

Statistika Lingkungan Menggunakan R

Moh. Rosidi

2019-03-13

Contents

Pengantar	5
1 Mengetahui Bahasa R	7
1.1 Sejarah R	7
1.2 Fitur dan Karakteristik R	8
1.3 Kelebihan dan Kekurangan R	8
1.4 RStudio	9
1.5 Menginstall R dan RStudio	9
1.6 Working Directory	9
1.7 Fasilitas Help	12
1.8 Referensi	16
2 Sintaks Bahasa R	17
2.1 Operator Aritmatika	17
2.2 Fungsi Aritmetik	18
2.3 Operator Relasi	19
2.4 Operator Logika	20
2.5 Memasukkan Nilai Kedalam Variabel	21
2.6 Tipe Data	23
2.7 Vektor	26
2.8 Matriks	30
2.9 Faktor	36
2.10 Data Frames	38
2.11 List	41
2.12 Loop	44
2.13 Decision Making	47
2.14 Fungsi	49
2.15 Referensi	51

3	Manajemen Data R	53
3.1	Import File	53
3.2	Eksport File	58
3.3	Tibble Data Format	61
4	Applications	67
4.1	Example one	67
4.2	Example two	67
5	Final Words	69

Pengantar

Buku ini menyajikan penerapan program **R** dalam **Statistika Lingkungan**. Buku ini akan disajikan secara ringkas menggunakan sejumlah contoh kasus yang relevan dalam bidang lingkungan.

Penulis berharap buku ini dapat menjadi referensi sumber terbuka bagi mahasiswa yang ingin menggunakan **R** untuk kegiatan analisa data. Sehingga dapat mengurangi ketergantungan pada penggunaan aplikasi yang berlisensi.

Chapter 1

Mengenal Bahasa R

1.1 Sejarah R

R Merupakan bahasa yang digunakan dalam komputasi **statistik** yang pertama kali dikembangkan oleh **Ross Ihaka** dan **Robert Gentleman** di University of Auckland New Zealand yang merupakan akronim dari nama depan kedua pembuatnya. Sebelum R dikenal ada **S** yang dikembangkan oleh **John Chambers** dan rekan-rekan dari **Bell Laboratories** yang memiliki fungsi yang sama untuk komputasi statistik. Hal yang membedakan antara keduanya adalah R merupakan sistem komputasi yang bersifat gratis. Logo R dapat dilihat pada Figure 1.1.

R dapat dibilang merupakan aplikasi sistem **statistik** yang kaya. Hal ini disebabkan banyak sekali paket yang dikembangkan oleh pengembang dan komunitas untuk keperluan analisa statistik seperti *linear regression*, *clustering*, *statistical test*, dll. Selain itu, R juga dapat ditambahkan paket-paket lain yang dapat meningkatkan fiturnya.

Sebagai sebuah bahasa pemrograman yang banyak digunakan untuk keperluan analisa data, R dapat dioperasikan pada berbagai sistem operasi pada komputer. Adapun sistem operasi yang didukung antara lain: UNIX, Linux, Windows, dan MacOS.



Figure 1.1: Logo R.

1.2 Fitur dan Karakteristik R

R memiliki karakteristik yang berbeda dengan bahasa pemrograman lain seperti C++, python, dll. R memiliki aturan/sintaks yang berbeda dengan bahasa pemrograman yang lain yang membuatnya memiliki ciri khas tersendiri dibanding bahasa pemrograman yang lain.

Beberapa ciri dan fitur pada R antara lain:

1. **Bahasa R bersifat case sensitif.** maksudnya adalah dalam proses input R huruf besar dan kecil sangat diperhatikan. Sebagai contoh kita ingin melihat apakah objek A dan B pada sintaks berikut:

```
A <- "Andi"
B <- "andi"

# cek kedua objek A dan B
A == B
```

```
## [1] FALSE
```

```
# Kesimpulan : Kedua objek berbeda
```

