HACKTIV8

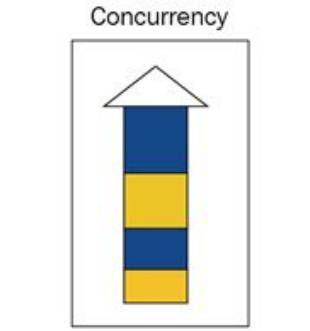
Introduction Of Fundamental Go Programming

Chapter 1 Sesi 5 : Concurrency, Goroutine , Channel

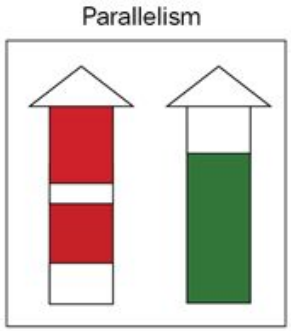
HACKTIV8

Concurrency - Goroutines

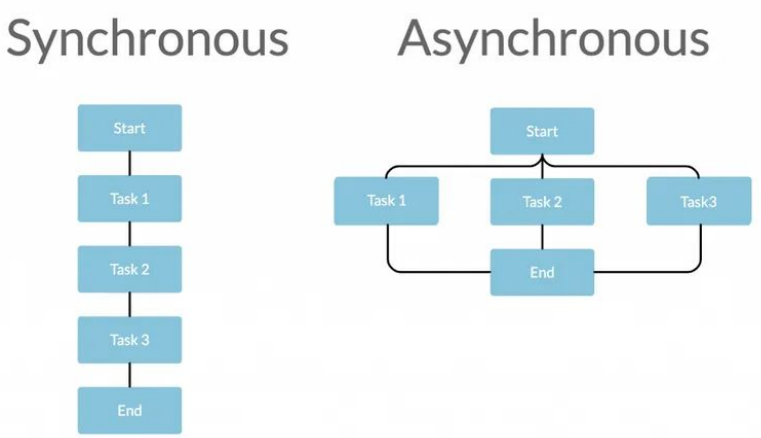
Concurrency



Concurrency is about *dealing with* lots of things at once



Parallelism is about *doing* lots of things at once



Arti dari concurrency adalah mengeksekusi sebuah proses secara independen atau berhadapan dengan lebih dari satu tugas dalam waktu yang sama. Perlu diingat disini bahwa *concurrency* berbeda dengan parallelism, karena parallelism memiliki arti mengerjakan tugas yang banyak secara bersamaan dari awal hingga akhir. Sedangkan pada *concurrency*, kita tidak akan tahu tentang siapa yang akan menyelesaikan tugasnya terlebih dahulu.

Goroutines

Goroutine merupakan sebuah thread ringan pada bahasa Go untuk melakukan concurrency. Jika dibandingkan dengan thread biasa, *Goroutine* memiliki ukuran thread yang jauh lebih ringan. Pada saat kita mengeksekusi sebuah *Goroutine*, maka satu *Goroutine* hanya membutuhkan 2kb memori saja, sedangkan satu thread biasa dapat menghabiskan 1-2mb memori.

Goroutine bersifat asynchronous sehingga proses nya tidak saling tunggu dengan *Goroutine* lainnya.

Untuk membuat sebuah *Goroutine,* maka kita harus terlebih dahulu membuat sebuah *function.* Lalu ketika kita ingin memanggil *function* tersebut, maka kita perlu menggunakan keyword *go* sebelum kita memanggil *function* tersebut. Contohnya seperti pada gambar dibawah ini.

Bisa dilihat, function bernama *goroutine* dipanggil dengan cara menuliskan keyword *go* terlebih dahulu. Dengan seperti maka maka function *goroutine* secara otomatis menjadi sebuah *Goroutine*.

```
import "fmt"

func main() {
  go goroutine()
}

func goroutine() {
  fmt.Println("Hello")
}
```

HACKTIV8

Goroutines (Asynchronous process #1)

Sekarang kita akan mempelajari sifat dari *Goroutine* yang bekerja secara asynchronous. Perhatikan pada gambar disebelah kanan.

