikasi client, lihat hasilnya.



OK, jika anda membaca sampai baris ini, berarti anda telah berhasil sabar dalam mempelajari gRPC dalam pembahasan yang sangat panjang ini 🎉

- Protobuf, by Google, BSD-3-Clause License
- gRPC, by Google, Apache-2.0 License

Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-C.31...

C.32. JSON Web Token (JWT)

Pada chapter ini kita akan belajar tentang JSON Web Token (JWT) dan cara penerapannya di bahasa Go.

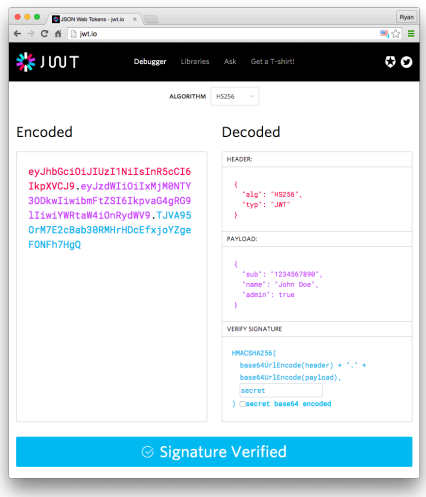
C.32.1. Definisi

JWT merupakan salah satu standar JSON (RFC 7519) untuk keperluan akses token. Token umumnya dibentuk dari kombinasi beberapa informasi yang di-encode dan ditandatangani secara kriptografis. Informasi yang dimaksud adalah header, payload, dan signature.

Contoh JWT:

```
eyJhbGciOiJIUzI1NiIsInR5cCI6IkpXVCJ9.eyJzdWIiOiIxMjM0NTY3ODkwIiwibmFtZSI6IkpvaG
```

Skema JWT:



- **Header**, isinya adalah jenis algoritma yang digunakan untuk generate signature.
- **Payload**, isinya adalah data penting untuk keperluan otentikasi, seperti *grant*, *group*, kapan login terjadi, dan atau lainnya. Data ini dalam konteks JWT biasa disebut dengan **CLAIMS**.
- **Signature**, isinya adalah hasil tanda tangan kriptografis terhadap gabungan dari (encoded) header, (encoded) payload, dan secret key/private key.

Umumnya pada aplikasi yang menerapkan teknik otorisasi menggunakan token, token di-generate di back end secara acak (menggunakan algoritma tertentu) lalu disimpan di database bersamaan dengan data user. Token tersebut bisa jadi tidak ada isinya, hanya random string, atau mungkin saja ada isinya.

Nantinya di setiap http call, token yang disertakan pada request header dicocokan dengan token yang ada di database, dilanjutkan dengan pengecekan grant/group/sejenisnya, untuk menentukan apakah request tersebut adalah

verified request yang memang berhak mengakses endpoint.

Pada aplikasi yang menerapkan JWT, yang terjadi sedikit berbeda. Token adalah hasil dari proses kombinasi, encoding, dan signing terhadap beberapa informasi. Nantinya pada sebuah http call, pengecekan token tidak dilakukan dengan membandingkan token yang ada di request vs token yang tersimpan di database, karena memang token pada JWT tidak disimpan di database. Pengecekan token dilakukan dengan cara memvalidasi signature token dan membaca claims yang ditautkan dalam request.

> Ada kalanya token JWT perlu juga untuk disimpan di back-end, misalnya untuk keperluan auto-invalidate session pada multiple login, atau kasus lainnya.

Mungkin sekilas terlihat mengerikan, terlihat sangat gampang sekali untuk di-retas, buktinya adalah data otorisasi bisa dengan mudah diambil dari token JWT. Dan penulis sampaikan, bahwa ini adalah presepsi yang salah.

Informasi yang ada dalam token JWT standar tidak dienkripsi, melainkan hanya di-encode. Karena itu payload JWT bisa dibaca oleh siapa pun yang memiliki token. Yang membuat token valid adalah signature-nya, dan proses signing ini membutuhkan private key atau secret key yang hanya pengembang/server tau. Jadi pastikan simpan baik-baik key tersebut.

Selama peretas tidak tau secret key yang digunakan, token yang dibuat atau dimodifikasi sendiri tidak akan memiliki signature yang valid.

C.32.2. Persiapan Praktek

Kita akan buat sebuah aplikasi RESTful web service sederhana, isinya dua buah endpoint `/index` dan `/login`. Berikut merupakan spesifikasi aplikasinya:

- Pengaksesan `/index` memerlukan token JWT.
- Token didapat dari proses otentikasi ke endpoint `/login` dengan menyisipkan username dan password.
- Pada aplikasi yang sudah kita buat, sudah ada data list user yang tersimpan di database (sebenarnya bukan di-database, tapi di file json).

Ok, sekarang siapkan folder project baru.

```
mkdir chapter-c32
cd chapter-c32
go mod init chapter-c32

# then prepare underneath structures

tree .
.
├── go.mod
├── main.go
├── middleware.go
└── users.json
```

◉ File `middleware.go`

Lanjut isi file `middleware.go` dengan kode middleware yang sudah biasa kita gunakan.

```
package main

import "net/http"

type CustomMux struct {
    http.ServeMux
    middlewares []func(next http.Handler) http.Handler
}

func (c *CustomMux) RegisterMiddleware(next func(next http.Handler) http.Handle
    c.middlewares = append(c.middlewares, next)
}

func (c *CustomMux) ServeHTTP(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    var current http.Handler = &c.ServeMux

    for _, next := range c.middlewares {
        current = next(current)
    }

    current.ServeHTTP(w, r)
}
```

◉ File `users.json`

Juga isi file `users.json` yang merupakan database aplikasi. Silakan tambahkan data JSON berikut.

```
[{
    "username": "noval",
    "password": "kaliparejaya123",
    "email": "terpalmurah@gmail.com",
    "group": "admin"
}, {
    "username": "farhan",
    "password": "masokpakeko",
    "email": "cikrakbaja@gmail.com",
    "group": "publisher"
}]
```

◉ File `main.go`

Sekarang kita fokus ke file `main.go`. Import packages yang diperlukan. Salah satu dari packages tersebut adalah golang-jwt/jwt, yang digunakan untuk keperluan JWT.

```
go get -u github.com/golang-jwt/jwt/v4@v4.2.0
go get -u github.com/novalagung/gubrak/v2
```

```
package main

import (
    "context"
    "encoding/json"
    "fmt"
    "net/http"
    "os"
    "path/filepath"
    "strings"
    "time"

    jwt "github.com/golang-jwt/jwt/v4"
    gubrak "github.com/novalagung/gubrak/v2"
)
```

Masih di file yang sama, siapkan 4 buah konstanta yaitu: nama aplikasi, durasi login, metode signing token, dan secret key.

```
type M map[string]interface{}

var APPLICATION_NAME = "My Simple JWT App"
var LOGIN_EXPIRATION_DURATION = time.Duration(1) * time.Hour
var JWT_SIGNING_METHOD = jwt.SigningMethodHS256
var JWT_SIGNATURE_KEY = []byte("the secret of kalimdor")
```

> Secret key di atas hanya untuk contoh. Pada aplikasi production, gunakan key yang kuat dan simpan di environment variable atau secret manager.

Kemudian buat fungsi `main()`, siapkan didalmnya sebuah `mux` baru, dan daftarkan middleware `MiddlewareJWTAuthorization` dan dua buah rute `/index` dan `/login`.

```
func main() {
    mux := new(CustomMux)
    mux.RegisterMiddleware(MiddlewareJWTAuthorization)

    mux.HandleFunc("/login", HandlerLogin)
    mux.HandleFunc("/index", HandlerIndex)

    server := new(http.Server)
    server.Handler = mux
    server.Addr = ":8080"

    fmt.Println("Starting server at", server.Addr)
    server.ListenAndServe()
}
```

Middleware `MiddlewareJWTAuthorization` nantinya akan kita buat, tugasnya memvalidasi setiap request yang masuk, dengan cara mengecek token JWT yang disertakan. Middleware ini hanya berguna pada request ke selain endpoint `/login`, karena pada endpoint tersebut proses otentikasi terjadi.

C.32.3. Otentikasi & Generate Token

Siapkan handler `HandlerLogin`. Tulis kode berikut.

```
func HandlerLogin(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    if r.Method != "POST" {
        http.Error(w, "Unsupported http method", http.StatusBadRequest)
        return
    }

    username, password, ok := r.BasicAuth()
    if !ok {
        http.Error(w, "Invalid username or password", http.StatusBadRequest)
        return
    }

    // ...
}
```

Handler ini bertugas untuk meng-otentikasi client/consumer. Data username dan password dikirimkan ke endpoint dalam bentuk B.18. HTTP Basic Auth. Data tersebut kemudian disisipkan dalam pemanggilan fungsi otentikasi `authenticateUser()`, yang nantinya juga akan kita buat.

```
ok, userInfo := authenticateUser(username, password)
if !ok {
    http.Error(w, "Invalid username or password", http.StatusBadRequest)
    return
}
```

Fungsi `authenticateUser()` memiliki dua nilai balik yang ditampung oleh variabel berikut:

- Variabel `ok`, penanda sukses tidaknya otentikasi.
- Variabel `userInfo`, isinya informasi user yang sedang login, datanya didapat dari `users.json` (tetapi tanpa password).

Selanjutnya kita akan buat objek claims. Objek ini harus memenuhi persyaratan interface `jwt.Claims`. Objek claims bisa dibuat dari tipe `map` dengan memakai `jwt.MapClaims`; atau dengan meng-embed `jwt.RegisteredClaims` pada struct baru, dan cara inilah yang akan kita pakai.

Seperti yang sudah kita bahas di awal, bahwa claims isinya adalah data-data untuk keperluan otentikasi. Dalam prakteknya, claims merupakan sebuah objek yang memilik banyak property atau fields. Nah, objek claims **harus** memiliki fields yang termasuk di dalam list JWT Standard Fields. Dengan meng-embed `jwt.RegisteredClaims`, maka fields standar tersebut sudah terwakili.

Pada aplikasi yang sedang kita kembangkan, claims selain menampung standard fields, juga menampung beberapa informasi lain, oleh karena itu kita perlu buat `struct` baru yang meng-embed `jwt.RegisteredClaims`.

```
type MyClaims struct {
    jwt.RegisteredClaims
    Username string `json:"Username"`
    Email    string `json:"Email"`
    Group    string `json:"Group"`
}
```

Ok, struct `MyClaims` sudah siap, sekarang buat objek baru dari struct tersebut.

```
claims := MyClaims{
    RegisteredClaims: jwt.RegisteredClaims{
        Issuer:    APPLICATION_NAME,
        ExpiresAt: jwt.NewNumericDate(time.Now().Add(LOGIN_EXPIRATION_DURATION)
    },
    Username: userInfo["username"].(string),
    Email:    userInfo["email"].(string),
    Group:    userInfo["group"].(string),
}
```

Ada beberapa standard claims, pada contoh di atas hanya dua yang di-isi nilainya, `Issuer` dan `ExpiresAt`, selebihnya kita kosongi. Lalu 3 fields tambahan yang kita buat (username, email, dan group) di-isi menggunakan data yang didapat dari `userInfo`.

- `Issuer` (code `iss`), adalah penerbit JWT, dalam konteks ini adalah `APPLICATION_NAME`.
- `ExpiresAt` (code `exp`), adalah kapan token JWT dianggap expired.

Ok, objek claims sudah siap, sekarang buat token baru. Pembuatannya dilakukan menggunakan fungsi `jwt.NewWithClaims()` yang menghasilkan nilai balik bertipe `jwt.Token`. Parameter pertama adalah metode signing yang digunakan, yaitu `JWT_SIGNING_METHOD`, dan parameter kedua adalah `claims`.

```
token := jwt.NewWithClaims(
    JWT_SIGNING_METHOD,
    claims,
)
```

Kemudian tanda-tangani token tersebut menggunakan secret key yang sudah didefinisikan di `JWT_SIGNATURE_KEY`, caranya dengan memanggil method `SignedString()` milik objek `jwt.Token`. Pemanggilan method ini mengembalikan data token string yang kemudian dijadikan nilai balik handler. Token string inilah yang dibutuhkan client/consumer untuk bisa mengakses endpoints yang ada.

```
signedToken, err := token.SignedString(JWT_SIGNATURE_KEY)
if err != nil {
    http.Error(w, err.Error(), http.StatusBadRequest)
    return
}

tokenString, _ := json.Marshal(M{ "token": signedToken })
w.Write([]byte(tokenString))
```

Bagian otentikasi dan generate token sebenarnya cukup sampai di sini. Tapi sebenarnya ada yang kurang, yaitu fungsi `authenticateUser()`. Silakan buat fungsi tersebut.

```
func authenticateUser(username, password string) (bool, M) {
    basePath, _ := os.Getwd()
    dbPath := filepath.Join(basePath, "users.json")
    buf, _ := os.ReadFile(dbPath)

    data := make([]M, 0)
    err := json.Unmarshal(buf, &data)
    if err != nil {
        return false, nil
    }

    res := gubrak.From(data).Find(func(each M) bool {
        return each["username"] == username && each["password"] == password
    }).Result()

    if res != nil {
        resM := res.(M)
        delete(resM, "password")
        return true, resM
    }

    return false, nil
}
```

Isi fungsi `authenticateUser()` cukup jelas, sesuai namanya, yaitu melakukan pencocokan username dan password dengan data yang ada di dalam file `users.json`.

C.32.4. JWT Authorization Middleware

Sekarang kita perlu menyiapkan `MiddlewareJWTAuthorization`, yang tugasnya adalah mengecek setiap request yang masuk ke endpoint selain `/login`, apakah ada akses token yang dibawa atau tidak. Dan jika ada, akan diverifikasi valid

tidaknya token tersebut.

```
func MiddlewareJWTAuthorization(next http.Handler) http.Handler {
    return http.HandlerFunc(func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {

        if r.URL.Path == "/login" {
            next.ServeHTTP(w, r)
            return
        }

        authorizationHeader := r.Header.Get("Authorization")
        if !strings.Contains(authorizationHeader, "Bearer") {
            http.Error(w, "Invalid token", http.StatusBadRequest)
            return
        }

        tokenString := strings.Replace(authorizationHeader, "Bearer ", "", -1)

        // ...
    })
}
```

Kita gunakan skema header `Authorization: Bearer <token>`, sesuai spesifikasi RFC 6750 untuk keperluan penempatan dan pengambilan token.

Token di-extract dari header, kemudian diparsing dan di-validasi menggunakan fungsi `jwt.Parse()`.

```
token, err := jwt.Parse(tokenString, func(token *jwt.Token) (interface{}, error
    if method, ok := token.Method.(*jwt.SigningMethodHMAC); !ok {
        return nil, fmt.Errorf("Signing method invalid")
    } else if method != JWT_SIGNING_METHOD {
        return nil, fmt.Errorf("Signing method invalid")
    }

    return JWT_SIGNATURE_KEY, nil
})
if err != nil {
    http.Error(w, err.Error(), http.StatusBadRequest)
    return
}
```

Parameter ke-2 fungsi `jwt.Parse()` berisikan callback untuk pengecekan valid tidak-nya signing method, jika valid maka secret key dikembalikan. Fungsi `jwt.Parse()` ini sendiri mengembalikan objek token.

Dari objek token, informasi claims diambil, lalu dilakukan pengecekan validtidaknya claims tersebut.

```
claims, ok := token.Claims.(jwt.MapClaims)
if !ok || !token.Valid {
    http.Error(w, err.Error(), http.StatusBadRequest)
    return
}
```

O iya, mungkin ada pertanyaan kenapa objek claims yang dihasilkan `jwt.Parse()` tipenya bukan `MyClaims`. Hal ini karena setelah objek claims dimasukan dalam proses pembentukan token, lewat fungsi `jwt.NewWithClaims()`, objek akan di-encode ke tipe `jwt.MapClaims`.

Data claims yang didapat disisipkan ke dalam context, agar nantinya di endpoint, informasi `userInfo` bisa diambil dengan mudah dari context request.

```
ctx := context.WithValue(r.Context(), "userInfo", claims)
r = r.WithContext(ctx)

next.ServeHTTP(w, r)
```

◉ Handler Index

Terakhir, kita perlu menyiapkan handler untuk rute `/index`.

```
func HandlerIndex(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    userInfo := r.Context().Value("userInfo").(jwt.MapClaims)
    message := fmt.Sprintf("hello %s (%s)", userInfo["Username"], userInfo["Gro
    w.Write([]byte(message))
}
```

Informasi `userInfo` diambil dari context, lalu ditampilkan sebagai response endpoint.

C.32.5. Testing

Jalankan aplikasi, lalu test menggunakan curl.

◉ Otentikasi

```
curl -X POST --user noval:kaliparejaya123 http://localhost:8080/login
```

Output program:

```
chapter-C.32-golang-jwt — -bash — NVL — 79×27
[novalagung:chapter-C.32-golang-jwt $ curl -X POST --user noval:kaliparejaya123 ]
http://localhost:8080/login
{"token":"eyJhbGciOiJIUzI1NiIsInR5cCI6IkpXVCJ9.eyJleHAiOjE1Mzg2NTI0NzksImlzcyI6
Ik15IFNpbXBsZSBKV1QgQXBwIiwiVXNlcm5hbWUiOiJub3ZhbCIsIkVtYWlsIjoidGVycGFsbXVyYWh
AZ21haWwuY29tIiwiR3JvdXAiOiJhZG1pbiJ9.JREJgUAYs2R5zuquqyX8tk23QlajVVe19susm6JsZ
q8"}
```

◉ Mengakses Endpoint

Test endpoint `/index`. Sisipkan token yang dikembalikan pada saat otentikasi, sebagai value header otorisasi dengan skema `Authorization: Bearer <token>`.

```
curl -X GET \
    --header "Authorization: Bearer eyJhbGciOiJIUzI1NiIsInR5cCI6IkpXVCJ9.eyJleH
    http://localhost:8080/index
```

Output program:

```
chapter-C.32-golang-jwt — -bash — NVL — 79×27
[novalagung:chapter-C.32-golang-jwt $ curl -X GET  --header "Authorization: Bear]
er eyJhbGciOiJIUzI1NiIsInR5cCI6IkpXVCJ9.eyJleHAiOjE1Mzg2NTI0NzksImlzcyI6Ik15IFN
pbXBsZSBKV1QgQXBwIiwiVXNlcm5hbWUiOiJub3ZhbCIsIkVtYWlsIjoidGVycGFsbXVyYWhAZ21haW
wuY29tIiwiR3JvdXAiOiJhZG1pbiJ9.JREJgUAYs2R5zuquqyX8tk23QlajVVe19susm6JsZq8"  ht
tp://localhost:8080/index
hello noval (admin)
```

Semua berjalan sesuai harapan. Agar lebih meyakinkan, coba lakukan beberapa test dengan skenario yg salah, seperti:

```
chapter-C.32-golang-jwt — -bash — NVL — 79×27
[novalagung:chapter-C.32-golang-jwt $ curl -X GET  --header "Authorization: Bear]
er eyJhbGciOiJIUzI1NiIsInR5cCI6IkpXVCJ9.eyJleHAiOjE1Mzg2NTI0NzksImlzcyI6Ik15IFN
pbXBsZSBKV1QgQXBwIiwiVXNlcm5hbWUiOiJub3ZhbCIsIkVtYWlsIjoidGVycGFsbXVyYWhAZ21haW
wuY29tIiwiR3JvdXAiOiJhZG1pbiJ9.JREJgUAYs2R5zuquqyX8tk23QlajVVe19susm6JsZq8s"  h
ttp://localhost:8080/index
signature is invalid

[novalagung:chapter-C.32-golang-jwt $ curl -X GET  --header "Authorization: Bear]
er eyJhbGciOiJIUzI1NiIsInR5cCI6IkpXVCJ9.eyJleHAiOjE1Mzg2NTI0NzksImlzcyI6Ik15IFN
pbXBsZSBKV1QgQXBwIiwiVXNlcm5hbWUiOiJub3ZhbCIsIkVtYWlsIjoidGVycGFsbXVyYWhAZ21haW
wuY29tIiwiR3JvdXAiOiJhZG1pbiJ9s.JREJgUAYs2R5zuquqyX8tk23QlajVVe19susm6JsZq8s"
http://localhost:8080/index
illegal base64 data at input byte 149

[novalagung:chapter-C.32-golang-jwt $ curl -X GET http://localhost:8080/index   ]
Invalid token
```

- JWT Go, by Dave Grijalva, MIT License
- Gubrak v2, by Noval Agung, MIT License

Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-C.32...

C.33. LDAP Authentication

Pada chapter ini kita belajar mengenai otentikasi user ke *Directory Service* lewat protokol LDAP. Pembelajaran akan kita awali dengan membahas sedikit mengenai definisi dari LDAP dan beberapa istilah relevan lainnya.

C.33.1. Definisi

◉ LDAP

LDAP (Lightweight Directory Access Protocol) adalah protokol yang digunakan untuk mengakses **Directory Services** dalam sebuah komunikasi client-server.