2. **Segala sesuatu yang ada pada program R akan dianggap sebagai objek.** konsep objek ini sama dengan bahasa pemrograman berbasis objek yang lain seperti Java, C++, python, dll. Perbedaanannya adalah bahasa R relatif lebih sederhana dibandingkan bahasa pemrograman berbasis objek yang lain.
3. **interpreted language atau script.** Bahasa R memungkinkan pengguna untuk melakukan kerja pada R tanpa perlu kompilasi kode program menjadi bahasa mesin.
4. Mendukung proses **loop**, **decision making**, dan menyediakan berbagai jenis **operator** (aritmatika, logika, dll).
5. **Mendukung export dan import berbagai format file**, seperti: TXT, CSV, XLS, dll.
6. **Mudah ditingkatkan melalui penambahan fungsi atau paket.** Penambahan paket dapat dilakukan secara online melalui CRAN atau melalui sumber seperti github.
7. **Menyediakan berbagai fungsi untuk keperluan visualisasi data.** Visualisasi data pada R dapat menggunakan paket bawaan atau paket lain seperti ggplot2, ggvis, dll.

1.3 Kelebihan dan Kekurangan R

Selain karena R dapat digunakan secara gratis terdapat **kelebihan** lain yang ditawarkan, antara lain:

1. **Portability.** Penggunaan software dapat digunakan kapanpun tanpa terikat oleh masa berakhirnya lisensi.
2. **Multiplatform.** R bersifat *Multiplatform Operating Systems*, dimana *software* R lebih kompatibel dibanding *software* statistika lainnya. Hal ini berdampak pada kemudahan dalam penyesuaian jika pengguna harus berpindah sistem operasi karena R baik pada sistem operasi seperti **windows** akan sama pengoperasiannya dengan yang ada di **Linux** (paket yang digunakan sama).
3. **General dan Cutting-edge.** Berbagai metode statistik baik metode klasik maupun baru telah diprogram ke dalam R. Dengan demikian *software* ini dapat digunakan untuk analisis statistika dengan pendekatan klasik dan pendekatan modern.
4. **Programable.** Pengguna dapat memprogram metode baru atau mengembangkan modifikasi dari analisis statistika yang telah ada pada sistem R.
5. **Berbasis analisis matriks.** Bahasa R sangat baik digunakan untuk *programming* dengan basis matriks.

6. Fasilitas grafik yang lengkap.

Adapun kekurangan dari R antara lain:

1. **Point and Click GUI.** Interaksi utama dengan R bersifat *CLI* (*Command Line Interface*), walaupun saat ini telah dikembangkan paket yang memungkinkan kita berinteraksi dengan R menggunakan *GUI* (*Graphical User Interface*) sederhana menggunakan paket **R-Commander** yang memiliki fungsi yang terbatas. **R-Commander** sendiri merupakan *GUI* yang diciptakan dengan tujuan untuk keperluan pengajaran sehingga analisis statistik yang disediakan adalah yang klasik. Meskipun terbatas paket ini berguna jika kita membutuhkan analisis statistik sederhana dengan cara yang simpel.
2. **Missing statistical function.** Meskipun analisis statistika dalam R sudah cukup lengkap, namun tidak semua metode statistika telah diimplementasikan ke dalam R. Namun karena R merupakan *lingua franca* untuk keperluan komputasi statistika modern saat ini, dapat dikatakan ketersediaan fungsi tambahan dalam bentuk paket hanya masalah waktu saja.

1.4 RStudio

Aplikasi R pada dasarnya berbasis teks atau *command line* sehingga pengguna harus mengetikkan perintah-perintah tertentu dan harus hapal perintah-perintahnya. Setidaknya jika kita ingin melakukan kegiatan analisa data menggunakan R kita harus selalu siap dengan perintah-perintah yang hendak digunakan sehingga buku manual menjadi sesuatu yang wajib ada saat berkeja dengan R.

Kondisi ini sering kali membingungkan bagi pengguna pemula maupun pengguna mahir yang sudah terbiasa dengan aplikasi statistik lain seperti SAS, SPSS, Minitab, dll. Alasan itulah yang menyebabkan pengembang R membuat berbagai *frontend* untuk R yang berguna untuk memudahkan dalam pengoperasian R.