Terdapat 2 function bernama *firstProcess* dan *secondProcess*. Kedua *function* tersebut digunakan untuk menampilkan angka dari 1 hingga bilangan yang ditentukan dari parameter yang diterima dengan melakukan looping.

Kemudian pada line 23, function *firstProcess* dijadikan sebagai sebuah *Goroutine* karena dipanggil dengan menggunakan keyword *go*. Lalu pada line 27, kita menggunakan function *NumGoroutine* dari package *runtime* untuk mengetahui jumlah *Goroutine* yang sedang berjalan.

```
20  func main() {
21    fmt.Println("main execution started")
22
23    go firstProcess(8)
24
25    secondProcess(8)
26
27    fmt.Println("No. of Goroutines:", runtime.NumGoroutine())
28
29    fmt.Println("main execution ended")
30
31  }
32
33  func firstProcess(index int) {
34    fmt.Println("First process func started")
35    for i := 1; i <= index; i++ {
36      fmt.Println("i=", i)
37    }
38    fmt.Println("First process func ended")
39  }
40
41  func secondProcess(index int) {
42    fmt.Println("Second process func started")
43    for j := 1; j <= index; j++ {
44      fmt.Println("j=", j)
45    }
46    fmt.Println("Second process func ended")
47  }
48
```

HACKTIV8

Goroutines (Asynchronous process #2)

Jika kita perhatikan hasilnya pada gambar kedua, function *firstProcess* tidak menampilkan hasilnya. Ini terjadi karena setiap *Goroutine* bekerja secara asynchronous dan satu *Goroutine* tidak akan saling tunggu menunggu dengan *Goroutine* lainnya.

Kemudian jika kita perhatikan kembali pada hasilnya, terdapat 2 jumlah *Goroutine* yang sedang berjalan padahal kita hanya menjalankan satu *function* yang dijadikan sebagai sebuah *Goroutine.* Ini terjadi karena faktanya, function *main* juga merupakan sebuah *Goroutine* sehingga function *main* tidak akan menunggu *Goroutine* lainnya selesai tereksekusi. Inilah yang menjadi penyebab function *firstProcess* tidak menampilkan hasilnya walaupun sebetulnya *function* tersebut telah tereksekusi.

```go
func main() {
  fmt.Println("main execution started")

  go firstProcess(8)

  secondProcess(8)

  fmt.Println("No. of Goroutines:", runtime.NumGoroutine())

  fmt.Println("main execution ended")

}

func firstProcess(index int) {
  fmt.Println("First process func started")
  for i := 1; i <= index; i++ {
    fmt.Println("i=", i)
  }
  fmt.Println("First process func ended")
}

func secondProcess(index int) {
  fmt.Println("Second process func started")
  for j := 1; j <= index; j++ {
    fmt.Println("j=", j)
  }
  fmt.Println("Second process func ended")
}
```

```
main execution started
Second process func started
j= 1
j= 2
j= 3
j= 4
j= 5
j= 6
j= 7
j= 8
Second process func ended
No. of Goroutines: 2
main execution ended
```

HACKTIV8

Goroutines (Asynchronous process #3)

Perlu diingat disini bahwa ketika kita menjalankan sebuah *Goroutine*, maka *Goroutine* tersebut akan membutuhkan waktu yang sedikit lebih lama untuk memulai dibandingkan dengan *function* biasa. Maka dari itu untuk sekarang, kita akan membutuhkan suatu *function* yang akan menahan function *main* untuk langsung menyelesaikan eksekusinya.