◉ Directory Services

Directory Services adalah sebuah sistem yang menyimpan, mengelola, dan menyediakan akses informasi untuk menghubungkan sumber daya network (atau network resources). Network resources yang dimaksud contohnya:

- Email
- Perangkat periferal
- Komputer
- Folder/Files
- Printers
- Nomor telephone
- ...

Cakupan network resources mulai dari hardware seperti komputer (atau lebih tinggi lagi) hingga aspek yang relatif kecil seperti file.

Dengan terhubungnya resources tersebut, akan mudah bagi kita untuk mengelola banyak hal yang berhubungan dengan network. Contoh misalnya membuat aplikasi yang bisa login menggunakan credentials email kantor, atau banyak lainnya.

Selain itu, juga LDAP sering dimanfaatkan dalam implementasi SSO (Single sign-on).

◉ Bind Operation

Operasi bind digunakan untuk otentikasi client ke directory server, dan juga untuk mengubah state otorisasi client tersebut. Operasi bind dilakukan dengan mengirim informasi bind dn dan password.

◉ Directory Server untuk Testing

Karena komunikasi adalah client-server maka kita perlu menggunakan salah satu directory server untuk keperluan testing. Beruntung-nya Forum Systems berbaik hati menyediakan directory server yg bisa diakses secara gratis oleh public, dan

pada chapter ini akan kita menggunakannya.

Berikut adalah informasi credentials directory server tersebut:

```
Server: ldap.forumsys.com
Port: 389
Bind DN: cn=read-only-admin,dc=example,dc=com
Bind Password: password
```

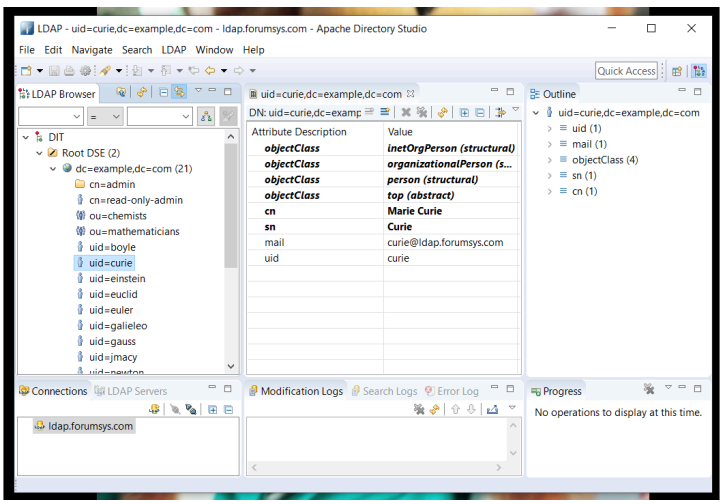
Terdapat beberapa user data di sana, seluruhnya memiliki password yang sama, yaitu: `password` .

Lebih detailnya silakan cek di http://www.forumsys.com/tutorials/integration-how-to/ldap/online-ldap-test-server/

C.33.2. LDAP Browser & Directory Client

Silakan gunakan LDAP browser yang disukai, atau bisa gunakan Apache Directory Studio.

Buat koneksi baru menggunakan credentials di atas. Lakukan hingga berhasil memunculkan list user data seperti gambar berikut.



Bisa dilihat bahwa terdapat beberapa user data. Nantinya testing akan dilkakukan dengan login menggunakan salah satu user tersebut.

OK, sekarang mari kita masuk ke bagian tulis-menulis kode.

C.33.3. Login Web App

Pertama kita buat terlebih dahulu aplikasi web sederhana, dengan dua buah rute dipersiapkan.

- Landing page, memunculkan form login
- Action login endpoint, untuk handle proses login

Siapkan dulu project-nya:

```
mkdir chapter-c33
cd chapter-c33
go mod init chapter-c33
```

Buat file `main.go`, lalu siapkan html string untuk login form.

```
package main

import "net/http"
import "fmt"
import "html/template"

// the port where web server will run
const webServerPort = 9000

// the login form html
const view = `<html>
    <head>
        <title>Template</title>
    </head>
    <body>
        <form method="post" action="/login">
            <div>
                <label>username</label>
                <input type="text" name="username" required/>
            </div>
            <div>
                <label>password</label>
                <input type="password" name="password" required/>
            </div>
            <button type="submit">Login</button>
        </form>
    </body>
</html>`
```

Lalu buat fungsi `main()`, siapkan route handler landing page, parse html string di atas.

```
http.HandleFunc("/", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    var tmpl = template.Must(template.New("main-template").Parse(view))
    if err := tmpl.Execute(w, nil); err != nil {
        http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
    }
})
```

Kemudian siapkan route handler untuk action login.

```
http.HandleFunc("/login", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    r.ParseForm()

    username := r.PostFormValue("username")
    password := r.PostFormValue("password")

    // authenticate via ldap
    ok, data, err := AuthUsingLDAP(username, password)
    if !ok {
        http.Error(w, "invalid username/password", http.StatusUnauthorized)
        return
    }
    if err != nil {
        http.Error(w, err.Error(), http.StatusUnauthorized)
        return
    }

    // greet user on success
    message := fmt.Sprintf("welcome %s", data.FullName)
    w.Write([]byte(message))
})
```

Pada kode di atas proses otentikasi di handle secara implisit oleh fungsi `AuthUsingLDAP()` , yang akan kita buat pastinya. Ketika user sukses melakukan login maka pesan `selamat datang` akan ditampilkan disertai dengan nama lengkap user (data nama didapat nantinya dari user data di directory service).

OK, dua handler sudah siap, tambahkan kode untuk start webserver.

```
portString := fmt.Sprintf(":%d", webServerPort)
fmt.Println("server started at", portString)
http.ListenAndServe(portString, nil)
```

C.33.4. Handling the LDAP Authentication

Masuk ke bagian kode LDAP, buat file baru di folder yang sama, `ldap.go` . Import library ldap dan siapkan beberapa konstanta.

```
package main

import (
    "fmt"
    "github.com/go-ldap/ldap"
)

const (
    ldapServer   = "ldap.forumsys.com"
    ldapPort     = 389
    ldapBindDN   = "cn=read-only-admin,dc=example,dc=com"
    ldapPassword = "password"
    ldapSearchDN = "dc=example,dc=com"
)
```

3rd party lib github.com/go-ldap/ldap v3 kita gunakan untuk melakukan operasi client-server dengan directory server. Silakan `go get` terlebih dahulu jika belum.

```
go get -u github.com/go-ldap/ldap/v3
```

Beberapa konstanta di atas isinya sesuai dengan credentials directory server test yang di atas sudah kita bahas. Diluar itu ada satu tambahan konstanta, yaitu `ldapSearchDN`, nantinya kita perlukan dalam melakukan operasi search.

Selanjutnya, siapkan struct untuk menampung user data yang dikembalikan oleh directory server.

```
type UserLDAPData struct {
    ID       string
    Email    string
    Name     string
    FullName string
}
```

Buat fungsi `AuthUsingLDAP()`, lalu inisialisasi koneksi ldap. Fungsi ini menerima dua parameter, username dan password, yang keduanya diinputkan oleh user nantinya lewat browser.

```
func AuthUsingLDAP(username, password string) (bool, *UserLDAPData, error) {
    l, err := ldap.Dial("tcp", fmt.Sprintf("%s:%d", ldapServer, ldapPort))
    if err != nil {
        return false, nil, err
    }
    defer l.Close()

    // ...
}
```

Fungsi `ldap.Dial()` digunakan untuk melakukan handshake dengan directory server.

Setelah itu lakukan bind operation menggunakan Bind DN dan password sesuai konstanta yang sudah dipersiapkan. Gunakan method `.Bind()` milik objek hasil dial ldap untuk bind.

```
err = l.Bind(ldapBindDN, ldapPassword)
if err != nil {
    return false, nil, err
}
```

Setelah bind sukses, lakukan operasi search. Siapkan terlebih dahulu objek search request. Klausa search yang digunakan adalah `uid` atau username dengan base dn adalah `ldapSearchDN`.

```
searchRequest := ldap.NewSearchRequest(
    ldapSearchDN,
    ldap.ScopeWholeSubtree,
    ldap.NeverDerefAliases,
    0,
    0,
    false,
    fmt.Sprintf("(&(objectClass=organizationalPerson)(uid=%s))", username),
    []string{"dn", "cn", "sn", "mail"},
    nil,
)
```

Klausa dituliskan dalam bentuk **LDAP Filter Syntax**. Bisa dilihat di atas merupakan contoh filter uid/username. Lebih jelasnya mengenai sintaks ini silakan merujuk ke http://www.ldapexplorer.com/en/manual/109010000-ldap-filter-syntax.htm

Parameter setelah filter adalah informasi atributtes yang ingin kita dapat dari hasil search request.

Berikutnya, trigger object search request tersebut lewat method `.Search()` dari objek ldap. Cek data yang dikembalikan (accessible via `.Entries` property), jika tidak ada data maka kita asumsikan search gagal.

```
sr, err := l.Search(searchRequest)
if err != nil {
    return false, nil, err
}

if len(sr.Entries) == 0 {
    return false, nil, fmt.Errorf("User not found")
}
entry := sr.Entries[0]
```

Jika semuanya berjalan lancar, maka kita akan dapat setidaknya 1 user data. Lakukan bind operation menggunakan DN milik user tersebut dengan password adalah yang diinputkan user. Ini diperlukan untuk mem-validasi apakah password yang di-inputkan user sudah benar atau tidak.

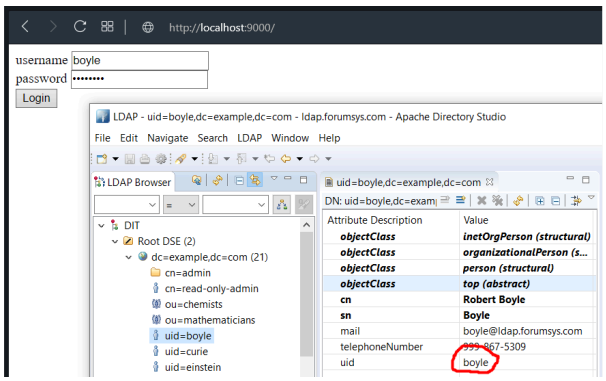
```
err = l.Bind(entry.DN, password)
if err != nil {
    return false, nil, err
}
```

Jika semua masih berjalan lancar, berarti proses otentikasi bisa dipastikan berhasil. Tapi ada satu hal lagi yang perlu dilakukan, yaitu serialisasi data attributes kembalian dari server untuk fit ke object `UserLDAPData` yang sudah disiapkan.

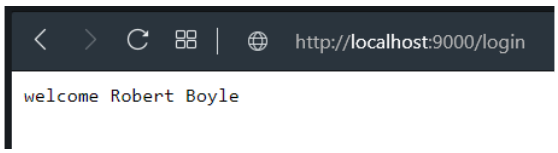
```
data := new(UserLDAPData)
data.ID = username

for _, attr := range entry.Attributes {
    switch attr.Name {
    case "sn":
        data.Name = attr.Values[0]
    case "mail":
        data.Email = attr.Values[0]
    case "cn":
        data.FullName = attr.Values[0]
    }
}

return true, data, nil
```

C.33.5. Testing

Ok, mari kita test. Jalankan program, lalu akses http://localhost:9000/; Lakukan login menggunakan salah satu user yang ada (silakan cek di LDAP browser anda). Di sini saya pilih menggunakan user `boyle`, password-nya `password` (semua user ber-kata-sandi sama).



Login berhasil, dibuktikan dengan munculnya fullname **Robert Boyle**. Coba juga gunakan password yang salah agar lebih meyakinkan.



C.33.6. LDAP TLS

Untuk koneksi LDAP yang TLS-enabled, maka cukup panggil method `.StartTLS()` milik objek ldap dial, dan isi parameternya dengan tls config. Pemanggilan fungsi ini harus tepat setelah proses dial ke directory server.

```
l, err := ldap.Dial("tcp", fmt.Sprintf("%s:%d", ldapServer, ldapPort))
if err != nil {
    return false, nil, err
}
defer l.Close()

// reconnect with TLS
err = l.StartTLS(tlsConfig)
if err != nil {
    return false, nil, err
}
```

- go-ldap/ldap, by go-ldap team, MIT License

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-C.33...

C.34. SSO SAML 2.0 (Service Provider)

Kali ini topik yang dipilih adalah SAML SSO versi 2.0. Kita akan pelajari cara penerapan SSO di sisi penyedia servis (Service Provider), dengan memanfaatkan salah satu penyedia Identity Provider (IDP) gratisan yaitu samltest.id.

> Pada chapter ini kita fokus pada bagian Service Provider.

C.34.1. Definisi

Sebelum kita masuk ke bagian tulis menulis kode, alangkah baiknya sedikit membahas tentang definisi dari SSO dan SAML itu sendiri.

◉ SSO

SSO atau Single Sign-On merupakan servis untuk otentikasi dan manajemen session. Dengan SSO, maka akses ke banyak aplikasi cukup bisa sekali otentikasi saja. Contoh SSO:

- Seorang pengguna ingin mengupload video di Youtube. Karena belum login, maka akan di redirect ke halaman SSO login milik Google.
- Setelah ia selesai dengan keperluannya, user ingin menge-cek email, maka dibukalah Gmail. Nah di bagian ini user tidak perlu untuk login lagi, karena Youtube dan Gmail menggunakan SSO untuk otentikasinya.
- Tak hanya Youtube dan Gmail, hampir semua produk Google terintegrasi dengan satu SSO.

> Umumnya, otentikasi pada SSO dilakukan dengan database user di (directory) server via protokol LDAP.

Ada beberapa jenis penerapan SSO yang bisa dipilih, salah satunya adalah **Security Assertion Markup Language** atau **SAML** yang akan kita bahas pada chapter ini.

◉ SAML

SAML merupakan protokol open standard untuk otentikasi dan otorisasi antara penyedia layanan (**Service Provider**) dan penyedia identitas (**Identity Provider**). SAML berbasis *assertion* berupa XML.

> Service Provider biasa disingkat dengan **SP**, sedangkan Identity Provider disingkat **IDP**.

SAML adalah standar yang paling banyak digunakan dalam platform berbentuk layanan enterprise (Sass/PaaS), seperti Github, Atlassian JIRA, Sales Force menerapkan SAML pada platform mereka, lebih detailnya silakan cek https://en.wikipedia.org/wiki/SAML-based_products_and_services.

Dalam SAML, ada 3 buah role penting:

1. Manusia atau pengguna aplikasi (di sini kita sebut sebagai *principal*)
2. Penyedia Layanan atau SP, contohnya seperti: Gmail, Youtube, GCP
3. Penyedia Identitas atau IDP, contoh: Google sendiri

> Penulis kurang tau apakah otentikasi pada Google menggunakan SAML atau tidak, tapi yang jelas mereka menerapkan SAML dan juga OpenID di beberapa service mereka. Di atas dicontohkan menggunakan produk Google, hanya sebagai analogi untuk mempermudah memahami SAML.

C.34.2. Cara Kerja SAML

Agar lebih mudah dipahami, kita gunakan contoh. Ada dua buah website/aplikasi yang terintegrasi dengan satu buah SSO, yaitu: http://ngemail.com dan http://ndeloktipi.com. Kedua aplikasi tersebut merupakan SP atau Service Provider.

Aplikasi **ngemail** dan **ndeloktipi** menggunakan satu penyedia identitas yaitu http://loginomrene.com. Jadi **loginomrene** ini merupakan IDP atau Identity Provider.

1. User request *target resource* ke SP

Suatu ketika ada sebuah user yang ingin mengakses **ngemail** untuk mengirim sebuah email ke temannya. User tersebut sudah terdaftar sebelumnya. User langsung mengakses url berikut di browser.

```
http://ngemail.com/ngirimemailsaiki
```

Yang terjadi ketika user browser website tersebut, si SP (dalam konteks ini **ngemail**) melakukan pengecekan ijin akses (disebut security context), apakah user ini sudah login atau belum. Karena belum login maka user diarahkan ke halaman otentikasi SSO.

> Target resource di sini yang dimaksud adalah http://ngemail.com/ngirimemailsaiki

2. SP merespon dengan URL untuk SSO login di IDP

Karena user belum memiliki ijin akses, maka SP membalas request dari browser tersebut dengan balasan berupa url halaman login SSO di IDP.

```
http://loginomrene.com/SAML2/SSO/Redirect?SAMLRequest=request
```

> Isi dari query string `SAMLRequest` adalah sebuah XML `<samlp:AuthnRequest>...</samlp:AuthnRequest>` yang di-encode dalam base64 encoding.

3. Browser request laman SSO login ke IDP

Setelah aplikasi menerima balasan atas request pada point 1, dilakukan redirect ke URL halaman SSO login pada point 2.

IDP kemudian menerima request tersebut, lalu memproses `AuthnRequest` yang dikirim via query string untuk kemudian dilakukan security check.

4. IDP merespon browser dengan menampilkan halaman login

Jika hasil pengecekan yang dilakukan oleh IDP adalah: user belum memiliki akses login, maka IDP merespon browser dengan menampilkan halaman login HTML.

```
<form method="post" action="https://loginomrene.com/SAML2/SSO/POST" ...>
    <input type="hidden" name="SAMLResponse" value="response" />
    ...
    <input type="submit" value="Submit" />
</form>
```

> Isi dari input name `SAMLResponse` adalah sebuah XML `<samlp:Response></samlp:Response>` yang di-encode dalam base64 encoding.

5. Submit POST ke SP untuk keperluan asertasi (istilahnya *Assertion Consumer Service*)

User kemudian melakukan login di halaman otentikasi SSO pada point 4, username password atau credentials di-isi, tombol submit di klik. Request baru di-dispatch dengan tujuan url adalah action url form tersebut. Pada point 4 bisa dilihat bahwa action url adalah berikut.

```
https://loginomrene.com/SAML2/SSO/POST
```

6. SP merespon dengan redirect ke *target resource*

SP menerima request tersebut, kemudian mempersiapkan ijin akses/token (yang disebut *security context*). Setelahnya SP merespon request tersebut dengan redirect ke *target resource*, pada contoh ini adalah url http://ngemail.com/ngirimemailsaiki (url point 1).

7. User request *target resource* ke SP

Pada bagian ini user melakukan request target resource ke SP untuk kedua kalinya setelah point pertama. Bedanya pada point pertama, requet dilakukan secara eksplisit olah user/browser, sedang kali ini request merupakan hasil redirect point 6.

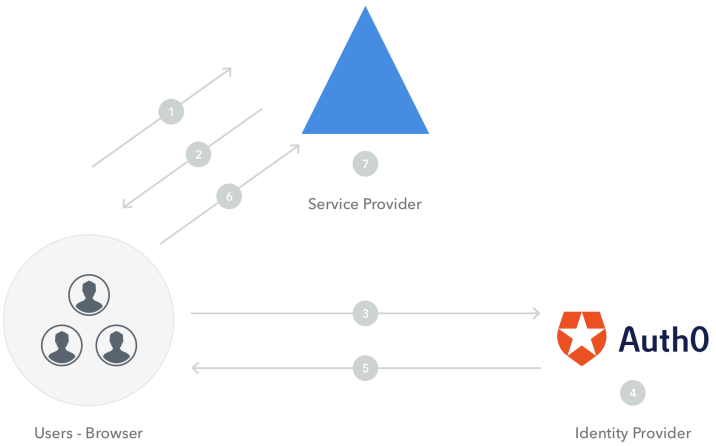
```
http://ngemail.com/ngirimemailsaiki
```

Perbedaan kedua adalah, kali ini user memiliki ijin akses.

8. SP merespon dengan balasan *target resource* yang diminta

Karena user memiliki security context, maka SP merespon dengan balasan berupa target resource yang diminta, walhasil halaman http://ngemail.com/ngirimemailsaiki muncul.

> Selanjutnya, setiap kali ada request target resource, maka point 7 dan 8 akan diulang.



C.34.4. SAML Metadata

Dalam per-SAML-an duniawi, ada istilah *metadata*, yang memiliki peran sangat penting dalam komunikasi antar SP dan IDP dalam SAML.

Metadata merupakan sebuah XML berisi informasi penting mengenai SP dan IDP, yang juga sekaligus menjadi *unique identifier* ubaik ntuk SP dan juga IDP.

SP memiliki metadata, IDP juga punya. Nantinya kedua entitas ini akan bertukar metadata. Jadi SP akan memiliki metadata IDP, dan berlaku sebalikanya (IDP memiliki metadata SP).