RStudio merupakan salah satu bentuk *frontend* R yang cukup populer dan nyaman digunakan. Selain nyaman digunakan, RStudio memungkinkan kita melakukan penulisan laporan menggunakan **Rmarkdown** atau **RNotebook** serta membuat berbagai bentuk project seperti shiny, dll. Pada R studio juga memungkinkan kita mengatur *working directory* tanpa perlu mengetikkan sintaks pada Commander, yang diperlukan hanya memilihnya di menu RStudio. Selain itu, kita juga dapat meng-import file berisikan data tanpa perlu mengetikkan pada Commander dengan cara memilih pada menu **Environment**.

1.5 Menginstall R dan RStudio

Pada tutorial ini hanya akan dijelaskan bagaimana menginstall R dan RStudio pada sistem operasi windows. Sebelum memulai menginstall sebaiknya pembaca mengunduh terlebih dahulu *installer* R dan RStudio.

1. Jalankan proses pemasangan dengan meng-klik *installer* aplikasi R dan RStudio.
2. Ikuti langkah proses pemasangan aplikasi yang ditampilkan dengan klik OK atau Next.
3. Apabila pemasangan telah dilakukan, jalankan aplikasi yang telah terpasang untuk menguji jika aplikasi telah berjalan dengan baik.

Jendela aplikasi yang telah terpasang ditampilkan pada Figure 1.2 dan Figure 1.3.

Note: Sebaiknya install R terlebih dahulu sebelum RStudio

1.6 Working Directory

Setiap pengguna akan bekerja pada tempat khusus yang disebut sebagai *working directory*. *working directory* merupakan sebuah folder dimana R akan membaca dan menyimpan file kerja kita. Pada pengguna windows, *working directory* secara default pada saat pertama kali menginstall R terletak pada folder `c:\Document`.

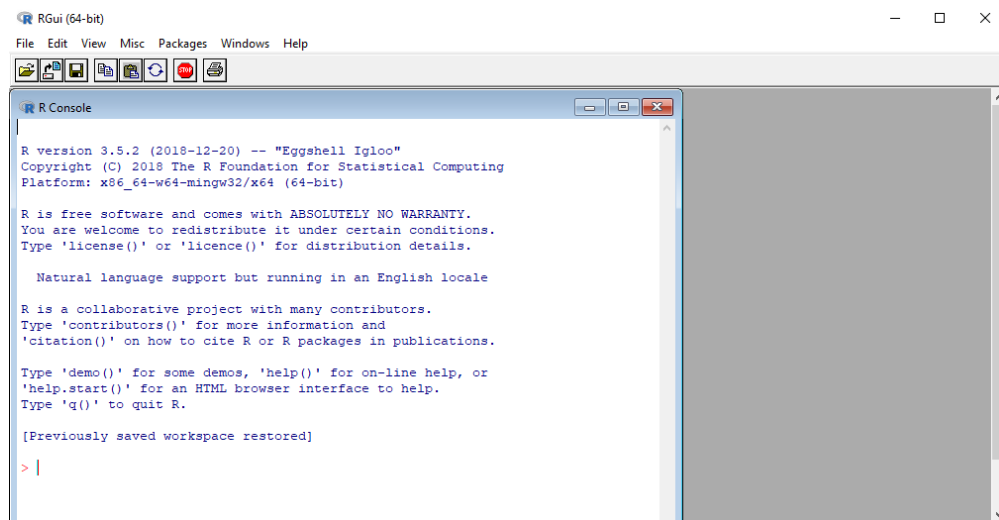


Figure 1.2: Jendela R.