Perhatikan pada line 70, kita menggunakan function *Sleep* yang berasal dari package *time.* Lalu kita konstanta bernama *Second* dari package *time* yang merepresentasikan bilangan detik. Kemudian kita kalikan dengan angka 2 agar func *Sleep* mampu menahan function *main* selama 2 detik sebelum function *main* menyelesaikan eksekusinya.

```
53  package main
54
55  import (
56    "fmt"
57    "runtime"
58    "time"
59  )
60
61  func main() {
62    fmt.Println("main execution started")
63
64    go firstProcess(8)
65
66    secondProcess(8)
67
68    fmt.Println("No. of Goroutines:", runtime.NumGoroutine())
69
70    time.Sleep(time.Second * 2)
71
72    fmt.Println("main execution ended")
73
74  }
75
76  func firstProcess(index int) {
77    fmt.Println("First process func started")
78    for i := 1; i <= index; i++ {
79      fmt.Println("i=", i)
80    }
81    fmt.Println("First process func ended")
82  }
83
84  func secondProcess(index int) {
85    fmt.Println("Second process func started")
86    for j := 1; j <= index; j++ {
87      fmt.Println("j=", j)
88    }
89    fmt.Println("Second process func ended")
90  }
91
```

HACKTIV8

Goroutines (Asynchronous process #3)

Sekarang jika kita jalankan, maka hasilnya akan seperti pada gambar disebelah kanan. Bisa kita lihat bahwa sekarang function *firstProcess* telah menampilkan hasilnya.

```
main execution started
Second process func started
j= 1
j= 2
j= 3
j= 4
j= 5
j= 6
j= 7
j= 8
Second process func ended
No. of Goroutines: 2
First process func started
i= 1
i= 2
i= 3
i= 4
i= 5
i= 6
i= 7
i= 8
First process func ended
main execution ended
```

Sync - Waitgroup

Introduction

Bahasa pemrograman go memiliki goroutine bawaan yang terletak pada function main, dengan menggunakan goroutine yang kita buat kita perlu melakukan sinkronisasi dalam memproses jalannya goroutine pada bahasa golang. Best practice dalam melakukan sinkronisasi goroutine adalah dengan menggunakan **waitgroup**.

Waitgroup merupakan sebuah struct dari package sync, yang digunakan untuk melakukan sinkronisasi terhadap goroutine.

Pada materi sebelumnya ketika kita membahas tentang go routine, kita perlu menahan function main agar dapat menunggu go routine menyelesaikan prosesnya dengan menggunkan function Sleep dari package time. Cara ini bukan merupakan cara yang baik untuk menunggu go routine menyelesaikan prosesnya, maka dari itu kali ini kita akan menggunakan go routine.

Implementation waitgroup

Mari kita lihat contoh implementasi dari Waitgroup pada gambar disebelah kanan. Kode-kode tersebut ditulis oleh penulis pada sebuah file dengan nama main.go.

Pada baris ke 9, variable fruits merupakan sebuah variable yang menampung 4 data buah-buahan. Kemudian pada baris ke 11, terdapat sebuah variable bernama wg dengan tipe data sync.

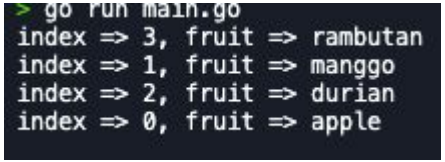
Waitgroup yang merupakan sebuah struct dari package sync. Kemudian data buah-buahan pada variable fruits hendak kita looping karena kita ingin melakukan print terhadap data buah-buahannya. Di dalam looping tersebut, kita memanggil function printFruit yang menerima 3 parameter, dan function printFruit kita jadikan sebagai goroutine.

Implementation waitgroup

Method Add pada line 14 digunakan untuk menambah counter dari waitgroup. Counter dari waitgroup ini berguna untuk memberitahu waitgroup tentang jumlah goroutine yang harus ditunggu. Karena kita melooping sebanyak 4 kali, berarti terdapat 4 goroutine yang harus ditunggu sebelum function main menghentikan eksekusinya.

Kemudian untuk memberitahu waitgroup tentang go routine yang telah menyelesaikan proses nya, maka kita perlu memanggil method Done seperti yang kita lakukan pada baris 23. Waitgroup pada function printFruit adalah sebuah pointer, hal ini perlu perlu dilakukan agar waitgroup pada function main dan printFruit mengandung memori yang sama.

Kemudian pada baris ke 18, kita memanggil method Wait. Method
Wait berguna untuk menunggu seluruh go routine menyelesaikan proses nya, sehingga method Wait akan menahan function main hingga seluruh proses go routine selesai.