Metadata diperlukan secara *mandatory* dalam operasi dan komunikasi antar SP dan IDP. Salah satu contoh kegunaannya bisa dilihat pada proses otentikasi. Informasi yang dikirim dari SP yang jelasnya ter-enkripsi, maka untuk bisa dibaca

di sisi IDP, perlu untuk di-decrypt terlebih dahulu, hal ini membuat IDP wajib untuk tau public key yang digunakan oleh SP. Nah, dengan adanya pertukaran metadata, IDP akan tau key milik SP

> Metadata berisi informasi penting. Di antaranya adalah entity ID, key pair, protocol endpoints, dan lainnya.

```
<saml2p:Response ID="6789933c5h87dd201ke54wa2g" InResponseTo="3438545343948990fed276ddfg" IssueInstant="2016-10-30T13:13:28.153TZ"  Version="2.0">
    <saml2:Issuer>https://auth.idp.com</saml2:Issuer>
    <saml2p:Status>
        <saml2p:StatusCode />
    </saml2p:Status>
    <saml2p:Assertion ID="a48fg332dw98h786kc5c6y7s4r" IssueInstant="2016-10-30T13:13:28.151TZ" Version="2.0">
        <saml2:Issuer>https://auth.idp.com</saml2:Issuer>
        <ds:Signature></ds:Signature>
        <saml2:Subject>
            <saml2:NameID>Prosper@zagadat.com</saml2:NameID>
            <saml2:SubjectConfirmation>
                <saml2:SubjectConfirmationData InResponseTo="3438545343948990fed276ddfg" NotOnOrAfter="2016-10-30T13:13:28.153TZ" Recipient="https
://zagadat.com" />
            </saml2:SubjectConfirmation>
        </saml2:Subject>
        <saml2:Conditions NotBefore="2016-10-30T13:13:28.151TZ" NotOnOrAfter="2016-10-30T13:13:28.152TZ">
            <saml2:AudienceRestriction>
                <saml2:Audience>https://zagadat.com</saml2:Audience>
            </saml2:AudienceRestriction>
        </saml2:Conditions>
        <saml2:AuthnStatement AuthnInstant="2016-10-30T13:13:28.152TZ" SessionIndex="32413b2e54db89c764fb96ya2k" SessionNotOnOrAfter="2016-10-30T13:13:28
.152TZ">
            <saml2:SubjectLocality />
            <saml2:AuthnContext>
                <saml2:AuthnContextClassRef>urn:oasis:names:tc:SAML:2.0:ac:classes:Password</saml2:AuthnContextClassRef>
            </saml2:AuthnContext>
        </saml2:AuthnStatement>
        <saml2:AttributeStatement>
            <saml2:Attribute Name="e-mail">
                <saml2:AttributeValue xsi:type="xs:anyType">Prosper@zagadata.com</saml2:AttributeValue>
            </saml2:Attribute>
        </saml2:AttributeStatement>
    </saml2p:Assertion>
</saml2p:Response>
```

Ada dua jenis metode pertukaran metadata, **static metadata exchange** dan **dynamic metadata exchange**. Yang kita terapkan pada pembahasan ini adalah yg static.

Ok, lanjut ke bagian praktek.

C.34.3. Praktek & Persiapan

Sebelum masuk praktek, ada beberapa hal yang perlu penulis infokan. Yang akan kita praktekan adalah membuat entitas SP. Untuk IDP nya kita gunakan layanan IDP gratis dari samltest.id, untuk keperluan testing.

Di sini kita gunakan library https://github.com/crewjam/saml untuk mempermudah proses kodingnya. Pastikan menggunakan rilis v0.4.0 atau minimal revisi #861266e.

Silakan buat 1 project baru, lalu di dalamnya generate *self-signed X.509 key pair* dengan menggunakan command berikut. Key pair ini diperlukan oleh SP dalam melakukan komunikasi dengan IDP.

```
mkdir chapter-c34
cd chapter-c34
go mod init chapter-c34
go get -u github.com/crewjam/saml@861266e
```

```
openssl req -x509 -newkey rsa:2048 -keyout myservice.key -out myservice.cert -c
```

Setelah itu siapkan `config.go` yang isinya adalah beberapa konfigurasi.

```
var (
    samlCertificatePath = "./myservice.cert"
    samlPrivateKeyPath  = "./myservice.key"
    samlIDPMetadata     = "https://samltest.id/saml/idp"

    webserverPort    = 9000
    webserverRootURL = fmt.Sprintf("http://localhost:%d", webserverPort)
)
```

Bisa dilihat, selain konfigurasi untuk web server, konfigurasi key pair juga ada. Dan satu lagi variabel konfigurasi `samlIDPMetadata` isinya yang mengarah ke sebuah url.

Seperti yang sudah di bahas di atas, bahwa untuk meng-enable SAML, perlu ada pertukaran metadata. Aplikasi yang kita buat ini (SP) wajib tau metadata IDP. Konfigurasi `samlIDPMetadata` berisi url download metadata IDP milik samltest.id.

C.34.4. SAML Middleware

Buat `saml_middleware.go` , isinya sesuai petunjuk di github.com/crewjam/saml, berisi kode untuk setup objek saml. Pada pembuatan objek saml, beberapa konfigurasi (yang sudah kita siapkan) disisipkan.

```
package main

import (
    "crypto/rsa"
    "crypto/tls"
    "crypto/x509"
    "net/url"

    "github.com/crewjam/saml/samlsp"
)

func newSamlMiddleware() (*samlsp.Middleware, error) {
    keyPair, err := tls.LoadX509KeyPair(samlCertificatePath, samlPrivateKeyPath
    if err != nil { return nil, err }

    keyPair.Leaf, err = x509.ParseCertificate(keyPair.Certificate[0])
    if err != nil { return nil, err }

    idpMetadataURL, err := url.Parse(samlIDPMetadata)
    if err != nil { return nil, err }

    idpMetadata, err := samlsp.FetchMetadata(context.Background(), http.Default
    if err != nil { return nil, err }

    rootURL, err := url.Parse(webserverRootURL)
    if err != nil { return nil, err }

    sp, err := samlsp.New(samlsp.Options{
        URL:         *rootURL,
        Key:         keyPair.PrivateKey.(*rsa.PrivateKey),
        Certificate: keyPair.Leaf,
        IDPMetadata: idpMetadata,
    })
    if err != nil { return nil, err }

    return sp, nil
}
```

C.34.5. SAML SP App

Buat objek saml middleware, lalu jadikan sebagai handler dari endpoint `/saml/`. Endpoint ini merupakan reserved endpoint untuk SAML pada aplikasi SP kita.

```go
package main

import (
    "github.com/crewjam/saml/samlsp"
    // ...
)

func main() {
    sp, err := newSamlMiddleware()
    if err != nil {
        log.Fatal(err.Error())
    }

    http.Handle("/saml/", sp)
    // ...
}
```

Buat dua buah route handler, `/` dan `/hello`, lalu bungkus fungsi handler kedua routes dengan `sp.RequireAccount()`. Dengan ini akan membuat kedua endpoint ini hanya bisa diakses ketika user statusnya *authorized* atau sudah melakukan login.

```go
// ...
http.Handle("/index", sp.RequireAccount(
    http.HandlerFunc(landingHandler),
))
http.Handle("/hello", sp.RequireAccount(
    http.HandlerFunc(helloHandler),
))
// ...
```

Kemudian buat kedua fungsi handler routes di atas.

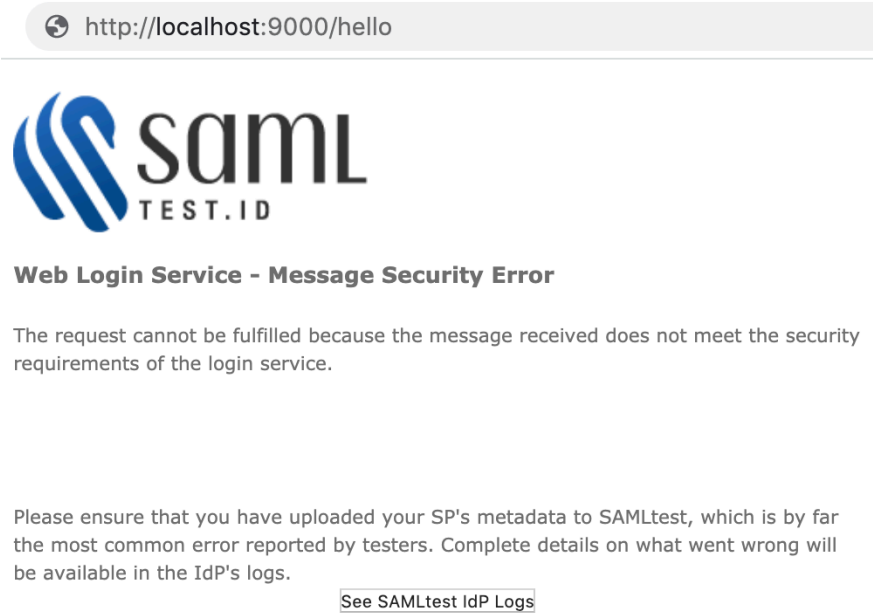
```go
func landingHandler(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    name := samlsp.AttributeFromContext(r.Context(), "displayName")
    w.Write([]byte(fmt.Sprintf("Welcome, %s!", name)))
}
func helloHandler(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    w.Write([]byte("Hello!"))
}
```

Terakhir start web server, lalu jalankan aplikasi.

```
portString := fmt.Sprintf(":%d", webserverPort)
fmt.Println("server started at", portString)
http.ListenAndServe(portString, nil)
```

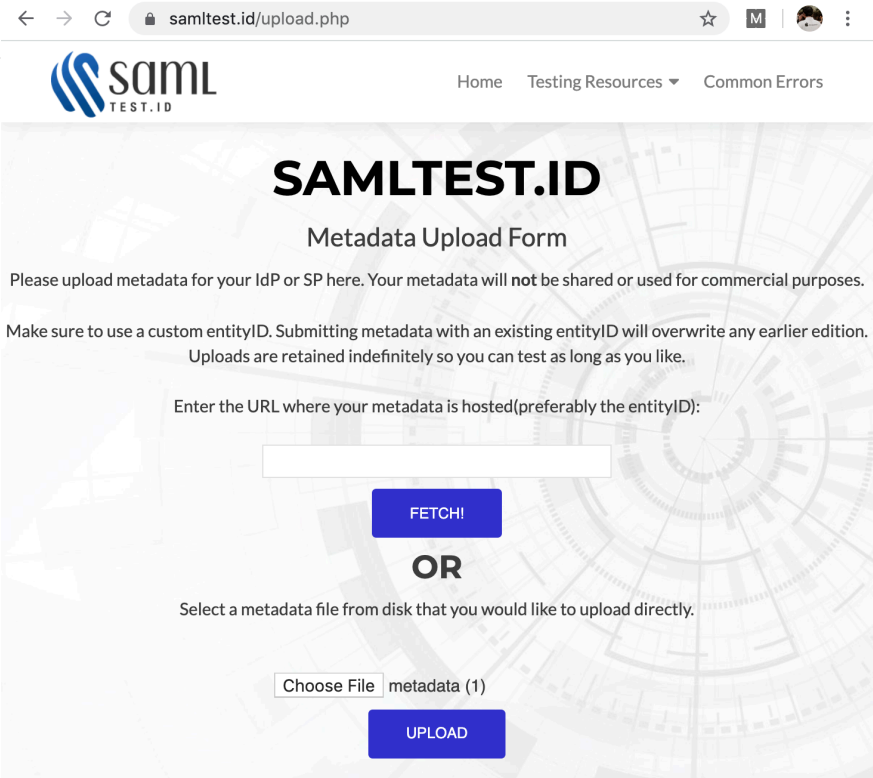
```
go run *.go
```

Oops, muncul error pada saat mengakses `http://localhost:9000/index`. Meski url ini merupakan protected url, yang mana hanya bisa diakses ketika sudah login, harusnya user akan di-redirect ke halaman login, bukan malah memunculkan error.



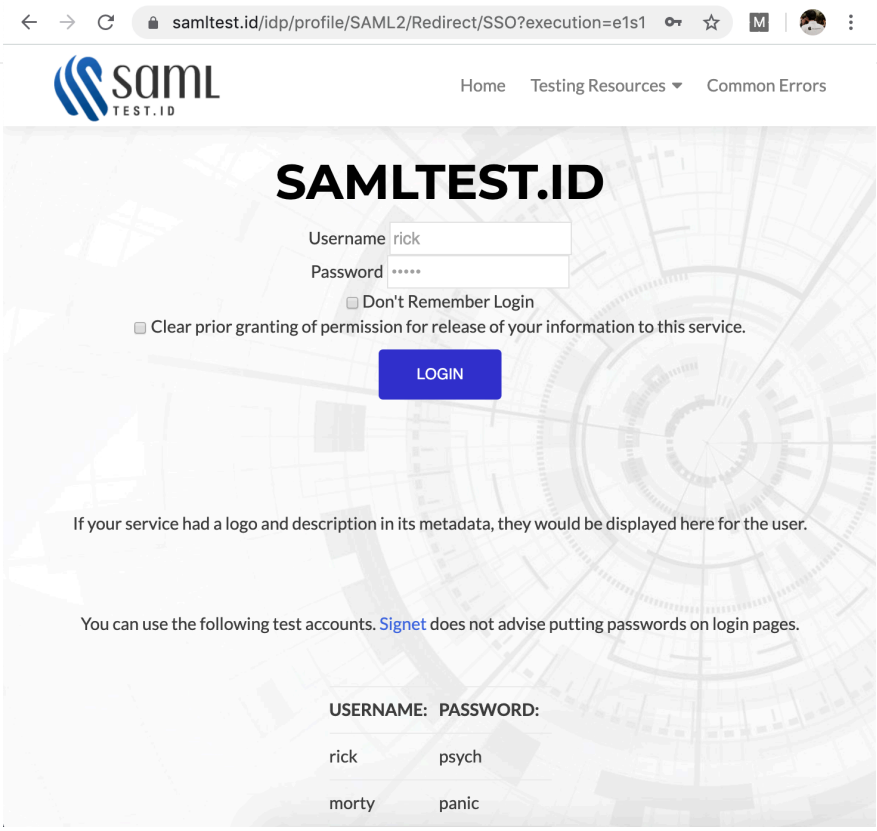
Jika dilihat baik-baik, errornya cukup jelas, bahwa ini terjadi karena kita belum memberikan metadata SP aplikasi kita ke IDP. Ingat bahwa pertukaran metadata adalah wajib, SP sudah tau metadata IDP, tapi IDP belum tau metadata SP.

Ok, sekarang kita perlu upload metadata SP ke samltest.id. Metadata SP bisa di-unduh lewat endpoint `/saml/metadata` (pada konteks ini url menjadi http://localhost:9000/saml/metadata. URL upload metadata samltest adalah https://samltest.id/upload.php.



C.34.6. Test SAML SP

Test dengan membuka endpoint `/index` pada browser. Idealnya kita akan diarahkan ke URL SAML login. Gunakan sandbox account yang ada di halaman itu untuk login.



Setelah login sukses, halaman yang diinginkan muncul dengan menampilkan pesan `Welcome, Nama User!` .

Informasi nama user tersebut diambil dari objek context route handler, yg informasinya disisipkan oleh saml middleware. Contoh pengambilan informasi user bisa dilihat dalam handler `indexHandler` :

```
name := samlsp.AttributeFromContext(r.Context(), "displayName")
```

C.34.7. SSO Multiple SP Apps

Ada dua pilihan metode inisialisasi SSO pada SAML: *SP-initiated SSO* dan *IDP-initiated SSO*.

Pada contoh yg kita terapkan, *SP-initiated SSO* dipergunakan. Setiap user request akan melewati proses otentikasi dahulu ke IDP sebelum akhirnya diperbolehkan mengakses SP.

Salah satu benefit metode inisialisasi ini: ketika ada banyak aplikasi SP (misal ada 3 aplikasi) yang seluruhnya berkomunikasi dengan satu IDP yang sama (misal samltest.id), maka Single Sign-on akan ter-enable *seamlessly*. Ketika kita login di salah satu aplikasi SP, maka pada aplikasi SP lainnya tidak perlu login lagi.

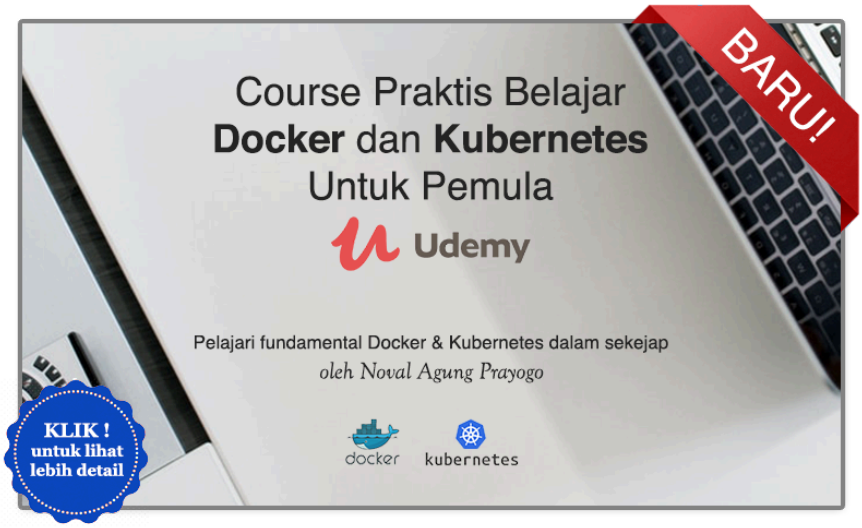
- crewjam/saml, by Ross Kinder, BSD-2-Clause License

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-C.34...

C.35. Dockerize Aplikasi Golang

Pada chapter ini kita akan praktek men-*dockerize* aplikasi Go, membungkus aplikasi hello world sebagai docker image untuk kemudian di jalankan sebagai container.

Kita tidak akan membahas docker secara detail ya, hanya pengenalannya saja. Untuk pembaca yang tertarik belajar docker secara komprehensif mulai dari awal, hingga masuk ke docker compose kemudian kubernetes *from zero to hero*, bisa *enroll* course Udemy Praktis Belajar Docker dan Kubernetes untuk Pemula berikut.



C.35.1. Prerequisities

Pastikan Docker Engine ter-*install* untuk pengguna Windows atau MacOS. Untuk pengguna Linux/Unix, install saja Docker Engine. Silakan merujuk ke laman panduan instalasi https://docs.docker.com/get-docker/ jika belum meng-*install* Docker-nya.

C.35.2. Istilah Dalam Docker

◉ Container

Container adalah sebuah environment ter-isolasi, merupakan bentuk virtualisasi yang lebih kecil dan ringan dibanding VM (Virtual Machine). Virtualisasi pada container disebut dengan *Containerization*.

◉ Docker Container

Docker container adalah sebuah container yang di-manage oleh Docker Engine.

◉ Docker Engine

Docker engine merupakan *daemon* yang bertugas untuk manajemen container-container.

◉ Docker Image

Docker Image adalah sebuah file yang di-*generate* oleh docker, yang file tersebut nantinya digunakan untuk basis pembuatan dan eksekusi container.

◉ Containerize dan Dockerize

Containerize merupakan istilah terhadap aplikasi yang di-*build* ke bentuk Image. Sedangkan Dockerize merupakan istilah untuk containerize menggunakan Docker. Perlu diketahui bahwa penyedia container tidak hanya Docker saja, ada banyak engine container lainnya yang bisa dipergunakan.

C.35.3. Pembuatan Aplikasi Hello World

Sebelum masuk ke aspek docker, mari kita siapkan dulu aplikasi web sederhana yang nantinya akan di-*build* ke bentuk Image. O iya, jangan lupa inisialisasi project-nya ya menggunakan perintah `go mod init hello-world`.

Siapkan folder project baru dengan isi file `main.go`. Tulis kode berikut.

```
package main

import (
    "log"
    "net/http"
    "os"
)

func main() {
    // ...
}
```

Dalam fungsi main, tambahkan statement untuk ambil informasi port dari *env var* `PORT`, dan informasi id instance dari *env var* `INSTANCE_ID`. Kedua variabel ini akan dipergunakan dalam web server yang akan kita buat.

- *env var* `PORT` digunakan sebagai port web server.
- *env var* `INSTANCE_ID` untuk *instance identifier*, hanya sebagai info saja dan variabel ini opsional.

```
port := os.Getenv("PORT")
if port == "" {
    log.Fatal("PORT env is required")
}

instanceID := os.Getenv("INSTANCE_ID")
```

Selanjutnya siapkan satu buah *multiplexor* dengan isi satu buah route `GET /`, yang *handler*-nya mengembalikan sebuah pesan teks `Hello world`. Jika *env var* `INSTANCE_ID` di set, maka akan ditampilkan isinya sebagai bagian dari respon handler ini.

```
mux := http.NewServeMux()
mux.HandleFunc("/", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    if r.Method != "GET" {
        http.Error(w, "http method not allowed", http.StatusBadRequest)
        return
    }

    text := "Hello world"
    if instanceID != "" {
        text = text + ". From " + instanceID
    }

    w.Write([]byte(text))
})
```

Lanjut siapkan objek `http.Server`-nya, gunakan objek `mux` yang sudah dibuat sebagai basis handler web server, kemudian start web server-nya.

```
server := new(http.Server)
server.Handler = mux
server.Addr = "0.0.0.0:" + port

log.Println("server starting at", server.Addr)
err := server.ListenAndServe()
if err != nil {
    log.Fatal(err.Error())
}
```

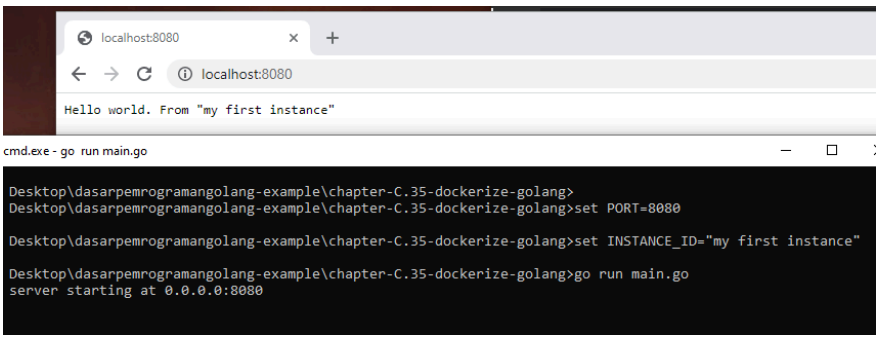
C.35.4. Testing Aplikasi Hello World

Kita akan coba test aplikasi hello world yang baru dibuat. Untuk Windows gunakan command berikut.

```
set PORT=8080
set INSTANCE_ID="my first instance"
go run main.go
```

Untuk sistem operasi non-Windows, gunakan:

```
export PORT=8080
export INSTANCE_ID="my first instance"
go run main.go
```



Ok bisa dilihat aplikasi berjalan sesuai harapan. Selanjutnya kita akan *dockerize* aplikasi hello world ini.