Channels

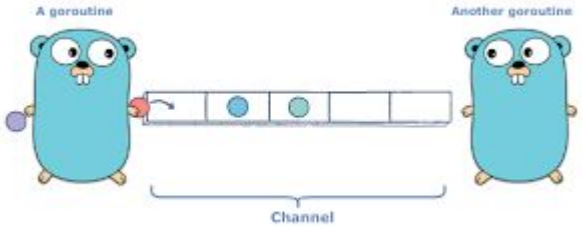
Channels

Channel merupakan sebuah mekanisme untuk *Goroutine* saling berkomunikasi dengan *Goroutine* lainnya. Maksud berkomunikasi disini adalah proses pengiriman dan pertukaran data antara *Goroutine* satu dengan *Goroutine* lainnya.

Untuk membuat sebuah *Goroutine,* kita memerlukan function *make* yang merupakan sebuah *built-in function* dari bahasa Go. Contohnya seperti pada gambar dibawah ini.

```
func main() {
  c := make(chan string)
}
```

Variable *c* pada gambar diatas merupakan sebuah variable yang memiliki tipe data *channel of string*. Maksud channel of string disini adalah sebuah *channel* yang memiliki tipe data *string*. Lalu keyword *chan* merupakan keyword untuk membuat *channel*



Channels (channel operator)

Kita membutuhkan operator dari *channel* agar *channel* tersebut dapat dijadikan sebagai alat untuk berkomunikasi antara *Goroutine* dengan yang lainnya. Contohnya seperti pada gambar dibawah ini.

```
func main() {
  c := make(chan string)

  //Mengirim data kepada channel
  c <- value

  //Menerima data dari channel

  result := <- c
}
```

Tanda ← merupakan sebuah operator dari *channel* untuk proses pengiriman data dari *Goroutine* satu dengan yang lainnya. Lalu maksud dari penulisan **c ← data** pada gambar diatas adalah kita mengirimkan data kepada channel *c*. Dan yang terakhir maksud dari penulisan **result := ←c** adalah kita menerima data dari channel *c* dan data tersebut kita simpan di dalam variable *result.* Perlu diingat disini bahwa proses pengiriman dan penerimaan data dari *channel* bersifat synchronous.

HACKTIV8

Channels (implementing channel #1)

Mari mulai mengimplementasikan *channel* untuk proses komunikasi *Goroutine*. Contohnya seperti pada gambar di sebelah kanan. Kita membuat sebuah *channel of string* yang disimpan pada variable *c* pada line 7. Ada sebuah function bernama *introduce* yang menerima 2 parameter dengan tipe data *string* dan *channel of string*.

Perhatikan pada line 30, penulisan **c ← result** maksudnya adalah kita mengirimkan nilai yang dikandung oleh variable *result* kepada channel *c*. Lalu dari 9 - 13 kita membuat 3 *Goroutine* yang dimana kita memanggil function *introduce* sebanyak 3 kali dengan keyword *go,* dan kita mengirimkan nilai dengan tipe data *string* yang berbeda-beda dan kita juga mengirimkan channel *c* . Perhatikan pada line 15, 18, dan 21, Karena kita membutuhkan data yang telah dikirimkan oleh function *introduce* melalui channel *c,* maka kita perlu menggunakan operator **← c** yang artinya function *main* menerima data dari function *introduce* dan disimpan ke pada 3 variable yaitu *msg1*, *msg2*, dan *msg3*.

Lalu function *close* merupakan *function* yang digunakan untuk mengindikasikan bahwa sebuah channel sudah tidak digunakan untuk berkomunikasi lagi.

```
1  package main
2
3  import "fmt"
4
5  func main() {
6
7    c := make(chan string)
8
9    go introduce("Airell", c)
10
11   go introduce("Nanda", c)
12
13   go introduce("Mailo", c)
14
15   msg1 := <-c
16   fmt.Println(msg1)
17
18   msg2 := <-c
19   fmt.Println(msg2)
20
21   msg3 := <-c
22   fmt.Println(msg3)
23
24   close(c)
25 }
26
27 func introduce(student string, c chan string) {
28   result := fmt.Sprintf("Hai, my name is %s", student)
29
30   c <- result
31 }
```

Channels (implementing channel #2)

Karena function *main* juga merupakan sebuah *Goroutine*, maka syntax pada gambar di kanan merupakan contoh dari proses komunikasi antara Goroutine *main* dengan Goroutine *introduce* melalui *channel*.

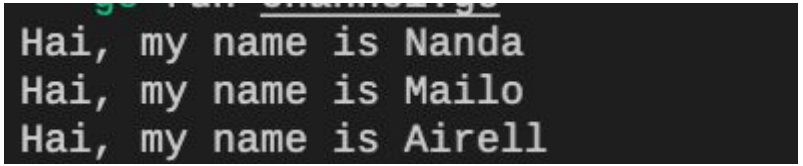
Lalu kita membuat 3 variable untuk penerimaan data dari channel *c* pada function *main* karena kita membuat 3 *Goroutine* yang dimana di tiap *Goroutine* tersebut mengirimkan sebuah data.

Kemudian jika kita jalankan pada terminal kita, maka hasilnya dapat berbeda-beda urutannya. Contoh gambar hasilnya dapat dilihat pada halaman selanjutnya.

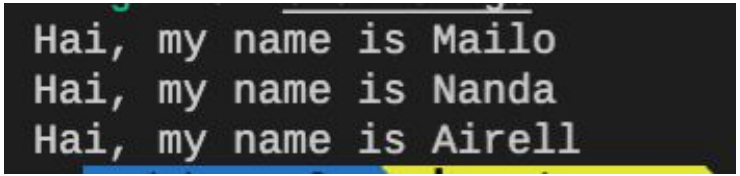
```go
package main

import "fmt"

func main() {

  c := make(chan string)

  go introduce("Airell", c)

  go introduce("Nanda", c)

  go introduce("Mailo", c)

  msg1 := <-c
  fmt.Println(msg1)

  msg2 := <-c
  fmt.Println(msg2)

  msg3 := <-c
  fmt.Println(msg3)

  close(c)
}

func introduce(student string, c chan string) {
  result := fmt.Sprintf("Hai, my name is %s", student)

  c <- result
}
```

Channels (implementing channel #3)

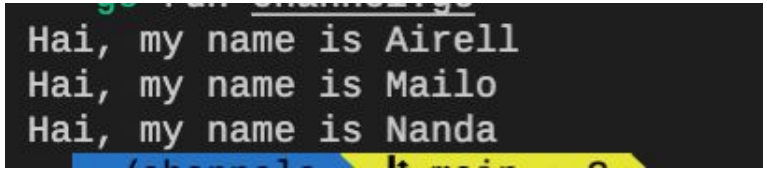
Eksekusi pertama



Eksekusi kedua



Eksekusi ketiga



Jika kita lihat pada pada contoh hasil pada gambar disamping, di tiap eksekusi memiliki hasil yang berbeda-beda.

Ini terjadi karena seperti yang pernah kita bahas pada materi sebelumnya bahwa, *Goroutine* bekerja secara **asynchronous** yang dimana *Goroutine* satu dengan yang lainnya tidak akan saling menunggu. Dan *Goroutine* merupakan cara agar kita dapat membuat concurrency pada bahasa Go, dan dalam concurrency, kita tidak akan tahu mana yang akan selesai tereksekusi terlebih dahulu.

Ini lah yang menjadi penyebab mengapa di tiap eksekusi menampilkan hasil yang berbeda-beda.

HACKTIV8

Channels (channel with anonymous function)

Sekarang kita akan mengubah codingan kita dari halaman sebelumnya. Kita akan menggunakan *range loop* untuk melooping data-data yang kita simpan pada sebuah *slice of string* sekaligus memanggil 3 *Goroutine*. Contohnya seperti pada gambar di sebelah kanan.

Sekarang function *introduce* kita ganti dengan sebuah function *anonymous* yang kita letakkan di dalam range loop.