C.35.5. Pembuatan Dockerfile

Aplikasi hello world yang sudah dibuat akan kita *build* ke bentuk Docker Image untuk kemudian di-*run* sebagai container. Nah untuk pembuatan Image, salah satu syaratnya adalah mempersiapkan `Dockerfile`.

Jadi sekarang buat file baru bernama `Dockerfile`, lalu isi dengan kode berikut.

```
FROM golang:alpine

RUN apk update && apk add --no-cache git

WORKDIR /app

COPY . .

RUN go mod tidy

RUN go build -o binary

ENTRYPOINT ["/app/binary"]
```

Berikut adalah penjelasan per baris dari kode di atas.

1. Statement `FROM golang:alpine`

Keyword `FROM` ini digunakan untuk inisialisasi *build stage* dan juga menentukan basis Image yang digunakan. Informasi `golang:alpine` di sini adalah basis image yang dimaksud, yaitu image bernama `golang` dengan tag bernama `alpine` yang tersedia di laman officila Docker Hub Golang https://hub.docker.com/_/golang.

Dalam Image `golang:alpine` sudah tersedia beberapa utilitas untuk keperluan *build* aplikasi Golang. Image `golang:alpine` basisnya adalah Alpine OS.

2. Statement `RUN apk update && apk add --no-cache git`

Keyword `RUN` digunakan untuk menjalankan shell command. Argument setelahnya, yaitu `apk update && apk add --no-cache git` akan dijalankan di Image `golang:alpine` yang sudah di-set sebelumnya. Command tersebut merupakan command Alpine OS yang kurang lebih gunanya adalah berikut:

- Command `apk update` digunakan untuk meng-*update index packages* pada OS.
- Command `apk add --no-cache git` digunakan untuk meng-*install* Git. Kebetulan pada basis image `golang:alpine` *by default* Git adalah tidak tersedia. Jadi harus di-*install* terlebih dahulu. Git ini nantinya digunakan sewaktu `go get` dependensi lewat command `go mod tidy`. Meskipun pada contoh aplikasi hello world tidak menggunakan dependensi eksternal, *install* saja tidak apa.

3. Statement `WORKDIR /app`

Digunakan untuk menentukan *working directory* yang pada konteks ini adalah `/app`. Statement ini menjadikan semua statement `RUN` di bawahnya akan dieksekusi pada *working directory*.

4. Statement `COPY . .`

Digunakan untuk meng-*copy* file pada argument pertama yaitu `.` yang merepresentasikan direktori yang aktif pada host atau komputer kita (yang isinya file `main.go`, `go.mod`, dan `Dockerfile`), untuk kemudian di-*paste* ke dalam Image ke *working directory* yaitu `/app`.

Dengan ini isi `/app` adalah sama persis seperti isi folder project hello world.

5. Statement `RUN go mod tidy`

Digunakan untuk validasi dependensi, dan meng-automatisasi proses *download* jika dependensi yang ditemukan belum ter-*download*. Command ini akan mengeksekusi `go get` jika butuh untuk unduh dependensi, makanya kita perlu install Git.

6. Statement `RUN go build -o binary`

Command `go build` digunakan untuk build *binary* atau *executable* dari kode program Go. Dengan ini *source code* dalam *working directory* akan di-*build* ke *executable* dengan nama `binary`.

7. Statement `ENTRYPOINT ["/app/binary"]`

Statement ini digunakan untuk menentukan entrypoint container sewaktu dijalankan. Jadi khusus statement `ENTRYPOINT` ini pada contoh di atas adalah yang efeknya baru kelihatan ketika Image di-*run* ke container. Sewaktu proses *build* aplikasi ke Image maka efeknya belum terlihat.

Dengan statement tersebut nantinya sewaktu container jalan, maka executable `binary` yang merupakan aplikasi hello world kita, itu dijalankan di container sebagai entrypoint.

Ok, file `Dockerfile` sudah siap, mari kita lanjut ke proses *build* dan *start container*.

C.35.6. *Build Image* dan *Create Container*

◉ Build Image

Pertama masuk ke direktori folder project, lalu jalankan *command* `docker build` berikut.

```
cd folder-project
docker build -t my-image-hello-world .
```

Command di atas akan melakukan proses *build* Image pada file yang ada di dalam `.` yang merupakan isi folder project. Project akan di-*build* ke sebuah Image dengan nama adalah `my-image-hello-world`. Flag `-t` digunakan untuk menentukan nama Image.

Kurang lebih outputnya seperti gambar berikut. O iya gunakan *command* `docker images` untuk menampilkan list semua image yang ada di lokal.

```
C:\Windows\System32\cmd.exe

C:\Users\novalagung\Desktop\dasarpemrogramangolang-example\chapter-C.35-dockerize-golang>docker build -t my-image-hello-world .
Sending build context to Docker daemon  5.632kB
Step 1/7 : FROM golang:alpine
 ---> 51e47ee4db58
Step 2/7 : RUN apk update && apk add --no-cache git
 ---> Using cache
 ---> 04e890accccf
Step 3/7 : WORKDIR /app
 ---> Using cache
 ---> 549a596ce4c5
Step 4/7 : COPY . .
 ---> Using cache
 ---> fb86241754a6
Step 5/7 : RUN go mod tidy
 ---> Using cache
 ---> f9410f33b65b
Step 6/7 : RUN go build -o binary
 ---> Using cache
 ---> 1a2d4c62d766
Step 7/7 : ENTRYPOINT ["/app/binary"]
 ---> Using cache
 ---> 3d2abe09641b
Successfully built 3d2abe09641b
Successfully tagged my-image-hello-world:latest
SECURITY WARNING: You are building a Docker image from Windows against a non-Windows Docker host. All files and directories added to bu
ild context will have '-rwxr-xr-x' permissions. It is recommended to double check and reset permissions for sensitive files and directo
ries.

C:\Users\novalagung\Desktop\dasarpemrogramangolang-example\chapter-C.35-dockerize-golang>docker images
REPOSITORY                                          TAG                 IMAGE ID            CREATED             SIZE
my-image-hello-world                                latest              3d2abe09641b        About a minute ago  394MB
hello-world                                         latest              90944a3ef614        8 minutes ago       394MB
test                                                latest              b59fdad8d161        52 minutes ago      394MB
chat-app_front_end                                  latest              bbaac2e59d93        20 hours ago        27.9MB
```

◉ Create Container

Image sudah siap, sekarang mari kita buat container baru menggunakan basis image `my-image-hello-world`. *Command*-nya kurang lebih berikut:

```
docker container create --name my-container-hello-world -e PORT=8080 -e INSTANC
```

Command di atas akan menjalankan sebuah proses yang isinya kurang lebih berikut:

1. Buat container baru dengan nama `my-container-hello-world`.
2. Flag `--name` digunakan untuk menentukan nama container.
3. Sewaktu pembuatan container, *env var* `PORT` di-set dengan nilai adalah `8080`.
4. *env var* `INSTANCE_ID` juga di set di-set, nilai adalah teks `my first instance`.
5. Flag `-e` digunakan untuk menge-*set env var*. Flag ini bisa dituliskan banyak kali sesuai kebutuhan.
6. Kemudian port `8080` yang ada di luar network docker (yaitu di host/laptop/komputer kita) di map ke port `8080` yang ada di dalam container.
7. Flag `-p` digunakan untuk mapping port antara host dan container. Bagian ini biasa disebut dengan *expose port*.
8. Proses pembuatan container dilakukan dengan Image `my-image-hello-world` digunakan sebagai basis image.

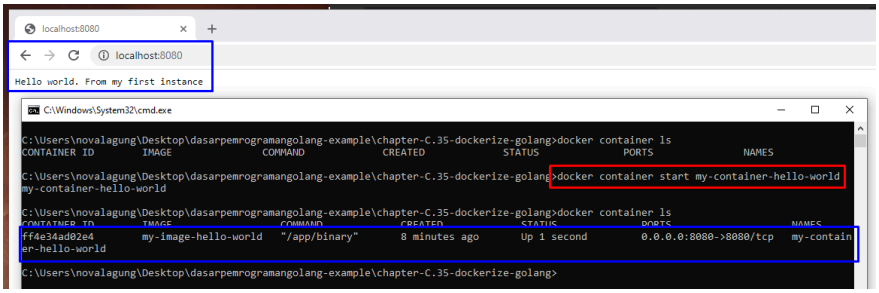
Semoga cukup jelas penjabaran di atas. Setelah container berhasil dibuat, cek menggunakan *command* `docker container ls -a` untuk menampilkan list semua container baik yang sedang running maupun tidak.

```
C:\Windows\System32\cmd.exe

C:\Users\novalagung\Desktop\dasarpemrogramangolang-example\chapter-C.35-dockerize-golang>docker container create --name my-container-he
llo-world -e PORT=8080 -e INSTANCE_ID="my first instance" -p 8080:8080 my-image-hello-world
ff4e34ad02e455a85e97fe7693b0fb6c42497851bcfad5a5de1d585b0a4b2a0

C:\Users\novalagung\Desktop\dasarpemrogramangolang-example\chapter-C.35-dockerize-golang>docker container ls -a
CONTAINER ID        IMAGE               COMMAND             CREATED             STATUS              PORTS               NAMES
ff4e34ad02e4        my-image-hello-world   "/app/binary"       3 seconds ago       Created                                 my-container
-hello-world

C:\Users\novalagung\Desktop\dasarpemrogramangolang-example\chapter-C.35-dockerize-golang>
```

◉ Start Container

Ok, sekarang container juga sudah dibuat, lanjut untuk *start* container tersebut, caranya menggunakan command `docker container start` . Jika sudah, coba cek di browser aplikasi web hello world, harusnya sudah bisa diakses.

```
docker container start my-container-hello-world
docker container ls
```



Bisa dilihat, sekarang aplikasi web hello world sudah bisa diakses dari host/komputer yang aplikasi tersebut running dalam container docker.

Jika mengalami error saat start container, bisa jadi karena port `8080` sudak dialokasikan untuk proses lain. Solusi untuk kasus ini adalah *kill* saja proses yang menggunakan port tersebut, atau *rebuild image* dan *create container* ulang tapi menggunakan port lainnya, selain `8080` .

O iya, pada image di atas juga bisa dilihat penggunaan *command* `docker container ls` untuk memunculkan list container yang sedand *running* atau aktif. Untuk menampilkan semua container (aktif maupun non-aktif), cukup dengan menambahkan flag `-a` atau `--all` .

◉ Stop Container

Untuk stop container bisa dengan *command* `docker container stop <nama-container-atau-container-id>` .

```
docker container stop my-container-hello-world
docker container ls
```

◉ Hapus Container

Untuk hapus container bisa dengan *command* `docker container rm <nama-container-atau-container-id>` .

```
docker container rm my-container-hello-world
docker container ls
```

◉ Hapus Image

Untuk hapus image bisa dengan *command* `docker image rm <nama-image-atau-image-id>` . O iya, untuk penghapusan image, harus dipastikan terlebih dahulu tidak ada container yang running menggunakan basis image yang ingin dihapus.

```
docker image rm my-image-hello-world
docker images
```

C.35.7. Run Container

Untuk run container sebenarnya ada dua cara ya, yang pertama seperti contoh di atas dengan membuat container nya terlebih dahulu menggunakan *command* `docker container create` kemudian di start menggunakan *command* `docker container start` .

Atau bisa juga menggunakan *command* `docker run` . *Command* ini akan membuat container baru kemudian otomatis menjalankannya. Tapi saya sampaikan bahwa lewat cara ini tidak ada pengecekan apakah container sudah dibuat atau tidak sebelumnya, pasti akan dibuat container baru.

Mungkin perbandingannya seperti ini:

◉ Jalankan container lewat `create` lalu `start`

```
docker container create --name my-container-hello-world -e PORT=8080 -e INSTANC
docker container start my-container-hello-world
```

◉ Jalankan container lewat `run`

```
docker container run --name my-container-hello-world -e PORT=8080 -e INSTANCE_I
```

Bisa dilihat bukan bedanya, hanya sedikit.

O iya, khusus untuk *command* `docker run` biasanya dijalankan dengan tambahan beberapa flag agar lebih mudah kontrol-nya, yaitu ditambahkan flag `--rm` dan `-it` .

```
docker container run --name my-container-hello-world --rm -it -e PORT=8080 -e I
```

◉ Flag `--rm`

Flag ini digunakan untuk meng-automatisasi proses penghapusan container sewaktu container tersebut di stop. Jadi kita tidak perlu delete manual pakai `docker container rm`. Hal ini sangat membantu karena *command* `docker run` akan membuat container baru setiap dijalankan. Tapi sebenarnya pada contoh sebelumnya kita tidak perlu khawatir akan dibuat container baru karena sudah ada flag `--name`. Flag tersebut digunakan untuk menentukan nama container, yang mana nama container harus unik. Jadi kalau ada duplikasi pasti langsung error. Nah dari sini berarti kalau pembaca tidak pakai `--name` sangat dianjurkan paka `--rm` dalam penerapan `docker run`.

◉ Flag `-it`

Flag ini merupakan flag gabungan antara `-i` yang digunakan untuk meng-enable *interactive mode* dan `-t` untuk *enable* `TTY`. Dengan ini kita bisa masuk ke mode interaktif yang mana jika kita terminate atau kill command menggunakan `CTRL + C` atau `CMD + C` (untuk mac), maka otomatis container akan di stop.

Nah dengan menggabungkan flag `--rm` dan flag `-it` kita bisa dengan mudah stop kemudian hapus container.

Selain itu ada juga flag yang mungkin penting yaitu `-d` atau dettach. Flag ini bisa digabung dengan `-it`. Dettach adalah mode di mana ketika command `docker run` dijalankan, command akan langsung selesai. Dari sini untuk stop container berarti harus menggunakan command `docker stop`. Contoh:

```
docker container run --name my-container-hello-world --rm -itd -e PORT=8080 -e
docker container stop my-container-hello-world
```

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/...

C.36. Redis

Pada bab ini kita akan belajar cara menggunakan Redis, dari cara koneksi Redis, cara menyimpan data dan cara mengambil data. Untuk command selengkapnya bisa dilihat di https://redis.io/commands.

C.36.1 Apa itu Redis?

Redis, singkatan dari *Remote Dictionary Server*, adalah penyimpanan data nilai utama di dalam memori yang super cepat. Umumnya Redis dimanfaatkan sebagai database, cache, manajemen session, *message broker*, *queue*, dan jenis kebutuhan lainnya yg relevan dengan operasi real-time dan temporary data.

Salah satu library Redis untuk Go yang populer ketika artikel ini dibuat adalah go-redis/redis, dan pada chapter ini kita akan mempelajarinya.

C.36.2 Koneksi ke Redis

Sebelum kita mulai, pastikan Redis server sudah ter-install dan sudah berjalan di sistem operasi dengan baik. Lebih jelasnya perihal instalasi redis bisa merujuk ke https://redis.io/topics/quickstart.

Ok, buat proyek baru, lalu buat file baru dengan nama `main.go`. Definisikan package dan import dependensi.

```
package main

import (
    "context"
    "fmt"
    "log"
    "time"

    "github.com/redis/go-redis/v9"
)
```

> Jangan lupa untuk `go get -u github.com/redis/go-redis/v9` dependensi go-redis

Selanjutnya siapkan fungsi `newRedisClient()` untuk membuat objek Redis client yang nantinya digunakan dalam operasi.

```
func newRedisClient(host string, password string) *redis.Client {
    client := redis.NewClient(&redis.Options{
        Addr:     host,
        Password: password,
        DB:       0,
    })
    return client
}
```

Sekarang siapkan fungsi `main()` dengan isi kode untuk inisialisasi objek redis client. Di sini saya menggunakan `localhost:6379` sebagai host tujuan koneksi redis, karena redis server saya install di lokal.

```
func main() {
    var redisHost = "localhost:6379"
    var redisPassword = ""

    rdb := newRedisClient(redisHost, redisPassword)
    fmt.Println("redis client initialized")

    // ...
}
```

C.36.3 Menyimpan data ke Redis dengan perintah `SET`

Sekarang kita akan belajar cara menyimpan data menggunakan salah satu command Redis, yaitu `SET`.

> Perlu diketahui bahwa command untuk menyimpan data di redis tidak hanya `SET`, ada juga lainnya seperti `SETTEX`, `HMSET`, `SETBIT`, `LSET`, RSET, `HSETNX`, masing-masing perintah memiliki kegunaan sendiri. Selengkapnya bisa merujuk ke https://redis.io/commands.

Salah satu benefit yang didapat dengan menggunakan `go-redis` library, adalah sudah disediakan wrapper untuk command-command redis, termasuk command `SET`.

Ok, sekarang tambahkan kode berikut:

```go
func main() {
    // ...

    key := "key-1"
    data := "Hello Redis"
    ttl := time.Duration(3) * time.Second

    // store data using SET command
    op1 := rdb.Set(context.Background(), key, data, ttl)
    if err := op1.Err(); err != nil {
        fmt.Printf("unable to SET data. error: %v", err)
        return
    }
    log.Println("set operation success")

    // ...
}
```

Pada kode di atas disiapkan variabel `key` yang difungsikan sebagai identifier untuk data yang kita simpan. Data yang disimpan adalah string `Hello Redis`. Data akan di-retain di redis server selama 3 detik (lihat variabel `ttl`).

Variabel objek `rdb` adalah redis client yang kita buat sebelumnya via fungsi `newRedisClient()`. Lewat variabel ini kita panggil method `.Set()` untuk menyimpan data menggunakan command redis `SET`.

C.36.4 Mengambil data dar Redis dengan perintah `GET`

Command redis untuk pengambilan data adalah `GET`. Menggunakan go-redis library, kita cukup memanfaatkan method `.Get` dari objek redis client untuk pengambilan data.

Tambahkan kode berikut pada main.

```go
func main() {
    // ...

    // get data
    op2 := rdb.Get(context.Background(), key)
    if err := op2.Err(); err != nil {
        fmt.Printf("unable to GET data. error: %v", err)
        return
    }
    res, err := op2.Result()
    if err != nil {
        fmt.Printf("unable to GET data. error: %v", err)
        return
    }
    log.Println("get operation success. result:", res)
}
```

Method `.Get()` mengembalikan objek bertipe `*redis.StringCmd`. Cara penggunaan method ini cukup pass variabel konteks dan identifier key.

Dari objek bertipe `*redis.StringCmd` tersebut kita bisa ambil minimal 2 hal:

- informasi error, menggunakan method `.Err()`
- data yang tersimpan sesuai key, menggunakan method `.Result()`

C.36.5 Test

Jalankan program, lihat hasilnya.

```
D:\Labs\Adam Studio\Ebook\dasarpemrogramangolang-example\chapter-C.36-redis>go run main.go
redis client initialized
2022/01/04 16:57:30 set operation success
2022/01/04 16:57:30 get operation success. result: Hello Redis
```

Sampai sini bisa disimpulkan operasi `SET` dan `GET` adalah sukses.

C.36.6 Redis expiration time (`TTL`)

Mari kita sedikit modifikasi kode yang ada. Tambahkan `time.Sleep` untuk menghentikan eksekusi kode selama 4 detik.

```go
func main() {
    // ...
    log.Println("set operation success")

    time.Sleep(time.Duration(4) * time.Second) // <----- add this code

    // get data
    op2 := rdb.Get(context.Background(), key)
    if err := op2.Err(); err != nil {
        fmt.Printf("unable to GET data. error: %v", err)
        return
    }
    // ...
}
```

Jalankan program dan lihat hasilnya.

```
D:\Labs\Adam Studio\Ebook\dasarpemrogramangolang-example\chapter-C.36-redis>go run 2_get_expired_data.go
redis client initialized
2022/01/04 17:05:11 set operation success
unable to GET data. error: redis: nil
```

Error, ini karena data yang disimpan hanya di retain sesuai `ttl` yaitu 3 detik, dan pada kode di atas kita mencoba ambil datanya setelah detik ke 4. Jadi data tersebut expired.