Lalu untuk proses penerimaan datanya, kita membuat function bernama *print* yang akan menerima data melalui channel *c*. Perhatikan pada line 28, ketika kita tidak ingin menampung sebuah kiriman data dari *channel*, maka kita bisa langsung menuliskan operator nya secara langsung **← c**.

Jika kita jalankan maka hasilnya akan sama seperti sebelumnya, yaitu di tiap eksekusi hasilnya akan berbeda-beda.

```
1  package main
2
3  import "fmt"
4
5  func main() {
6
7    c := make(chan string)
8
9    students := []string{"Airell", "Mailo", "Indah"}
10
11   for _, v := range students {
12     go func(student string) {
13       fmt.Println("Student", student)
14       result := fmt.Sprintf("Hai, my name is %s", student)
15       c <- result
16     }(v)
17   }
18
19   for i := 1; i <= 3; i++ {
20     print(c)
21   }
22
23   close(c)
24 }
25
26
27 func print(c chan string) {
28   fmt.Println(<-c)
29 }
```

HACKTIV8

Channels (channel directions)

Ketika kita menggunakan *channel* sebagai sebuah parameter dari sebuah *function,* kita dapat menentukan apakah *channel* tersebut digunakan untuk menerima data saja, mengirim data saja, ataupun menerima sekaligus mengirim data. Channel directions ini memiliki sifat yang opsional, dan digunakan untuk kepentingan *type-safety*. Gambar dibawah ini merupakan penjelasan dari *channel direction*.

Parameter Syntax	Detail
c chan string	parameter c dapat digunakan untuk mengirim dan menerima data
c chan <- string	parameter c hanya dapat digunakan untuk mengirim data
c <- chan string	parameter c hanya dapat digunakan untuk menerima data

Channels (channel directions)

Sekarang mari kita terapkan *channel direction* pada codingan kita yang sebelumnya. Untuk sekarang kita akan menggunakan kembali function *introduce*. Contohnya seperti pada gambar di sebelah kanan.

Perhatikan pada line 22, karena parameter *channel* pada function *print* hanya digunakan untuk menerima data, maka penulisan parameternya kita ubah menjadi **c ← chan string**.

Lalu pada line 26, karena parameter *channel* pada function *introduce* hanya digunakan untuk mengirim data, maka penulisan parameternya kita ubah menjadi **c chan ← string**.

Perlu diingat kembali disini bahwa penggunaan *channel direction* adalah opsional.

```
1  package main
2
3  import "fmt"
4
5  func main() {
6
7    c := make(chan string)
8
9    students := []string{"Airell", "Mailo", "Indah"}
10
11   for _, v := range students {
12     go introduce(v, c)
13   }
14
15   for i := 1; i <= 3; i++ {
16     print(c)
17   }
18
19   close(c)
20 }
21
22 func print(c <-chan string) {
23   fmt.Println(<-c)
24 }
25
26 func introduce(student string, c chan<- string) {
27   result := fmt.Sprintf("Hai, my name is %s", student)
28   c <- result
29 }
```

HACKTIV8

Channels (Buffered vs unbuffered channel)

Pada dasarnya, channel bersifat ***unbuffered*** atau tidak di buffer di memori. *Channel* yang kita gunakan pada halaman-halaman sebelumnya merupakan ***unbuffered*** *channel* yang dimana proses penerimaan dan pengiriman data bersifat *synchronous*.

Lain halnya dengan ***buffered*** *channel* yang dimana kita dapat menentukkan kapasitas dari *buffer* nya, dan selama jumlah data yang dikirim melalui ***unbuffered*** *channel* tidak melebihi kapasitasnya, maka proses pengiriman data akan bersifat **asynchronous**.

```
func main() {
 c := make(chan int, 3)
}
```

Unbuffered channel

Agar lebih jelas, mari kita coba melihat perbedaan antara *buffered* dengan *unbuffered channel*. Pertama-tama kita akan memulai dulu dari buffered channel.