- go-redis, by Redis, BSD-2-Clause License

Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-C.36...

C.37. Singleflight

Pada chapter ini kita akan belajar tentang pengaplikasian singleflight API.

Singleflight berguna untuk men-*suppress* atau menekan pemanggilan fungsi yang duplikat hanya menjadi 1 saja. Pemanggilan fungsi yang duplikat di sini maksudnya adalah: blok fungsi atau statement yang dipanggil bersamaan oleh beberapa pengguna, dan pemanggilan tersebut menghasilkan output yang sama persis.

Satu contoh yang relevan dengan pemanggilan fungsi duplikat adalah proses *generate report*. Untuk aplikasi dengan dataset yang masif, pastinya proses pembuatan report butuh waktu lebih lama, tidak instan dan tidak bisa *realtime*.

Contoh: suatu ketika `user A` men-trigger *report generation*, di waktu yang hampir bersamaan `user B` juga men-trigger *report generation*, padahal report yg di-inginkan adalah sama persis dengan report `user A`, ini menjadikan 2 proses tersebut menjadi redundan. Idealnya cukup 1 proses saja yang jalan. Nah, di sinilah peran dari singleflight API.

> Singleflight API masuk dalam dependensi golang.org/x/sync/singleflight.

Kita akan memulai pembelajaran dengan membuat 1 buah contoh program sederhana yang mensimulasikan proses *generate report*. Setelahnya kita akan *tune* kode tersebut agar bisa mengantisipasi pemanggilan fungsi duplikat/redundan.

C.37.1. Persiapan

Siapkan sebuah web server API dengan isi satu buah router untuk method `GET` dengan endpoint path adalah `/api/report/download/{reportID}`.

> Di sini kita gunakan `reportID` sebagai unique identifier report. Umumnya report perlu lebih banyak parameter identifier seperti date filter dan filter lainnya. Tapi pada contoh berikut kita hanya akan pakai `reportID`.

Silakan gunakan router library yg cocok di hati. Pada contoh ini saya akan pakai go-chi.

```go
package main

import (
    "errors"
    "fmt"
    "io"
    "log"
    "net/http"
    "os"
    "path/filepath"
    "time"

    chi "github.com/go-chi/chi/v5"
)

func main() {
    r := chi.NewRouter()
    r.Route("/api", func(r chi.Router) {
        r.Get("/report/download/{reportID}", HandlerDownloadReport)
    })

    host := ":8080"
    fmt.Printf("starting web server at %s \n", host)
    http.ListenAndServe(host, r)
}
```

Selanjutnya siapkan `HandlerDownloadReport`, yang isinya kurang lebih men-generate report sesuai `reportID`.

```go
func HandlerDownloadReport(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    reportID := chi.URLParam(r, "reportID")

    // construct the report path
    reportName := fmt.Sprintf("report-%s.txt", reportID)
    path := filepath.Join(os.TempDir(), reportName)

    // if the report is not exists, generate it first.
    // otherwise, immediatelly download it
    if _, err := os.Stat(path); errors.Is(err, os.ErrNotExist) {
        log.Println("generate report", reportName, path)

        // simulate long-running process to generate report
        time.Sleep(5 * time.Second)

        f, err := os.Create(path)
        if err != nil {
            f.Close()
            http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
            return
        }

        f.Write([]byte("this is a report"))
        f.Close()
    }

    // ...
}
```

Dalam handler bisa dilihat, parameter `reportID` value-nya diambil, kemudian dijadikan bagian nama file report dengan format `report-{reportID}.txt`.

Yang dilakukan setelahnya, kita cek file report tersebut, apakah sudah ada atau belum. Jika belum, maka generate dulu report nya.

Di dalam blok kode *report generation* disimulasikan proses memakan waktu `5 detik`.

Ok, sekarang tambahkan kode berikut:

```
func HandlerDownloadReport(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    // ...

    // open the file, download it
    f, err := os.OpenFile(path, os.O_RDONLY, 0644)
    if f != nil {
        defer f.Close()
    }
    if err != nil {
        http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
        return
    }

    contentDisposition := fmt.Sprintf("attachment; filename=%s", reportName)
    w.Header().Set("Content-Disposition", contentDisposition)

    if _, err := io.Copy(w, f); err != nil {
        http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
        return
    }
}
```

File report yang sudah ter-generate, kita buka lagi dengan mode `READONLY`. Kemudian isi file tersebut di-copy ke objek `ResponseWriter` diiringi dengan header `Content-Disposition` yang di-set, agar response di-proses oleh browser sebagai operasi generate report.

Ok, sekarang mari kita test.

C.37.2. Download File

Pada contoh berikut penulis menggunakan command `curl` untuk mengetes endpoint. Endpoint yang sama di-call secara hampir bersamaan dari 2 terminal prompt berbeda.

```
curl -s -w "elapsed: %{time_total}s\n" -i -X GET http://localhost:8080/api/repo
```

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
C:\Users\cakno>curl -s -w "elapsed: %{time_total}s\n" -i -X GET http://localhost:8080/api/report/download/sales-2021-10
HTTP/1.1 200 OK
Content-Disposition: attachment; filename=report-sales-2021-10.txt
Date: Mon, 17 Jan 2022 07:31:04 GMT
Content-Length: 16
Content-Type: text/plain; charset=utf-8

this is a report

elapsed: 5,031000s
```

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
C:\Users\cakno>curl -s -w "elapsed: %{time_total}s\n" -i -X GET http://localhost:8080/api/report/download/sales-2021-10
HTTP/1.1 200 OK
Content-Disposition: attachment; filename=report-sales-2021-10.txt
Date: Mon, 17 Jan 2022 07:31:02 GMT
Content-Length: 16
Content-Type: text/plain; charset=utf-8

this is a report

elapsed: 5,047000s
```

```
PROBLEMS 58   OUTPUT   DEBUG CONSOLE   TERMINAL
PS D:\Labs\Adam Studio\Ebook\dasarpemrogramangolang-example\chapter-C.37-singleflight> go run .\1-download-report.go
starting web server at :8080
2022/01/17 14:30:57 generate report report-sales-2021-10.txt C:\Users\cakno\AppData\Local\Temp\report-sales-2021-10.txt
2022/01/17 14:30:59 generate report report-sales-2021-10.txt C:\Users\cakno\AppData\Local\Temp\report-sales-2021-10.txt
```

Ok, bisa dilihat, dua operasi `curl` yang hampir bersamaan, masing-masing butuh minimal 5 detik untuk selesai, ini karena kita set proses generate report 5 detik.

Sedangkan pada bagian web server log, terlihat report di-generate 2x padahal report tersebut ekuivalen atau sama persis.

Coba jalankan lagi, harusnya pada api call berikut response akan sangat cepat, karena report sudah terbuat.

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
this is a reportelapsed: 5,031000s

C:\Users\cakno>curl -s -w "elapsed: %{time_total}s\n" -i -X GET http://localhost:8080/api/report/download/sales-2021-10
HTTP/1.1 200 OK
Content-Disposition: attachment; filename=report-sales-2021-10.txt
Date: Mon, 17 Jan 2022 07:36:26 GMT
Content-Length: 16
Content-Type: text/plain; charset=utf-8

this is a report

elapsed: 0,032000s
```

Ok, mantab, hanya butuh 0,xxx detik untuk mengunduh report. Ok, sampai sini berarti sudah jelas bagian mana yang perlu di-*tune*, yaitu di bagian proses generate report concurrent-nya, agar tidak duplikat pengeksekusiannya untuk report yang sama di waktu eksekusi yang hampir bersamaan.

C.37.3. Pengaplikasian `singleflight` API

Sekarang coba duplikat kode sebelumnya pada file baru, lalu tambahkan modifikasi berikut.

Pertama import dulu dependensi-nya. Lalu siapkan variabel baru dengan tipe `singleflight.Group`.

> Jangan lupa `go get -u golang.org/x/sync/singleflight`

```go
package main

import (
    // ...
    "golang.org/x/sync/singleflight"
)

var singleflightGroupDownloadReport singleflight.Group
```

Variabel `singleflightGroupDownloadReport` akan kita gunakan untuk men-*suppress* duplicate call terhadap kode generate report.

Selanjutnya, modifikasi isi handler antara statement `path := ...` dan statement `f, err := ...`

```
func HandlerDownloadReport(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    // ...
    path := filepath.Join(os.TempDir(), reportName)

    sharedProcessKey := fmt.Sprintf("generate %s", reportName)
    _, err, shared := singleflightGroupDownloadReport.Do(sharedProcessKey, func
        // if the report is not exists, generate it first.
        // otherwise, immediatelly download it
        if _, err := os.Stat(path); errors.Is(err, os.ErrNotExist) {
            log.Println("generate report", reportName, path)

            // simulate long-running process to generate report
            time.Sleep(5 * time.Second)

            f, err := os.Create(path)
            if err != nil {
                f.Close()
                return nil, err
            }

            f.Write([]byte("this is a report"))
            f.Close()
        }

        return true, nil
    })
    if err != nil {
        http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
        return
    }
    if shared {
        log.Printf("generation of report %v is shared with others", reportName)
    }

    // open the file, download it
    f, err := os.OpenFile(path, os.O_RDONLY, 0644)
    // ...
}
```

Pada kode di atas, kurang lebih modifikasi yang ditambahkan hanya membungkus kode untuk generate report dengan `singleflightGroupDownloadReport.Do()`.

Variabel `singleflightGroupDownloadReport` kita siapkan sebagai variabel global, yang berarti *shared* dan *accessible* pada setiap API call.

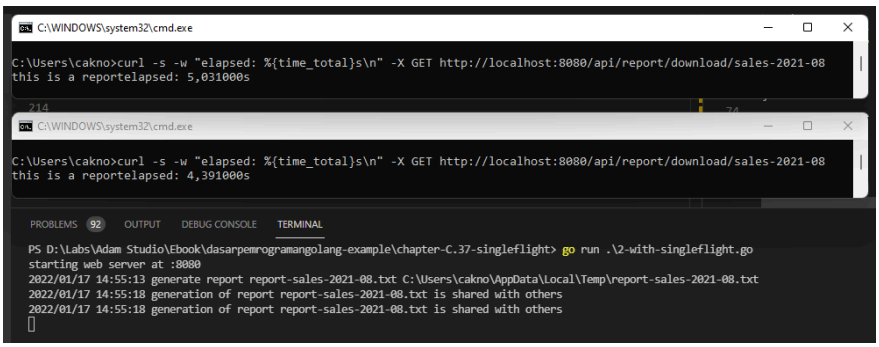
Kegunaan `singleflightGroupDownloadReport.Do()` adalah semua statement yang berada di dalamnya akan dipanggil 1x saja meskipun kode dipanggil banyak kali secara hampir bersamaan, dengan ketentuan data `key` yang disisipkan pada parameter pertama itu sama. Misalnya, jika ada 10 api call untuk generate report yang sama, `report-sales-2021-10.txt`, maka di sisi backend proses generate report hanya akan terjadi sekali.

Melanjutkan pembahasan pada contoh yang dijelaskan, berarti dari 10 api call hanya 1 request yang benar-benar men-generate report. Lalu bagaimana dengan 9 api call yang lain. Yang terjadi adalah request yang lain juga akan menunggu hingga `singleflightGroupDownloadReport.Do()` selesai dieksekusi, hanya saja tanpa mengeksekusi kode di dalam `singleflightGroupDownloadReport.Do()`.

Agar lebih jelas, mari kita test saja.

C.37.4. Generate report dengan `singleflight` API

```
curl -s -w "elapsed: %{time_total}s\n" -i -X GET http://localhost:8080/api/repo
```



Bisa dilihat pada gambar di atas, log `generate report report-sales....` hanya dipanggil sekali meskipun ada dua concurrent api call ke endpoint tersebut. Ini tandanya fungsi untuk generate `report-sales-2021-08.txt` di-suppress agar tidak redundant.

Log setelahnya, yaitu `generation of report report-sales-2021-08.txt is shared with others` hanya akan muncul jika ada lebih dari satu api call yang hampir bersamaan di waktu proses singleflight sedang berjalan. Variabel `shared` di situ menandakan bahwa proses di-share di api call lainnya.

Cukup berguna bukan? Dengan adahnya singleflight API ini, beban backend akan sedikit diringankan. Proses yang sifatnya duplikat hanya akan dijalankan 1 saja dengan tanpa merusak flow proses.

- go-chi, by Peter Kieltyka, MIT license
- Singleflight, by Go Team, BSD-3-Clause

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-C.37...

C.38. Amazon S3 (Simple Storage Service)

Pada bab ini kita akan belajar untuk membuat koneksi ke Amazon S3 menggunakan Golang. Mulai dari cara membuat bucket di S3, melihat semua daftar bucket di S3, melihat semua object/file yang ada di dalam sebuah bucket S3, serta mengupload dan mendownload file dari S3 bucket.

Kita mulai bahasan ini dengan mengenal apa itu Amazon S3 dan beberapa istilah yang berkaitan.

C.38.1 Apa itu Amazon Simple Storage Service (S3)?

Pada dasarnya Simple Storage Service (S3) adalah layanan penyimpanan file/object yang dimiliki oleh Amazon Web Service (AWS). Dengan menggunakan Amazon S3, kita bisa menyimpan dan melindungi object untuk berbagai kebutuhan sistem kita. Ringkasnya, kita bisa menganalogikan Amazon S3 sebagai harddisk/storage online yang bisa kita akses selama kita terhubung dengan internet.

> AWS menyediakan layanan Free Tier, dengan kita bisa memanfaatkan service S3 secara gratis selama 12 bulan.

C.39.2 Beberapa istilah terkait Amazon S3

Beberapa istilah yang biasa kita temukan saat kita bekerja dengan Amazon S3 antara lain:

◉ Bucket

Bucket adalah wadah untuk object bisa disimpan ke dalam Amazon S3. Kita bisa menganalogikan bucket seperti directory yang ada di harddisk kita, dimana kita bisa membuat folder/path dan menyimpan file di dalamnya. Seperti contoh, misal kita membuat bucket `adamstudio-bucket` di region `ap-southeast-1` dan mengupload file `adamstudio.jpg`, maka kita bisa mengakses file tersebut dengan URL `https://adamstudio-bucket.s3.ap-southeast-1.amazonaws.com/adamstudio.jpg` (dengan authorisasi tertentu pastinya).

◉ Object

Object secara singkat bisa kita artikan sebagai file, meskipun pada dasarnya berbeda, karena object juga menyimpan metadata file dan data-data lainnya.

> Untuk mempelajari lebih lanjut mengenai definisi dan beberapa istilah lain terkait Amazon S3, silakan cek https://docs.aws.amazon.com/id_id/AmazonS3/latest/userguide/Welcome.html

C.39.3 *Authentication* dan *authorization* bucket S3

AWS S3 menyediakan beberapa jenis metode otentikasi untuk pengaksesan konten S3 via aplikasi, salah satunya menggunakan access keys (`aws_access_key_id` dan `aws_secret_access_key`).

Pada chapter ini kita akan menerapkan metode otentikasi tersebut, dengan asumsi *bucket policy* yang digunakan adalah *defalt*, dimana semua konten dalam bucket bisa diakses dan dimodifikasi.

> Lebih lanjut mengenai *bucket policy* bisa mengunjungi link berikut: https://docs.aws.amazon.com/id_id/AmazonS3/latest/userguide/about-object-ownership.html
>
> Disini penulis asumsikan kita sudah memiliki akses berupa `aws_access_key_id` dan `aws_secret_access_key` untuk digunakan di aplikasi kita dalam membuat koneksi ke bucket S3.

C.39.3 Koneksi ke S3

And here we go...

Ok, seperti biasa buat proyek baru, kemudian buat 1 file bernama `main.go` . Definisikan package dan import beberapa dependensi yang dibutuhkan. Disini kita akan menggunaakan official SDK dari AWS untuk Golang.

> Untuk dokumentasi detailnya bisa dibaca disini: https://aws.amazon.com/id/sdk-for-go/

Definisikan konstanta untuk menampung nilai access key, dan juga region bucket.

```go
package main

import (
    "context"
    "fmt"
    "os"
    "path/filepath"

    "github.com/aws/aws-sdk-go/aws"
    "github.com/aws/aws-sdk-go/aws/credentials"
    "github.com/aws/aws-sdk-go/aws/session"
    "github.com/aws/aws-sdk-go/service/s3"
    "github.com/aws/aws-sdk-go/service/s3/s3manager"
)

const (
    AWS_ACCESS_KEY_ID     string = "AKIA**********"
    AWS_SECRET_ACCESS_KEY string = "LReO***********"
    AWS_REGION            string = "ap-southeast-1"
)
```

> Jangan lupa untuk `go get -u github.com/aws/aws-sdk-go` dependensi aws-sdk-go

Selanjutnya, kita siapkan fungsi untuk mendapatkaan objek `*session.Session` dari AWS. Object ini berisi informasi session pengaksesan *resource* AWS, yang pada konteks ini adalah AWS S3.

```go
func newSession() (*session.Session, error) {
    sess, err := session.NewSession(&aws.Config{
        Region:      aws.String(AWS_REGION),
        Credentials: credentials.NewStaticCredentials(
            AWS_ACCESS_KEY_ID,
            AWS_SECRET_ACCESS_KEY,
            "",
        ),
    })

    if err != nil {
        return nil, err
    }

    return sess, nil
}
```

Panggil fungsi `newSession()` di atas, lalu bungkus menggunakan fungsi `s3.New()` untuk mendapatkan object session `*s3.S3`, yang pada kode berikut direpresentasikan oleh variabel `s3Client`. Lewat object tersebut nantinya operasi pengaksesan dan manipulasi konten S3 dilakukan.

```
func main() {
    sess, err := newSession()
    if err != nil {
        fmt.Println("Failed to create AWS session:", err)
        return
    }

    s3Client := s3.New(sess)
    fmt.Println("S3 session & client initialized")

    // ...
}
```

C.39.4 Membuat bucket baru ke S3

Gunakan method `CreateBucket()` milik object `client` untuk membuat bucket baru, siapkan statement dalam fungsi bernama `createBucket()`. Tulis nama bucket pada parameter pemanggilan fungsi dengan skema penulisan bisa dilihat di bawah ini:

```
func createBucket(client *s3.S3, bucketName string) error {
    _, err := client.CreateBucket(&s3.CreateBucketInput{
        Bucket: aws.String(bucketName),
    })

    return err
}
```

Navigasi ke fungsi `main()`, panggil fungsi `createBucket()` di atas. Pada contoh berikut, bucket name yang dipilih adalah `bucketName`.

```go
func main() {
    // ...

    bucketName := "adamstudio-new-bucket"

    // =============== create bucket ===============
    err = createBucket(s3Client, bucketName)
    if err != nil {
        fmt.Printf("Couldn't create new bucket: %v", err)
        return
    }

    fmt.Println("New bucket successfully created")

    // ...
}
```

Jalankan program dan lihat hasilnya.

```
(base) EC-Pradhana:go-s3 ekypradhana$ go run main.go
New bucket successfully created
```

C.39.5 Melihat semua daftar bucket di S3

Sekarang siapkan fungsi baru untuk menampilkan daftar bucket. Gunakan method `ListBuckets()`. Pada contoh berikut method dipanggil dengan parameter `nil` karena kita tidak menggunakan filter.

```go
func listBuckets(client *s3.S3) (*s3.ListBucketsOutput, error) {
    res, err := client.ListBuckets(nil)
    if err != nil {
        return nil, err
    }

    return res, nil
}
```

Modifikasi fungsi `main()`, kemudian tambahkan baris kode berikut untuk memanggil fungsi `listBuckets()` di atas. Lewat nilai balik fungsi tersebut, akses property `.Buckets` untuk mendapatkan list buckets.

```
func main() {
    // ...

    // =============== list all buckets ===============
    buckets, err := listBuckets(s3Client)
    if err != nil {
        fmt.Printf("Couldn't list buckets: %v", err)
        return
    }

    for _, bucket := range buckets.Buckets {
        fmt.Printf("Found bucket: %s, created at: %s\n", *bucket.Name, *bucket.
    }

    // ...
}
```

Jalankan program dan lihat hasilnya.

```
(base) EC-Pradhana:go-s3 ekypradhana$ go run main.go
Found bucket: adamstudio-bucket, created at: 2023-06-29 23:04:42 +0000 UTC
Found bucket: adamstudio-new-bucket, created at: 2023-07-03 23:11:32 +0000 UTC
Found bucket: padinky-bucket-test, created at: 2023-06-06 04:05:11 +0000 UTC
```

C.39.6 Mengupload object ke dalam S3 bucket

Operasi upload file bisa dilakukan via beberapa cara, salah satunya menggunakan method `Upload()` milik object uploader (yarn bertipe `*s3manager.Uploader`) yang dalam pemanggilannya, file yang ingin di-upload disisipkan sebagai argument pemanggilan method.

Pada contoh berikut, variabel `file` merepresentasikan file yang akan di upload. Variabel ini disisipkan pada pemanggilan method `Upload()` .