Perhatikan pada gambar dikanan, variable c1 pada line 63 merupakan sebuah *unbuffered channel*. Lalu kita membuat sebuah *Goroutine* berupa *function anonymous* pada line 65 - line 69. Ketika *Goroutine* tersebut dijalankan, maka text yang terdapat pada line 66 akan ditampilkan dan setelah *Goroutine* tersebut mengirimkan data melalui *channel* nya, maka text pada line 68 akan ditampilkan.

Kemudian pada line 72, kita menggunakan function *time.Sleep* untuk memberikan jeda selama 2 detik terhadap penerimaan data melalui *channel* pada line 75.

Kemudian pada line 79, kita juga memberikan jeda selama 1 detik sebelum function *main* menghentikan eksekusinya.

```
54  package main
55
56  import (
57    "fmt"
58    "time"
59  )
60
61  func main() {
62
63    c1 := make(chan int)
64
65    go func(c chan int) {
66      fmt.Println("func goroutine starts sending data into the channel")
67      c <- 10
68      fmt.Println("func goroutine after sending data into the channel")
69    }(c1)
70
71    fmt.Println("main goroutine sleeps for 2 seconds")
72    time.Sleep(time.Second * 2)
73
74    fmt.Println("main goroutine starts receiving data")
75    d := <-c1
76    fmt.Println("main goroutine received data:", d)
77
78    close(c1)
79    time.Sleep(time.Second)
80  }
```

Unbuffered channel

Kemudian ketika di eksekusi, maka hasilnya akan seperti pada gambar di atas. Perhatikan hasilnya, tulisan berupa **func goroutine after sending data into the channel** seharusnya ditampilkan setelah tulisan **func goroutine starts sending data into the channel,** tetapi faktanya tulisan **func goroutine after sending data into the channel** ditampilkan diakhir. Hal ini terjadi karena syntax apapun yang berada dibawah proses pengiriman data melalui *unbuffered channel* akan tertahan hingga datanya diterima oleh *Goroutine* lainnya. Jika kita perhatikan pada gambar di halaman sebelumnya, proses penerimaan data pada function *main* tertahan selama 2 detik sehingga. Karena syntax untuk menampilkan tulisan **func goroutine after sending data into the channel** berada dibawah proses pengiriman data, maka dari itu tulisan tersebut ditampilkan setelah datanya di terima pada function *main*.

```
main goroutine sleeps for 2 seconds
func goroutine starts sending data into the channel
main goroutine starts receiving data
main goroutine received data: 10
func goroutine after sending data into the channel
```

Buffered channel

Sekarang kita akan mulai menggunakan *Buffered Channel.* Perhatikan pada line 92, variable *c1* merupakan sebuah *buffered channel* dengan jumlah kapasitas 3. Lalu pada line 94 - 103, terdapat sebuah *Goroutine* yang mengunakan looping untuk mengirimkan data melalui *channel* sebanyak 5 kali. Kemudian pada line 106, kita menggunakan *time.Sleep* kembali untuk memberikan jeda terhadap proses penerimaan data pada line 108 - 110.

Terdapat hal baru saat ini yaitu *range loop* yang terdapat pada line 108-110. Agar lebih mudah dalam menerima data yang banyak dari *channel*, maka kita dapat melakukan *range loop* yang akan melakukan looping sebanyak data yang akan diterima dari channel pengirim (line 97). Range loop terhadap sebuah *channel* tersebut sama saja seperti kita membuat variable *c1* sebanyak 5 kali.

```
84  package main
85
86  import (
87    "fmt"
88    "time"
89  )
90
91  func main() {
92    c1 := make(chan int, 3)
93
94    go func(c chan int) {
95      for i := 1; i <= 5; i++ {
96        fmt.Printf("func goroutine #%d starts sending data into the channel\n", i)
97        c <- i
98        fmt.Printf("func goroutine #%d after sending data into the channel\n", i)
99      }
100
101     close(c)
102
103   }(c1)
104
105   fmt.Println("main goroutine sleeps 2 seconds")
106   time.Sleep(time.Second * 2)
107
108   for v := range c1 { // v  = <- c1
109     fmt.Println("main goroutine received value from channel:", v)
110   }
111 }
```