```
func uploadFile(uploader *s3manager.Uploader, filePath string, bucketName strin
    file, err := os.Open(filePath)
    if err != nil {
        return err
    }

    defer file.Close()

    _, err = uploader.Upload(&s3manager.UploadInput{
        Bucket: aws.String(bucketName),
        Key:    aws.String(fileName),
        Body:   file,
    })

    return err
}
```

Selanjutnya di fungsi `main()`, siapkan object uploader, caranya mudah yaitu dengan membungkus object session menggunakan fungsi `s3manager.NewUploader()`.

> Pastikan untuk tidak meng-import dependensi `github.com/aws/aws-sdk-go/service/s3/s3manager`

Tak lupa siapkan juga sample file yang akan digunakan untuk testing (untuk di upload ke bucket). Pada contoh ini penulis menggunakan file `./upload/adamstudio.jpg`.

Modifikasi lagi fungsi `main`, tambahkan statement-statement di atas dan panggil fungsi `uploadFile()`.

```
func main() {
    // ...

    // =============== upload file ===============
    uploader := s3manager.NewUploader(sess)

    fileName := "adamstudio.jpg"
    filePath := filepath.Join("upload", fileName)

    err = uploadFile(uploader, filePath, bucketName, fileName)
    if err != nil {
        fmt.Printf("Failed to upload file: %v", err)
    }

    fmt.Println("Successfully uploaded file!")

    // ...
}
```

Jalankan program dan lihat hasilnya.

```
(base) EC-Pradhana:go-s3 ekypradhana$ go run main.go
Successfully uploaded file!
```

C.39.7 Menampilkan daftar objects dalam bucket

Gunakan method `ListObjectsV2()` untuk menampilkan isi bucket.

```
func listObjects(client *s3.S3, bucketName string) (*s3.ListObjectsV2Output, er
    res, err := client.ListObjectsV2(&s3.ListObjectsV2Input{
        Bucket: aws.String(bucketName),
    })
    if err != nil {
        return nil, err
    }

    return res, nil
}
```

Panggil fungsi `listObjects()` yang telah dibuat di atas. Lewat nilai balik fungsi tersebut, akses property `.Contents` untuk mendapatkan list objects.

```go
func main() {
    // ...

    // =============== list objects ===============
    // bucketName := "adamstudio-new-bucket"
    objects, err := listObjects(s3Client, bucketName)
    if err != nil {
        fmt.Printf("Couldn't list objects: %v", err)
        return
    }

    for _, object := range objects.Contents {
        fmt.Printf("Found object: %s, size: %d\n", *object.Key, *object.Size)
    }

    // ...
}
```

Jalankan program dan lihat hasilnya.

```
PS D:\chapter-C.38-aws-s3> go run .\main.go
Found object: adamstudio.jpg, size: 6177
```

C.39.8 Men-download object dari S3 bucket

Untuk proses download, kita harus mempersiapkan satu file object terlebih dahulu untuk menampung konten hasil operasi download.

Pada contoh berikut, object `file` adalah file yang akan menampung operasi download. Object tersebut disisipkan sebagai argument pemanggilan fungsi `Download()` milik object downloader bertipe `*s3manager.Downloader`.

```
func downloadFile(downloader *s3manager.Downloader, bucketName string, key stri
    file, err := os.Create(downloadPath)
    if err != nil {
        return err
    }

    defer file.Close()

    _, err = downloader.Download(
        file,
        &s3.GetObjectInput{
            Bucket: aws.String(bucketName),
            Key:    aws.String(key),
        },
    )

    return err
}
```

Buat object downloader menggunakan fungsi `s3manager.NewDownloader()`, siapkan juga variabel untuk path file, lalu panggil method `downloadFile()`.

> Pastikan untuk meng-import dependensi `github.com/aws/aws-sdk-go/service/s3/s3manager`

```
func main() {
    // ...

    // =============== download file ===============
    downloader := s3manager.NewDownloader(sess)
    fileName := "adamstudio.jpg"
    bucketName := "adamstudio-new-bucket"
    downloadPath := filepath.Join("download", fileName)
    err = downloadFile(downloader, bucketName, fileName, downloadPath)
    if err != nil {
        fmt.Printf("Couldn't download file: %v", err)
        return
    }

    fmt.Println("Successfully downloaded file")

    // ...
}
```

Jalankan program dan lihat hasilnya.

```
(base) EC-Pradhana:go-s3 ekypradhana$ go run main.go
Successfully downloaded file
```

C.39.9 Menghapus object dari S3 bucket

Operasi delete object bisa dilakukan menggunakan method `DeleteObject()` milik object s3 client:

```go
func deleteFile(client *s3.S3, bucketName string, fileName string) error {
    _, err := client.DeleteObject(&s3.DeleteObjectInput{
        Bucket: aws.String(bucketName),
        Key:    aws.String(fileName),
    })

    return err
}
```

Panggil fungsi di atas pada `main()`, lalu sisipkan variabel file yang ingin di-delete.

```go
func main() {
    // ...

    // =============== delete file ===============
    fileName := "adamstudio.jpg"
    bucketName := "adamstudio-new-bucket"
    err = deleteFile(s3Client, bucketName, fileName)
    if err != nil {
        fmt.Printf("Couldn't delete file: %v", err)
        return
    }

    fmt.Println("Successfully delete file")
}
```

Jalankan program dan lihat hasilnya.

```
(base) EC-Pradhana:go-s3 ekypradhana$ go run main.go
Successfully delete file
```

C.39.10 Presign URL

Presign URL adalah salah satu metode untuk sharing object bisa diakses oleh publik (lewat internet). Dengan presign url, kita bisa menentukan durasi berapa lama object bisa diakses oleh public.

Cara penerapannya cukup mudah, pertama akses *instance* object menggunakan method `GetObjectRequest()`. Pada argument pemanggilan method, isi `Key` dengan nama object. Lalu gunakan nilai balik pertama statement untuk mengakses method `Presign()` sekaligus tentukan durasinya.

Pada kode berikut, method `Presign()` mengembalikan URL object yang valid selama `15 menit`.

```
func presignUrl(client *s3.S3, bucketName string, fileName string) (string, err
    req, err := client.GetObjectRequest(&s3.GetObjectInput{
        Bucket: aws.String(bucketName),
        Key:    aws.String(fileName),
    })
    if err != nil {
        return "", err
    }

    urlStr, err := req.Presign(15 * time.Minute)
    if err != nil {
        return "", err
    }

    return urlStr, nil
}
```

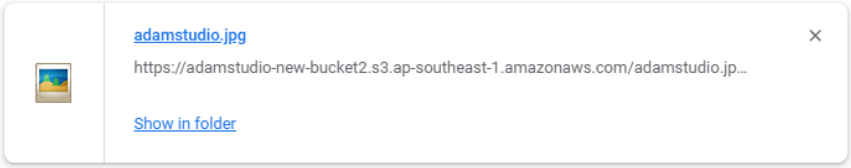
Panggil method tersebut di fungsi `main()` lalu coba akses URL nya.

```
func main() {
    // ...

    // =============== presign url ===============
    fileName := "adamstudio.jpg"
    bucketName := "adamstudio-new-bucket"
    urlStr, err := presignUrl(s3Client, bucketName, fileName)
    if err != nil {
        fmt.Printf("Couldn't presign url: %v", err)
        return
    }

    fmt.Println("Presign url:", urlStr)
}
```

Hasilnya:

```
PS D:\Labs\Adam Studio\Ebook\dasarpemrogramangolang\examples\chapter-C.38-aws-s3> go run .\main.go
Presign url: https://adamstudio-new-bucket2.s3.ap-southeast-1.amazonaws.com/adamstudio.jpg?X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz
-Credential=AKIAWLTS5CSXJAI4UZPX%2F20230706%2Fap-southeast-1%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20230706T101647Z&X-Amz-Expires=900&X-
Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Signature=ad3d7bee773c862db17b14743fdffe1bcac0ef311e621312bf9e79569bed7680
```

Today



- aws-sdk-go, by AWS, Apache 2.0 License

Source code praktik chapter ini tersedia di Github https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/.../chapter-C.38...

D.1. Insert 1 Juta Rows CSV ke Database Secara Konkuren/Parallel

Pada chapter ini kita akan praktik penerapan salah satu teknik concurrent programming di Go yaitu worker pool, dikombinasikan dengan database connection pool, untuk membaca 1 juta rows data dari sebuah file CSV untuk kemudian di-insert-kan ke MySQL server.

Pada bagian insert data kita terapkan mekanisme failover, jadi ketika ada operasi insert gagal, maka akan otomatis di-recover dan di-retry. Idealnya di akhir, semua data sejumlah satu juta akan berhasil di-insert.

D.1.1. Penjelasan

◉ Worker Pool

Worker pool adalah teknik manajemen goroutine dalam concurrent programming pada Go. Sejumlah worker dijalankan dan masing-masing memiliki tugas yang sama yaitu menyelesaikan sejumlah jobs.

Dengan metode worker pool ini, penggunaan memory dan performa program bisa lebih optimal dibanding menjalankan satu goroutine per job (yang bisa mencapai 1 juta goroutine sekaligus).

◉ Database Connection Pool

Connection pool adalah metode untuk manajemen sejumlah koneksi database agar bisa digunakan secara optimal.

Connection pool sangat penting dalam kasus operasi data yang berhubungan dengan database di mana concurrent programming diterapkan. Karena beberapa proses berjalan bersamaan, penggunaan 1 koneksi saja akan menghambat proses tersebut. Dengan beberapa koneksi dalam pool, goroutine tidak perlu rebutan satu objek koneksi.

Go mengelola connection pool secara otomatis lewat package `database/sql`. Kita cukup atur batas maksimum koneksi via `SetMaxOpenConns()` dan `SetMaxIdleConns()`.

◉ Failover

Failover merupakan mekanisme backup ketika sebuah proses gagal. Pada konteks ini, failover mengarah ke proses untuk me-retry operasi insert ketika ada error, hingga insert berhasil.

D.1.2. Persiapan

File majestic-million-csv digunakan sebagai bahan dalam praktik. File tersebut gratis dengan lisensi CCA3. Isinya adalah list dari top website berjumlah 1 juta.

Silakan download file-nya di sini: http://downloads.majestic.com/majestic_million.csv.

Setelah itu siapkan MySQL database server, buat database dan tabel `domain` di dalamnya.

```
CREATE DATABASE IF NOT EXISTS test;
USE test;
CREATE TABLE IF NOT EXISTS domain (
    GlobalRank int,
    TldRank int,
    Domain varchar(255),
    TLD varchar(255),
    RefSubNets int,
    RefIPs int,
    IDN_Domain varchar(255),
    IDN_TLD varchar(255),
    PrevGlobalRank int,
    PrevTldRank int,
    PrevRefSubNets int,
    PrevRefIPs int
);
```

Setelah itu buat project baru dengan satu file `main.go`, dan tempatkan file CSV yang sudah didownload dalam folder yang sama.

Karena contoh ini menggunakan MySQL, perlu install driver-nya terlebih dahulu.

```
go get -u github.com/go-sql-driver/mysql
```

D.1.3. Praktik

◉ Definisi Variabel

Ada beberapa variabel konfigurasi yang perlu dipersiapkan.

```go
var (
    dbConnString   = "root@/test"
    dbMaxIdleConns = 4
    dbMaxConns     = 100
    totalWorker    = 100
    csvFile        = "majestic_million.csv"
    dataHeaders    = []string{
        "GlobalRank", "TldRank", "Domain", "TLD",
        "RefSubNets", "RefIPs", "IDN_Domain", "IDN_TLD",
        "PrevGlobalRank", "PrevTldRank", "PrevRefSubNets", "PrevRefIPs",
    }
)
```

- `dbConnString` adalah connection string ke MySQL. Sesuaikan dengan konfigurasi lokal.
- `dbMaxIdleConns` adalah jumlah koneksi idle yang diizinkan dalam pool.
- `dbMaxConns` adalah jumlah maksimum koneksi aktif dalam pool.
- `totalWorker` adalah jumlah goroutine worker yang akan berjalan bersamaan.
- `csvFile` adalah nama file CSV yang berada satu folder dengan `main.go`.
- `dataHeaders` adalah nama kolom tabel, sesuai urutan kolom di CSV (setelah baris header dilewati).

◉ Fungsi Buka Koneksi Database

```go
func openDbConnection() (*sql.DB, error) {
    log.Println("=> open db connection")

    db, err := sql.Open("mysql", dbConnString)
    if err != nil {
        return nil, err
    }

    db.SetMaxOpenConns(dbMaxConns)
    db.SetMaxIdleConns(dbMaxIdleConns)

    return db, nil
}
```

`sql.Open()` tidak langsung membuka koneksi, ia hanya memvalidasi argumen dan mempersiapkan pool. Koneksi aktual baru dibuka saat pertama kali digunakan. `SetMaxOpenConns()` dan `SetMaxIdleConns()` mengatur batas pool agar tidak membebani server database.

Jangan lupa import driver-nya secara blank import agar side effect registrasinya berjalan.

```
import _ "github.com/go-sql-driver/mysql"
```

◉ Fungsi Baca CSV

```
func openCsvFile() (*csv.Reader, *os.File, error) {
    log.Println("=> open csv file")

    f, err := os.Open(csvFile)
    if err != nil {
        if os.IsNotExist(err) {
            log.Fatal("file majestic_million.csv tidak ditemukan. silakan downl
        }
        return nil, nil, err
    }

    reader := csv.NewReader(f)
    return reader, f, nil
}
```

Fungsi ini membuka file CSV dan mengembalikan objek `*csv.Reader` untuk dibaca baris per baris, plus objek `*os.File` agar bisa di-close oleh pemanggil. Pengecekan `os.IsNotExist()` memberikan pesan error yang lebih informatif jika file belum didownload.

◉ Fungsi Menjalankan Workers

```
func dispatchWorkers(db *sql.DB, jobs <-chan []interface{}, wg *sync.WaitGroup)
    for workerIndex := 0; workerIndex < totalWorker; workerIndex++ {
        go func(workerIndex int, db *sql.DB, jobs <-chan []interface{}, wg *syr
            counter := 0

            for job := range jobs {
                doTheJob(workerIndex, counter, db, job)
                wg.Done()
                counter++
            }
        }(workerIndex, db, jobs, wg)
    }
}
```

Fungsi ini men-dispatch sejumlah `totalWorker` goroutine. Setiap goroutine adalah satu worker yang terus memantau channel `jobs`. Saat ada data masuk, worker mengambil dan memprosesnya lewat `doTheJob()`. Setelah selesai, `wg.Done()` dipanggil untuk menandai satu job selesai.

Perlu diperhatikan bahwa `workerIndex` dijadikan argumen goroutine, bukan di-capture langsung dari loop. Ini penting agar tiap goroutine mendapat nilai `workerIndex` yang tepat, bukan nilai terakhir dari perulangan.

◉ Fungsi Baca CSV dan Pengiriman Jobs ke Worker

Proses membaca file CSV bersifat sekuensial, baris demi baris dari atas ke bawah. Ini memang tidak bisa di-konkurensikan, karena `csv.Reader` membaca stream secara berurutan.

```
func readCsvFilePerLineThenSendToWorker(csvReader *csv.Reader, jobs chan<- []ir
    isHeader := true
    for {
        row, err := csvReader.Read()
        if err != nil {
            if err == io.EOF {
                err = nil
            }
            break
        }

        if isHeader {
            isHeader = false
            continue
        }

        rowOrdered := make([]interface{}, 0)
        for _, each := range row {
            rowOrdered = append(rowOrdered, each)
        }

        wg.Add(1)
        jobs <- rowOrdered
    }
    close(jobs)
}
```

Baris pertama CSV adalah header, dilewati dengan flag `isHeader`. Baris selanjutnya dikonversi ke `[]interface{}` dan dikirim ke channel `jobs`. Setiap pengiriman dibarengi `wg.Add(1)` agar WaitGroup tahu ada satu job baru yang harus ditunggu.

Setelah semua baris terbaca (loop selesai), channel `jobs` di-close. Penutupan ini yang menyebabkan semua worker keluar dari `for job := range jobs` setelah job terakhir selesai diproses.

◉ Fungsi Insert Data ke Database

```
func doTheJob(workerIndex, counter int, db *sql.DB, values []interface{}) {
    for {
        var outerError error
        func(outerError *error) {
            defer func() {
                if err := recover(); err != nil {
                    *outerError = fmt.Errorf("%v", err)
                }
            }()

            conn, err := db.Conn(context.Background())
            if err != nil {
                *outerError = err
                return
            }
            defer conn.Close()

            query := fmt.Sprintf("INSERT INTO domain (%s) VALUES (%s)",
                strings.Join(dataHeaders, ","),
                strings.Join(generateQuestionsMark(len(dataHeaders)), ","),
            )

            _, err = conn.ExecContext(context.Background(), query, values...)
            if err != nil {
                *outerError = err
                return
            }
        }(&outerError)
        if outerError == nil {
            break
        }
        log.Println("=> retrying insert, error:", outerError)
    }

    if counter%100 == 0 {
        log.Println("=> worker", workerIndex, "inserted", counter, "data")
    }
}

func generateQuestionsMark(n int) []string {
    s := make([]string, 0)
    for i := 0; i < n; i++ {
        s = append(s, "?")
    }
```

```
    return s
}
```

Beberapa hal penting dalam fungsi ini:

- Keseluruhan operasi insert dibungkus dalam IIFE (immediately invoked function expression) di dalam perulangan `for`. Ini adalah implementasi mekanisme failover: jika insert gagal (`outerError != nil`), perulangan lanjut dan operasi diulang.
- `defer func() { recover() }()` menangkap panic yang mungkin terjadi dari dalam IIFE dan mengonversinya ke error biasa, agar bisa ditangani oleh mekanisme retry.
- `db.Conn()` mengambil satu koneksi dari pool. Error dari pemanggilan ini perlu dicek, karena jika pool penuh dan semua koneksi sedang dipakai, pemanggilan ini bisa gagal.
- `defer conn.Close()` mengembalikan koneksi ke pool setelah IIFE selesai, baik sukses maupun gagal.
- Query dibentuk secara dinamis menggunakan `dataHeaders` dan placeholder `?` sejumlah kolom. Penggunaan placeholder (parameterized query) ini penting untuk menghindari SQL injection.

> **Catatan:** Mekanisme retry di atas tidak memiliki batas percobaan dan tidak ada jeda antar retry. Jika database tidak dapat diakses dalam waktu lama, goroutine akan terus looping tanpa henti. Untuk kebutuhan produksi, tambahkan batas maksimum retry dan exponential backoff.

◉ Fungsi Main

```go
func main() {
    start := time.Now()

    db, err := openDbConnection()
    if err != nil {
        log.Fatal(err.Error())
    }

    csvReader, csvFile, err := openCsvFile()
    if err != nil {
        log.Fatal(err.Error())
    }
    defer csvFile.Close()

    jobs := make(chan []interface{}, 0)
    wg := new(sync.WaitGroup)

    go dispatchWorkers(db, jobs, wg)
    readCsvFilePerLineThenSendToWorker(csvReader, jobs, wg)

    wg.Wait()

    duration := time.Since(start)
    fmt.Println("done in", int(math.Ceil(duration.Seconds())), "seconds")
}
```

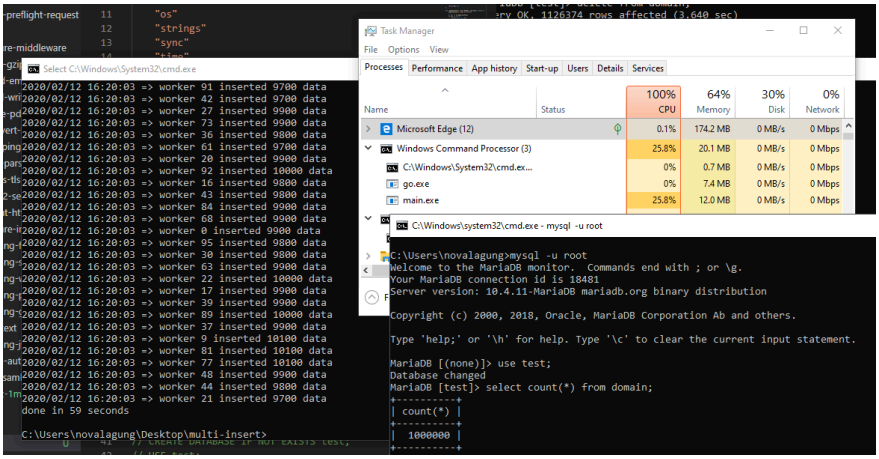
Alur eksekusinya adalah:

1. Buka koneksi database.
2. Buka file CSV.
3. Buat channel `jobs` dan WaitGroup.
4. `dispatchWorkers()` dijalankan sebagai goroutine agar langsung siap menunggu jobs.
5. `readCsvFilePerLineThenSendToWorker()` dijalankan di goroutine utama (blocking): membaca CSV baris demi baris dan mengirim ke `jobs`.
6. `wg.Wait()` menunggu seluruh 1 juta insert selesai sebelum program berhenti.

> Channel `jobs` di sini dibuat tanpa buffer (`make(chan []interface{}, 0)`). Artinya setiap pengiriman baris CSV akan memblokir sampai ada worker yang mengambilnya. Jika ingin mengurangi kemungkinan reader memblokir terlalu lama, bisa gunakan buffered channel, misalnya `make(chan []interface{}, 500)`.

D.1.4. Eksekusi Program

Setelah semua siap, jalankan program-nya.



Bisa dilihat operasi insert selesai dalam waktu sekitar 1 menit. Pengujian dilakukan pada laptop dengan spesifikasi berikut:

- Core i7-8750H 2.20GHz (6 core, 12 logical processor)
- RAM 16GB
- SSD

Utilisasi CPU hanya 25.8% dan RAM hanya 12MB untuk sisi program Go-nya. CPU usage di Task Manager mencapai 100% karena MySQL server lokal yang bekerja keras melayani 100 koneksi insert secara bersamaan.

Sebagai perbandingan, operasi insert yang sama secara sekuensial (tanpa worker pool dan tanpa connection pool) memakan waktu hingga **20 menit**. Perbedaan performa ini menunjukkan betapa signifikannya penerapan konkurensi untuk kasus seperti ini.

> Praktik pada chapter ini bersifat POC (Proof of Concept). Untuk kebutuhan produksi, pertimbangkan batched insert (insert beberapa baris dalam satu query), mekanisme retry dengan backoff, serta monitoring terhadap jumlah koneksi database yang aktif.

- go-sql-driver/mysql, by Go SQL Driver Team, Mozilla Public License 2.0

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/...

D.2. Google API Search Dengan Timeout

Pada chapter ini kita akan mencoba studi kasus yaitu membuat web service API untuk *wrap* pencarian ke Google Search API.

Proses pembelajaran dilakukan dengan praktik membuat sebuah aplikasi web service kecil, yang tugasnya melakukan pencarian data. Nantinya akan dibuat juga middleware `MiddlewareUtility`, tugasnya menyisipkan informasi origin dispatcher request, ke dalam context request, sebelum akhirnya sampai pada handler endpoint yg sedang diakses.

D.2.1. Context Value

Ok, langsung saja, siapkan folder project baru dengan struktur seperti berikut.

```
mkdir chapter-d2
cd chapter-d2
go mod init chapter-d2

# then prepare underneath structures
tree .
.
├── main.go
└── middleware.go

0 directories, 2 files
```

Pada file `middleware.go` isi dengan `CustomMux` yang pada pembahasan-pembahasan sebelumnya sudah pernah kita gunakan.

```
package main

import "net/http"

type CustomMux struct {
    http.ServeMux
    middlewares []func(next http.Handler) http.Handler
}

func (c *CustomMux) RegisterMiddleware(next func(next http.Handler) http.Handle
    c.middlewares = append(c.middlewares, next)
}

func (c *CustomMux) ServeHTTP(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    var current http.Handler = &c.ServeMux

    for _, next := range c.middlewares {
        current = next(current)
    }

    current.ServeHTTP(w, r)
}
```

Lalu pada file `main.go`, buat satu buah endpoint `/api/search`, dengan isi handler menampilkan data `from` yang diambil dari request context. Data `from` ini diset ke dalam request context oleh middleware `MiddlewareUtility`.

```go
package main

import (
    "context"
    "io"
    "fmt"
    "errors"
    "time"
    "net/http"
)

type M map[string]interface{}

func main() {
    mux := new(CustomMux)
    mux.RegisterMiddleware(MiddlewareUtility)

    mux.HandleFunc("/api/search", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request)
        from := r.Context().Value("from").(string)
        w.Write([]byte(from))
    })

    server := new(http.Server)
    server.Handler = mux
    server.Addr = ":80"

    fmt.Println("Starting server at", server.Addr)
    server.ListenAndServe()
}
```

Cara mengakses context request adalah lewat method `.Context()` milik objek request. Lalu chain dengan method `Value()` untuk mengambil data sesuai dengan key yang disisipkan pada parameter.

Untuk sekarang, tugas dari endpoint `/api/search` hanya menampilkan data tersebut, tidak lebih.

Selanjutnya siapkan middleware `MiddlewareUtility`. Di dalamnya, ada pengecekan header `Referer`, jika ada maka dijadikan value data `from` (yang kemudian disimpan pada context); sedangkan jika tidak ada maka value-nya berasal dari property `.Host` milik objek request.

```
func MiddlewareUtility(next http.Handler) http.Handler {
    return http.HandlerFunc(func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
        ctx := r.Context()
        if ctx == nil {
            ctx = context.Background()
        }

        from := r.Header.Get("Referer")
        if from == "" {
            from = r.Host
        }

        ctx = context.WithValue(ctx, "from", from)

        requestWithContext := r.WithContext(ctx)
        next.ServeHTTP(w, requestWithContext)
    })
}
```

Objek request context bisa didapat lewat pengaksesan method `.Context()` milik `*http.Request`. Objek ini bertipe `context.Context` dengan zero type adalah `nil`.

Pada kode di atas, jika context adalah `nil`, maka di-inisialisasi dengan context baru lewat `context.Background()`.

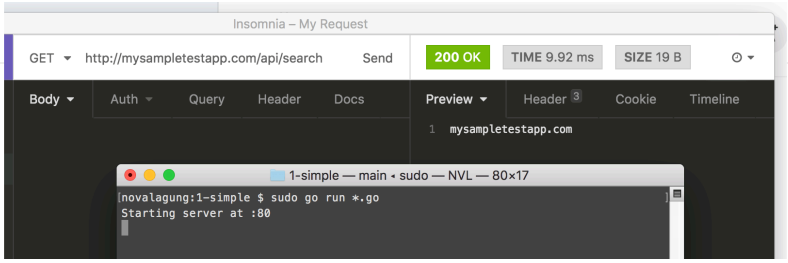
Objek `ctx` yang merupakan `context.Context` di sini kita tempeli data `from`. Cara melakukannya dengan memanggil statement `context.WithValue()` dengan disisipi 3 buah parameter.

1. Parameter ke-1, isinya adalah objek context.
2. Parameter ke-2, isinya key dari data yang akan disimpan.
3. Parameter ke-3, adalah value data yang akan disimpan.

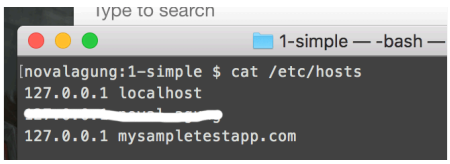
Fungsi `.WithValue()` di atas mengembalikan objek context, isinya adalah objek context yang disisipkan di parameter pertama pemanggilan fungsi, tapi sudah disisipi data dengan key dari parameter ke-2 dan value dari parameter ke-3. Jadi tampung saja objek context kembalian statement ini ke objek yang sama, yaitu `ctx`.

Ok, sekarang objek `ctx` sudah dimodifikasi. Objek ini perlu untuk ditempelkan lagi ke objek request. Caranya dengan mengakses method `.WithContext()` milik objek request, lalu gunakan nilai baliknya pada `next.ServeHTTP()`.

Jalankan aplikasi, hasilnya kurang lebih seperti gambar berikut.



O iya, penulis tidak menggunakan `http://localhost` untuk mengakses aplikasi, melainkan menggunakan `http://mysampletestapp.com` , dengan catatan domain ini sudah saya arahkan ke 127.0.0.1.



Ok, untuk sekarang sepertinya cukup jelas mengenai penggunaan context pada objek http request. Tinggal kembangkan saja sesuai kebutuhan, seperti contohnya: context untuk menyimpan data session, yang diambil dari database sessuai dengan session id nya.

D.2.2. Context Timeout & Cancellation

Melanjutkan program yang sudah dibuat, nantinya pada endpoint `/api/search` akan dilakukan sebuah pencarian ke Google sesuai dengan keyword yang diinginkan. Pencarian dilakukan dengan memanfaatkan Custom Search JSON API milik Google.

Sekarang ubah isi handler endpoint tersebut menjadi seperti berikut.

```
mux.HandleFunc("/api/search", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    ctx := r.Context()

    keyword := r.URL.Query().Get("keyword")
    chanRes := make(chan []byte)
    chanErr := make(chan error)

    go doSearch(ctx, keyword, chanRes, chanErr)

    select {
    case res := <-chanRes:
        w.Header().Set("Content-type", "application/json")
        w.Write(res)
    case err := <-chanErr:
        http.Error(w, err.Error(), http.StatusInternalServerError)
    }
})
```

Proses pencarian dilakukan secara *asynchronous* lewat fungsi `doSearch()` yang nantinya akan kita buat. Pemanggilannya menggunakan keyword `go` dan disisipkan beberapa parameter yang dua di antaranya bertipe channel.

- Channel `chanRes`, digunakan jika proses pencarian sukses. Data hasil pencarian dilempar ke main routine lewat channel ini, untuk kemudian diteruskan sebagai response endpoint
- Channel `chanErr`, digunakan untuk pass objek error, jika memang terjadi error.

Ok, lanjut, siapkan dua buah konstanta baru.

- Konstanta `SEARCH_MAX_DURATION`, digunakan untuk menge-set max response time. Jika melebihi, maka request langsung di-cancel.

```
var SEARCH_MAX_DURATION = 4 * time.Second
```

- Konstanta `GOOGLE_SEARCH_API_KEY`, ini merupakan API key yang diperlukan dalam penggunaan Custom Search API. Silakan merujuk ke laman Google Cloud Platform untuk mendapatkan API key.

```
var GOOGLE_SEARCH_API_KEY = "ASSVnHfjD_ltXXXXSyB6WWWWWWWWveMFgE"
```

Sekarang kita mulai masuk ke bagian pembuatan fungsi pencarian `doSearch()`. Silakan tulis kode berikut.

```
func doSearch(
    ctx context.Context,
    keyword string,
    chanRes chan []byte,
    chanErr chan error,
) {
    innerChanRes := make(chan []byte)
    innerChanErr := make(chan error)

    url := "https://www.googleapis.com/customsearch/v1"
    url = fmt.Sprintf("%s?key=%s", url, GOOGLE_SEARCH_API_KEY)
    url = fmt.Sprintf("%s&cx=017576662512468239146:omuauf_lfve", url)
    url = fmt.Sprintf("%s&callback=hndlr", url)
    url = fmt.Sprintf("%s&q=%s", url, keyword)

    from := ctx.Value("from").(string)

    // ...
}
```

Di dalam fungsi tersebut, `url` pencarian dibentuk, data API key dan keyword pencarian disisipkan. Selain itu disiapkan pula `innerChanRes` dan `innerChanErr` yang kegunaannya mirip seperti objek channel yang disisipkan pada pemanggilan

fungsi, hanya saja dua channel baru ini digunakan hanya dalam fungsi ini saja.

Lanjut tulis kode berikut.

```
ctx, cancel := context.WithTimeout(ctx, SEARCH_MAX_DURATION)
defer cancel()

req, err := http.NewRequest("GET", url, nil)
if err != nil {
    innerChanErr <- err
    return
}

req = req.WithContext(ctx)
req.Header.Set("Referer", from)

transport := new(http.Transport)
client := new(http.Client)
client.Transport = transport
```

Objek `ctx` yang di-pass dari luar, dibungkus lagi menggunakan `context.WithTimeout()`. Fungsi ini mengembalikan objek context yang sudah ditambahi data deadline. Tepat setelah statement ini dieksekusi, dalam durasi `SEARCH_MAX_DURATION` context akan di-cancel.

> Pengesetan deadline context bisa dilakukan lewat `context.WithTimeout()`, atau bisa juga lewat `context.WithDeadline()`. Perbedaannya pada fungsi `.WithDeadline()` parameter yang disisipkan bertipe `time.Time`.

Disiapkan juga objek `req` yang merupakan objek request. Objek ini dibungkus menggunakan `req.WithContext()` dengan isi parameter objek `ctx`, menjadikan objek context yang sudah kita buat tertempel pada request ini. Kegunaannya nanti akan dibahas.

Selain itu, data `from` yang didapat dari request context disisipkan sebagai request header pada objek `req`.

Disiapkan juga objek `transport` yang bertipe `*http.Transport` dan objek `client` yang bertipe `*http.Client`.

Setelah ini, tulis kode untuk dispatch request yang sudah dibuat lalu handle response nya. Jalankan proses-nya sebagai goroutine.

```
go func() {
    resp, err := client.Do(req)
    if err != nil {
        innerChanErr <- err
        return
    }

    if resp != nil {
        defer resp.Body.Close()
        resData, err := io.ReadAll(resp.Body)
        if err != nil {
            innerChanErr <- err
            return
        }
        innerChanRes <- resData
    } else {
        innerChanErr <- errors.New("No response")
    }
}()
```

Request di-trigger lewat statement `client.Do(req)`. Jika menghasilkan error, maka kirim informasi errornya ke channel `innerChanErr`. Cek juga objek response hasil request tersebut, jika kosong maka lempar sebuah error ke channel yang sama.

Baca response body, jika tidak ada masalah, lempar result-nya ke channel `innerChanRes`.

Selanjutnya, kita lakukan pengecekan menggunakan teknik `select case` untuk mengetahui channel mana yang menerima data.

```
select {
case res := <-innerChanRes:
    chanRes <- res
    return
case err := <-innerChanErr:
    transport.CancelRequest(req)
    chanErr <- err
    return
case <-ctx.Done():
    transport.CancelRequest(req)
    chanErr <- errors.New("Search proccess exceed timeout")
    return
}
```

Silakan perhatikan kode di atas, kita akan bahas 2 `case` pertama.

- Jika channel `innerChanRes` mendapati kiriman data, maka langsung diteruskan ke channel `chanRes`.
- Jika channel `innerChanErr` mendapati kiriman data, maka langsung diteruskan ke channel `chanErr`. Tak lupa cancel request lewat method `transport.CancelRequest(req)`, ini diperlukan karena request gagal.

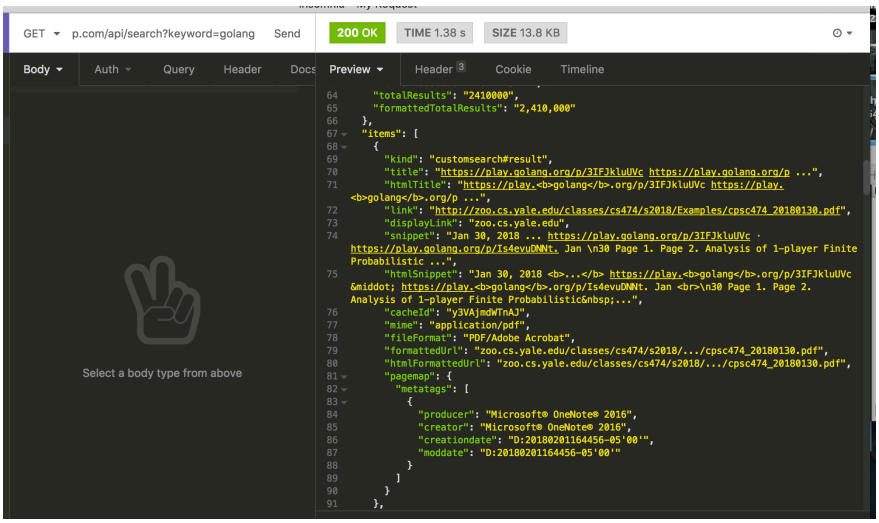
Untuk case terakhir `case <-ctx.Done()`, penjelasannya agak sedikit panjang. Objek context, memiliki method `ctx.Done()` yang mengembalikan channel. Channel ini akan melewatkan data jika deadline timeout context-nya terpenuhi. Dan jika itu terjadi, pada kode di atas langsung dikembalikan sebuah error ke channel `chanErr` dengan isi error `Search proccess exceed timeout`; tak lupa request-nya juga di-cancel.

Request perlu di-cancel karena jika waktu sudah mencapai deadline context (yaitu `SEARCH_MAX_DURATION`), pada saat tersebut bisa saja request belum selesai, maka dari itu request perlu di-cancel.

Jika di-summary, maka yang dilakukan oleh fungsi `doSearch` kurang lebih sebagai berikut sebagai berikut.

- Jika request pencarian tak lebih dari `SEARCH_MAX_DURATION`:
  - Jika hasilnya sukses, maka kembalikan response body lewat channel `chanRes`.
  - Jika hasilnya gagal, maka kembalikan error-nya lewat channel `chanErr`.
- Jika request pencarian lebih dari `SEARCH_MAX_DURATION`, maka dianggap *timeout*, langsung lempar error timeout ke channel `chanErr`.

Jalankan, lihat hasilnya.



Informasi tambahan: best practice mengenai cancelation context adalah untuk selalu menambahkan `defer cancel()` setelah (cancelation) context dibuat. Lebih jelasnya silakan baca https://blog.golang.org/context.

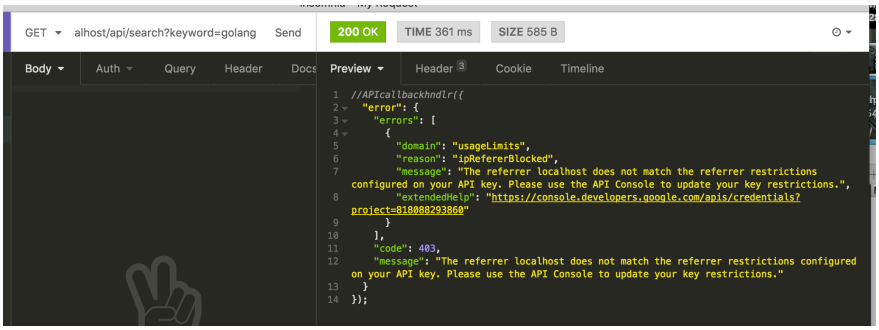
D.2.3. Google Search API Restrictions Referer

Di bagian awal chapter ini, kita belajar mengenai context value. Kenapa penulis memilih menggunakan context untuk menyisipkan data referer, kenapa tidak contoh yg lebih umum seperti session dan lainnya? sebenarnya ada alasannya.

Silakan coba akses kedua url berikut.

- http://mysampletestapp.com/api/search?keyword=golang
- http://localhost/api/search?keyword=golang

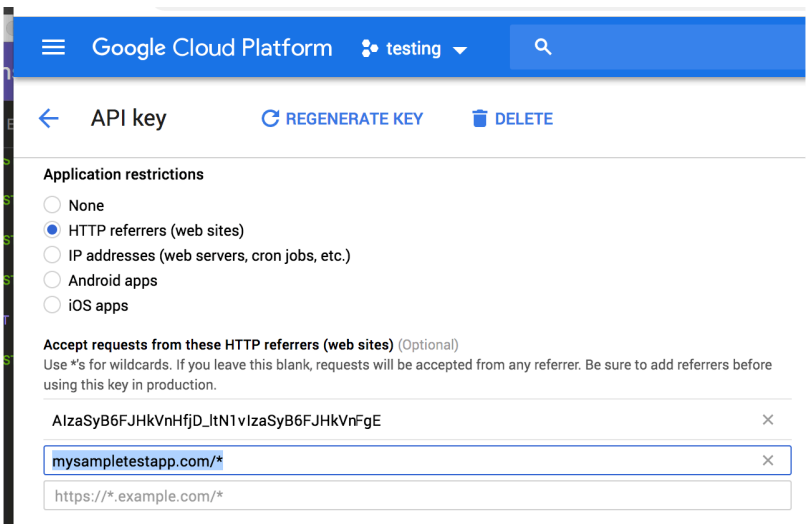
Harusnya yang dikembalikan sama, tapi kenyataannya pengaksesan lewat url `localhost` menghasilkan error.



Error message:

```
The referrer localhost does not match the referrer restrictions configured on y
```

Error di atas muncul karena, host `localhost` belum didaftarkan pada API console. Berbeda dengan `mysampletestapp.com` yang sudah didaftarkan, host ini berhak mengakses menggunakan API key yang kita gunakan.



Source code praktik chapter ini tersedia di Github

https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/...

D.3. Web Socket: Chatting App

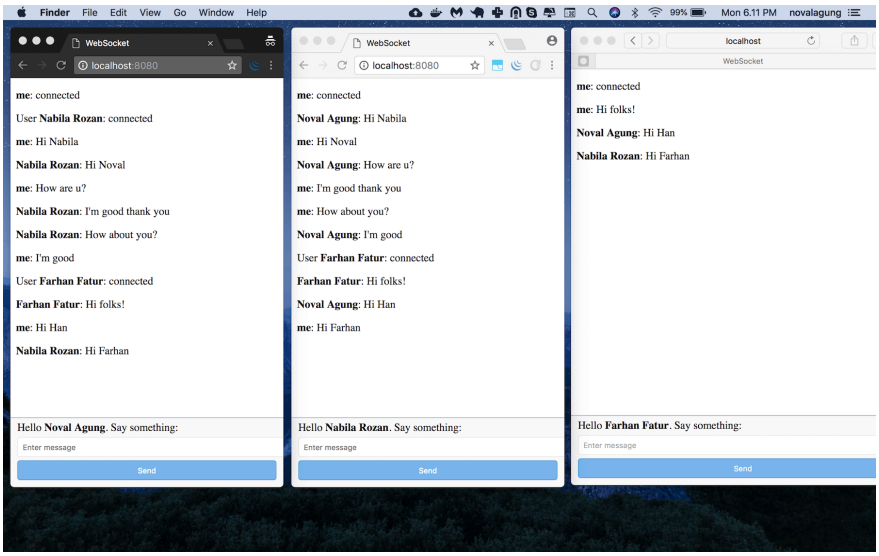
Pada chapter ini kita akan belajar penerapan web socket di Go, untuk membuat sebuah aplikasi chatting. Web socket server dibuat menggunakan library Gorilla Web Socket, dan di sisi front end kita menggunakan native API milik javascript yaitu WebSocket untuk melakukan komunikasi dengan socket server.

> Jelasnya kapabilitas web socket bisa dicapai dengan cukup menggunakan default package yang disediakan Go. Namun pada chapter ini pembelajaran dilakukan menggunakan 3rd party library.

Seperti biasanya proses belajar dilakukan sambil praktik. Kita buat aplikasi chatting minimalis, dengan kode se-sedikit mungkin agar mudah dipahami, development dilakukan *from scratch*.

Nantinya saat testing akan ada banyak user terhubung dengan socket server, dalam satu room. Setiap pesan yang ditulis oleh salah seorang user, bisa dibaca oleh semua user lainnya.

Kurang lebih aplikasi yang kita kembangkan seperti gambar di bawah ini.



D.3.1. Back End

Buat folder project baru.