HACKTIV8

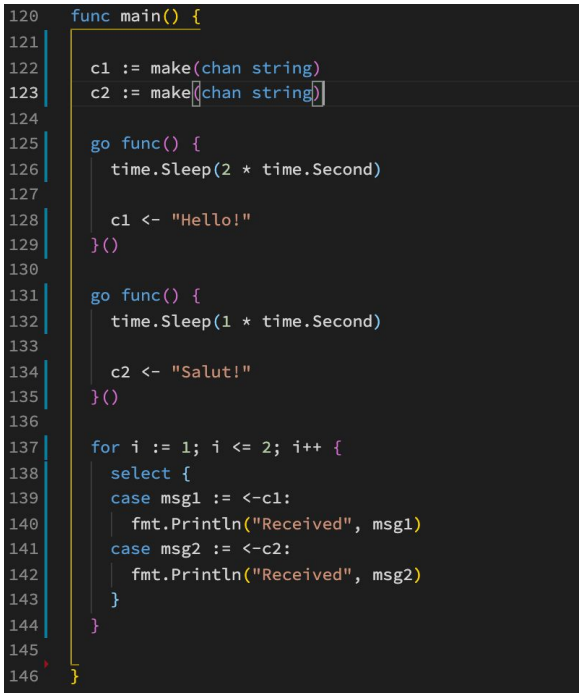
Buffered channel

Gambar diatas merupakan hasil eksekusi dari penggunaan *buffered channel* pada halaman sebelumnya. Bisa kita lihat tulisan **func goroutine #1 after sending data into the channel** dan tulisan lainnya yang mengandung kata **after** langsung ditampilkan setelah proses pengiriman data. Hal ini terjadi karena kita menggunakan *buffered channel* dengan kapasitas 3. Lalu perhatikan kembali, proses pengiriman data terhenti ketika pengiriman data sudah melibihi kapasitas dari kapasitas buffer yang kita berikan sebanyak 3 buffer. Jika pengiriman data sudah melibihi kapasitas, maka proses penerimaan data akan dieksekusi hingga paling tidak sudah ada data yang diterima. Kemudian setelah proses penerimaan data telah selesai dan jika masih ada data yang dikirimkan, maka proses pengiriman data akan dimulai kembali secara asynchronous.

```
main goroutine sleeps 2 seconds
func goroutine #1 starts sending data into the channel
func goroutine #1 after sending data into the channel
func goroutine #2 starts sending data into the channel
func goroutine #2 after sending data into the channel
func goroutine #3 starts sending data into the channel
func goroutine #3 after sending data into the channel
func goroutine #4 starts sending data into the channel
main goroutine received value from channel: 1
main goroutine received value from channel: 2
main goroutine received value from channel: 3
main goroutine received value from channel: 4
func goroutine #4 after sending data into the channel
func goroutine #5 starts sending data into the channel
func goroutine #5 after sending data into the channel
main goroutine received value from channel: 5
```

Channel (select)

Select merupakan sebuah fitur pada bahasa Go yang memungkinkan kita untuk dapat menggunakan lebih dari satu channel untuk proses komunikasi antara *Goroutine* satu dengan yang lainnya. Perhatikan pada gambar disebelah kanan. Kita membuat 2 channel yang terdapat pada variable *c1* dan *c2*. Lalu kemudian kita membuat 2 *Goroutine* menggunakan function *anonymous.*



Kemudian pada line 137-143 kita melakukan looping sebanyak jumlah *channel* yang telah kita buat yaitu 2. Lalu kita menggunakan *select* didalam looping nya. Berikut merupakan penjelasan dari penggunana select pada gambar di sebelah kanan:

- Kondisi case *msg1* akan terpenuhi ketika terdapat penerimaan data dari channel *c1,* yang kemudian akan ditampung oleh variable *msg1*.
- Kondisi case *msg2* akan terpenuhi ketika terdapat penerimaan data dari channel *c2*, yang kemudian akan ditampung oleh variable *msg2*.

Ketika dijalankan pada terminal, maka hasilnya akan seperti pada gambar kedua.