```
mkdir chapter-d3
cd chapter-d3
go mod init chapter-d3

go get -u github.com/gorilla/websocket@v1.5.3
go get -u github.com/novalagung/gubrak/v2
```

Siapkan dua buah file, `main.go` dan `index.html`. Kita akan buat socket server terlebih dahulu. Silakan tulis kode berikut ke dalam `main.go`.

```
package main

import (
    "fmt"
    "github.com/gorilla/websocket"
    gubrak "github.com/novalagung/gubrak/v2"
    "os"
    "log"
    "net/http"
    "strings"
)

type M map[string]interface{}

const MESSAGE_NEW_USER = "New User"
const MESSAGE_CHAT = "Chat"
const MESSAGE_LEAVE = "Leave"

var upgrader = websocket.Upgrader{
    ReadBufferSize:  1024,
    WriteBufferSize: 1024,
}

var connections = make([]*WebSocketConnection, 0)
```

Konstanta dengan prefix `MESSAGE_*` adalah representasi dari jenis message yang dikirim dari socket server ke semua client (yang terhubung).

- Konstanta `MESSAGE_NEW_USER`. Ketika ada user baru terhubung ke room, maka sebuah pesan **User XXX: connected** akan muncul. Konstanta ini digunakan oleh socket server dalam mem-broadcast informasi tersebut.
- Konstanta `MESSAGE_CHAT`. Ketika user/client mengirim message/pesan ke socket server, message tersebut kemudian diteruskan ke semua client lainnya oleh socket server. Isi pesan di-broadcast oleh socket server ke semua user yang terhubung menggunakan konstanta ini.
- Konstanta `MESSAGE_LEAVE`. Digunakan oleh socket server untuk menginformasikan semua client lainnya, bahwasanya ada client yang keluar dari room (terputus dengan socket server). Pesan **User XXX: disconnected** dimunculkan.

Selain 3 konstanta di atas, ada variabel `connections`. Variabel ini digunakan untuk menampung semua client yang terhubung ke socket server.

OK, setelah kode di atas ditulis, siapkan tiga buah struct berikut.

- Struct `SocketPayload`, digunakan untuk menampung payload yang dikirim dari front end.

```
type SocketPayload struct {
    Message string
}
```

- Struct `SocketResponse`, digunakan oleh back end (socket server) sewaktu mem-broadcast message ke semua client yang terhubung. Field `Type` akan berisi salah satu dari konstanta dengan prefix `MESSAGE_*`.

```
type SocketResponse struct {
    From    string
    Type    string
    Message string
}
```

- Struct `WebSocketConnection`. Nantinya setiap client yang terhubung, objek koneksi-nya disimpan ke slice `connections` yang tipenya adalah `[]*WebSocketConnection`.

```
type WebSocketConnection struct {
    *websocket.Conn
    Username string
}
```

Selanjutnya buat fungsi `main()`, siapkan satu buah rute, `/`, isinya menampilkan template view `index.html`. Siapkan juga rute `/ws` yang akan menjadi gateway komunikasi socket.

```
func main() {
    http.HandleFunc("/", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
        content, err := os.ReadFile("index.html")
        if err != nil {
            http.Error(w, "Could not open requested file", http.StatusInternalS
            return
        }

        fmt.Fprintf(w, "%s", content)
    })

    http.HandleFunc("/ws", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
        // socket code here
    })

    fmt.Println("Server starting at :8080")
    http.ListenAndServe(":8080", nil)
}
```

Handler `/ws` diisi dengan proses untuk konversi koneksi HTTP ke koneksi web socket. Objek `upgrader` bertipe `websocket.Upgrader` disiapkan di package level, dengan konfigurasi besar read buffer dan write buffer masing-masing 1024 bytes. Method `upgrader.Upgrade()` kemudian digunakan untuk melakukan upgrade koneksi.

```
http.HandleFunc("/ws", func(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    currentGorillaConn, err := upgrader.Upgrade(w, r, w.Header())
    if err != nil {
        http.Error(w, "Could not open websocket connection", http.StatusBadRequ
        return
    }

    username := r.URL.Query().Get("username")
    currentConn := WebSocketConnection{Conn: currentGorillaConn, Username: user
    connections = append(connections, &currentConn)

    go handleIO(&currentConn)
})
```

Di sisi client, ketika inisialisasi koneksi web socket, informasi **username** disisipkan sebagai query string. Lalu di back end diambil untuk ditempelkan ke objek koneksi socket (yang kemudian dimasukkan ke `connections`).

```
app.ws = new WebSocket("ws://localhost:8080/ws?username=" + name);
```

Objek `currentGorillaConn` yang merupakan objek *current* koneksi web server, kita cast ke tipe `WebSocketConnection` , kemudian ditampung ke `currentConn` . Informasi username di atas ditambahkan sebagai identifier dalam objek tersebut.

Slice `connections` menampung semua koneksi web socket, termasuk `currentConn` .

Di akhir handler, fungsi `handleIO()` dipanggil sebagai sebuah goroutine dengan objek `currentConn` disisipkan sebagai argument (variabel `connections` diakses langsung sebagai global). Tugas fungsi `handleIO()` ini adalah untuk me-manage komunikasi antara client dan server. Proses broadcast message ke semua client yg terhubung dilakukan dalam fungsi ini.

Berikut adalah isi fungsi `handleIO()` .

```go
func handleIO(currentConn *WebSocketConnection) {
    defer func() {
        if r := recover(); r != nil {
            log.Println("ERROR", fmt.Sprintf("%v", r))
        }
    }()

    broadcastMessage(currentConn, MESSAGE_NEW_USER, "")

    for {
        payload := SocketPayload{}
        err := currentConn.ReadJSON(&payload)
        if err != nil {
            if strings.Contains(err.Error(), "websocket: close") {
                broadcastMessage(currentConn, MESSAGE_LEAVE, "")
                ejectConnection(currentConn)
                return
            }

            log.Println("ERROR", err.Error())
            continue
        }

        broadcastMessage(currentConn, MESSAGE_CHAT, payload.Message)
    }
}
```

Ketika koneksi terjalin untuk pertama kalinya, antara socket client dan socket server, fungsi `broadcastMessage()` dipanggil. Semua client yang terhubung (kecuali `currentConn`) dikirimi pesan dengan jenis `MESSAGE_NEW_USER`, menginformasikan bahwa ada user baru terhubung ke room.

Selanjutnya, ada perulangan tanpa henti. Statement `currentConn.ReadJSON()` dalam loop adalah blocking. Statement tersebut hanya akan tereksekusi ketika ada payload (berupa message/pesan) dikirim dari socket client. Payload tersebut diterima oleh socket server, kemudian di-broadcast ke semua client yang terhubung (kecuali `currentConn`) dengan jenis message terpilih adalah `MESSAGE_CHAT`. Data message sendiri disisipkan sebagai parameter ke-3 pemanggilan `broadcastMessage()`.

Ketika ada client terputus koneksinya dengan socket server, method `.ReadJSON()` otomatis terpanggil, namun tidak melakukan apa-apa dan **pasti** mengembalikan error. Berikut adalah error message-nya.

```
websocket: close 1001 (going away)
```

Error di atas adalah indikator bahwa *current* client terputus koneksinya dengan socket server. Ketika hal ini terjadi, maka akan ada message yang di-broadcast ke semua client yang terhubung (kecuali `currentConn`) dengan jenis message adalah `MESSAGE_LEAVE`, untuk menginformasikan bahwa ada user (yaitu `currentConn`) yang leave room. Tak lupa, objek `currentConn` dikeluarkan dari slice `connections` lewat fungsi `ejectConnection()`.

Berikut adalah deklarasi fungsi `ejectConnection()` dan `broadcastMessage()`.

- Fungsi `ejectConnection()`:

```
func ejectConnection(currentConn *WebSocketConnection) {
    filtered := gubrak.From(connections).Reject(func(each *WebSocketConne
        return each == currentConn
    }).Result()
    connections = filtered.([]*WebSocketConnection)
}
```

- Fungsi `broadcastMessage()`:

```
func broadcastMessage(currentConn *WebSocketConnection, kind, message str
    for _, eachConn := range connections {
        if eachConn == currentConn {
            continue
        }

        eachConn.WriteJSON(SocketResponse{
            From:    currentConn.Username,
            Type:    kind,
            Message: message,
        })
    }
}
```

Method `.WriteJSON()` milik `websocket.Conn` digunakan untuk mengirim data dari socket server ke socket client (yang direpresentasikan oleh `eachConn`). Dalam fungsi `broadcastMessage()` di atas, semua client yang terhubung dikirimi data (sesuai parameter), terkecuali untuk current client.

Bagian back end sudah cukup. Sekarang lanjut ke layer front end.

D.3.2. Front End

Siapkan terlebih dahulu basis layout front end. Ada dua section penting yg harus disiapkan.

1. Sebuah div dengan ukuran besar, nantinya diisi dengan message yang dikirim oleh current client dan client lainnya.
2. Sebuah form dengan isi satu inputan text dan satu button. Nantinya user menulis pesan yang ingin di-broadcast ke inputan text, lalu klik button untuk submit message tersebut.

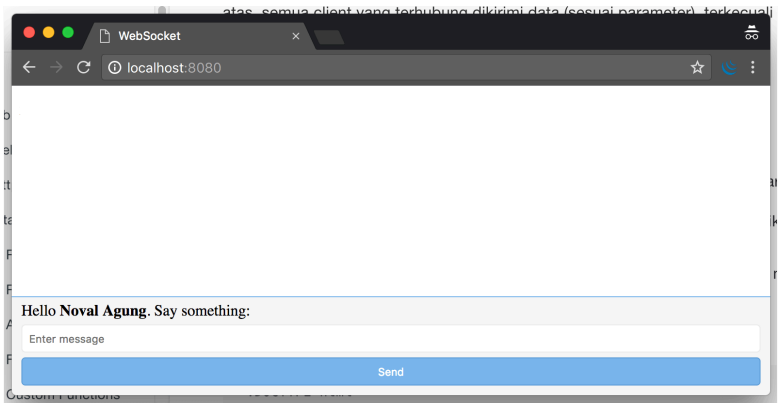
Kurang lebih kode-nya seperti berikut.

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
    <title>WebSocket</title>

    <style type="text/css">
        // styles here
    </style>
</head>
<body>
    <div class="container"></div>

    <div class="form">
        <form>
            <div class="placeholder">
                <label>Hello <b class="username"></b>. Say something:</label>
            </div>
            <input class="input-message" type="text" placeholder="Enter message
            <button type="submit">Send</button>
        </form>
    </div>

    <script type="text/javascript">
        // js script here
    </script>
</body>
</html>
```

Tambahkan beberapa stylesheet agar terlihat cantik.

```
.form {
    position: fixed;
    left: 0;
    bottom: 0;
    right: 0;
    background-color: #f9f9f9;
    border-top: 1px solid #78b8ef;
    padding: 5px 10px;
}
.form .placeholder, .form .input-message, .form button {
    display: block;
    margin-bottom: 5px;
}
.form .input-message {
    padding: 7px;
    border: 1px solid #ecebeb;
    border-radius: 4px;
    width: -webkit-fill-available;
}
.form button {
    width: 100%;
    color: white;
    padding: 7px 10px;
    border-radius: 4px;
    background-color: #78b8ef;
    border: 1px solid #5a9ed8;
}
.container { margin-bottom: 50px; }
.container p { display: block; }
```

Tampilan sekilas aplikasi bisa dilihat pada gambar di bawah ini.

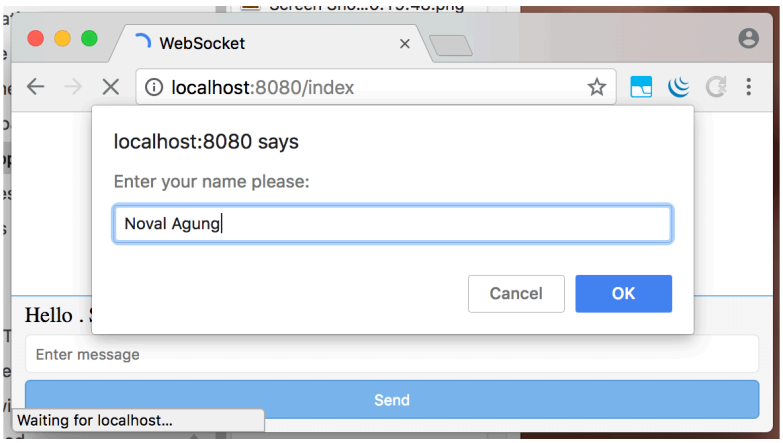


OK, sekarang saatnya masuk ke bagian yang paling disukai anak jaman now (?), yaitu javascript. Siapkan beberapa property, satu untuk menampung objek client socket server, dan satu lagi menampung element container (element inilah yang nantinya akan diisi message yang di-broadcast oleh server).

```
const app = {};
app.ws = null;
app.container = null;

app.init = function () {
    if (!window.WebSocket) {
        alert("Your browser does not support WebSocket");
        return;
    }

    const name = prompt("Enter your name please:") || "No name";
    document.querySelector(".username").innerText = name;
    app.container = document.querySelector(".container");
    app.ws = new WebSocket("ws://localhost:8080/ws?username=" + name);

    // ...
};

document.addEventListener("DOMContentLoaded", function () {
    document.querySelector("form").addEventListener("submit", function (e) {
        e.preventDefault();
        app.doSendMessage();
    });
    app.init();
});
```

Fungsi `app.init()` dan event listener form diregistrasi dalam event `DOMContentLoaded`.

Di saat pertama kali page load, muncul prompt yang meminta inputan nama user. Nantinya user yang diinput dijadikan sebagai *current* username pada aplikasi chatting ini.



Property `app.ws` digunakan untuk menampung objek client web socket. Dari objek tersebut, buat 3 buah event listener. Tulis deklarasi event-nya dalam `app.init`.

- Event `onopen`. Event ini dieksekusi ketika *current* socket client berhasil terhubung dengan socket server.

```
app.ws.onopen = function () {
    app.print("<b>me</b>: connected");
};
```

- Event `onmessage`. Event ini terpanggil ketika socket server mengirim data dan diterima oleh masing-masing socket client. Di dalam event init, message yang di-broadcast oleh socket server ditampilkan sesuai jenis message-nya, apakah `New User`, `Leave`, atau `Chat`.

```
app.ws.onmessage = function (event) {
    const res = JSON.parse(event.data);
    let message = "";
    if (res.Type === "New User") {
        message = "User <b>" + res.From + "</b>: connected";
    } else if (res.Type === "Leave") {
        message = "User <b>" + res.From + "</b>: disconnected";
    } else {
        message = "<b>" + res.From + "</b>: " + res.Message;
    }
    app.print(message);
};
```

- Event `onclose`. Seperti yang sudah disinggung di atas, ketika koneksi *current* socket terputus dengan server, event ini terpanggil secara otomatis.

```
app.ws.onclose = function () {
    app.print("<b>me</b>: disconnected");
};
```

Kemudian tambahkan fungsi `app.print()`, fungsi ini digunakan untuk mencetak pesan ke `.container`.

```
app.print = function (message) {
    const el = document.createElement("p");
    el.innerHTML = message;
    app.container.append(el);
};
```

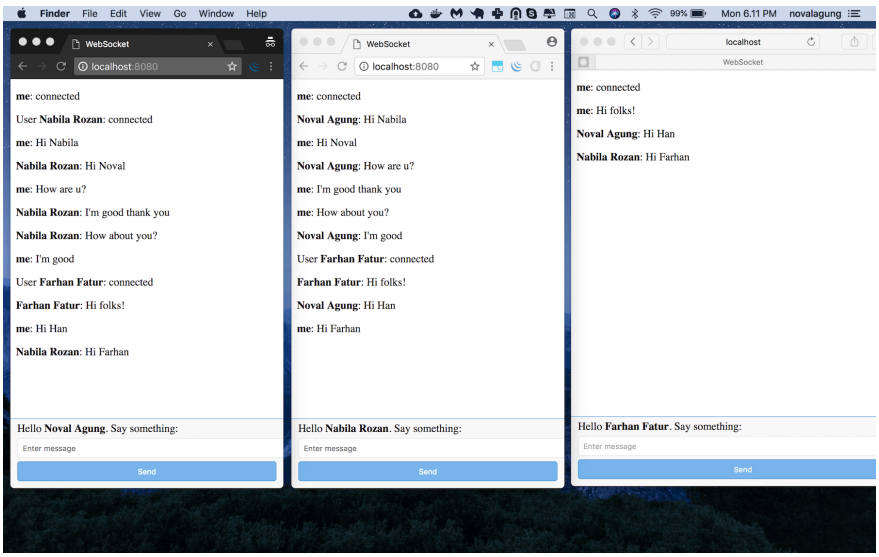
Dan fungsi `app.doSendMessage()`, fungsi ini digunakan untuk mengirim payload message (inputan user) ke socket server.

```
app.doSendMessage = function () {
    const messageRaw = document.querySelector(".input-message").value;
    app.ws.send(JSON.stringify({ Message: messageRaw }));
    app.print("<b>me</b>: " + messageRaw);
    document.querySelector(".input-message").value = "";
};
```

OK, aplikasi sudah siap, mari lanjut ke bagian testing.

D.3.3. Testing

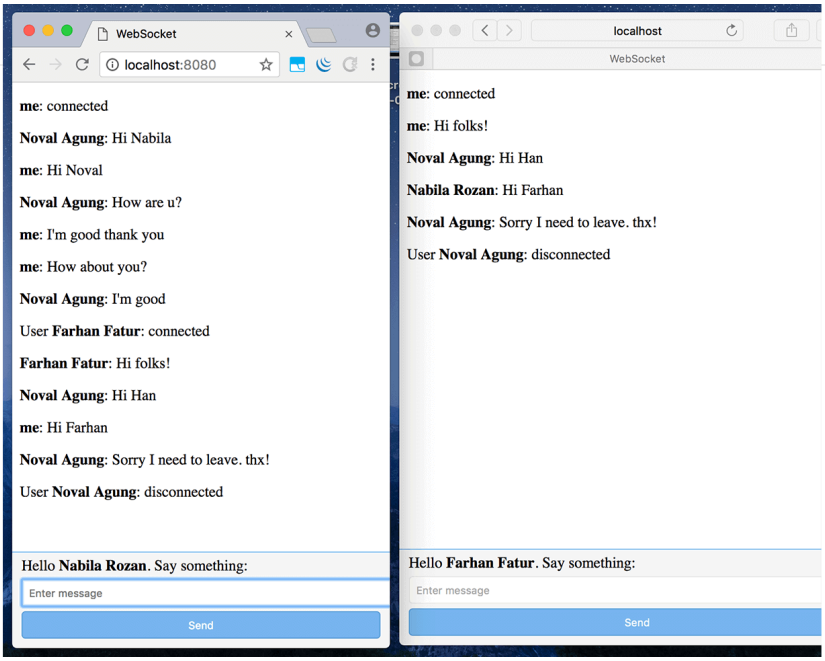
Buka beberapa tab, gunakan username apa saja di masing-masing tab. Coba berinteraksi satu sama lain.



Bisa dilihat, ketika ada user baru, semua client yang sudah terhubung mendapat pesan **User XXX: connected**.

Pesan yang ditulis oleh satu client bisa dilihat oleh client lainnya.

Ketika salah satu user leave, pesan **User XXX: disconnected** akan di-broadcast ke semua user lainnya. Pada gambar di bawah ini dicontohkan user **Noval Agung** leave.



- Gorilla Web Socket, by Gary Burd, BSD-2-Clause License
- Gubrak v2, by Noval Agung, MIT License

Source code praktik chapter ini tersedia di Github
https://github.com/novalagung/dasarpemrogramangolang-example/...