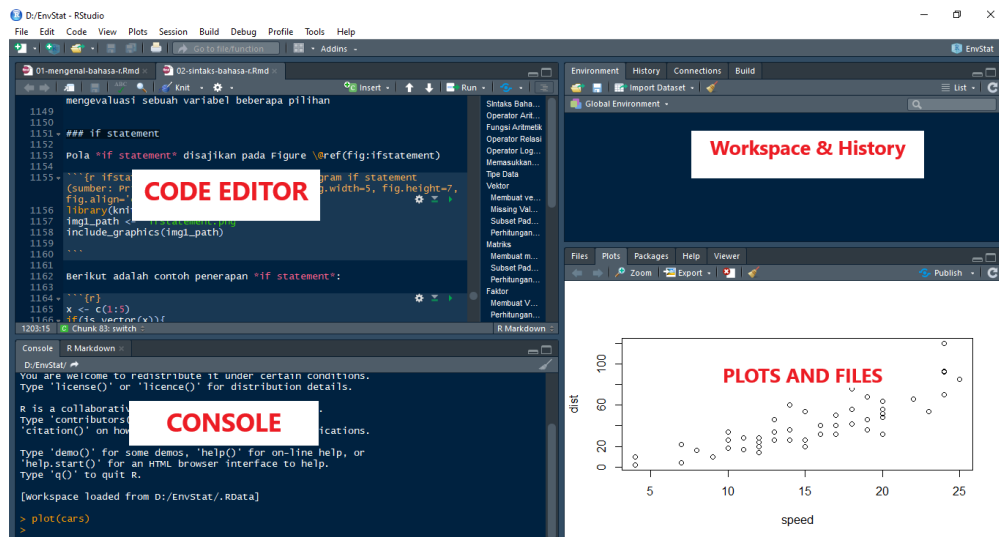


Figure 1.3: Jendela RStudio.

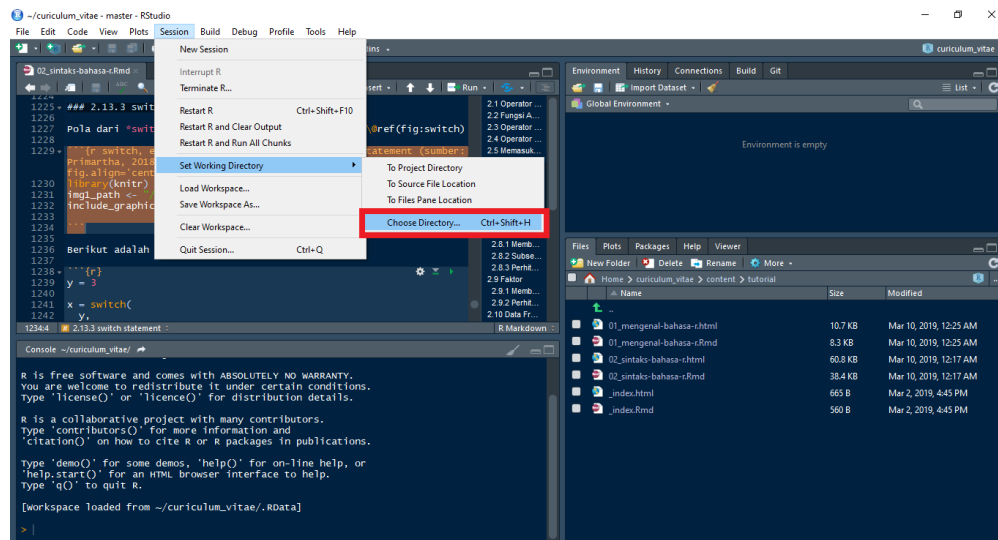


Figure 1.4: Mengubah working directory.

1.6.1 Mengubah Lokasi Working Directory

Kita dapat mengubah lokasi *working directory* berdasarkan lokasi yang kita inginkan, misalnya letak data yang akan kita olah tidak ada pada folder default atau kita ingin pekerjaan kita terkait R dapat berlangsung pada satu folder khusus.

Berikut adalah cara mengubah *working directory* pada R.

1. Buatlah folder pada drive (kita bisa membuat folder pada selain drive c) dan namai dengan nama yang kalian inginkan. Pada tutorial ini penulis menggunakan nama folder R.
2. Jika pengguna menggunakan RStudio, pada menu RStudio pilih **Session > Set Working Directory > Chooses Directory**. Proses tersebut ditampilkan pada Figure 1.4
3. Pilih folder yang telah dibuat pada step 1 sebagai **working directory*.

Note: Data atau file yang hendak dibaca selama proses kerja pada R harus selalu diletakkan pada *working directory*. Jika tidak maka data atau file tidak akan terbaca.

Untuk mengecek apakah proses perubahan telah terjadi, kita dapat mengeceknya dengan menjalankan perintah berikut untuk melihat lokasi *working directory* kita yang baru.

```
getwd()
```

Selain itu kita dapat mengubah *working directory* menggunakan perintah berikut:

```
# Ubah working directori pada folder R
setwd("/Documents/R")
```

Note: Pada proses pengisian lokasi folder pastikan pemisah pada lokasi folder menggunakan tanda “/” bukan “\”

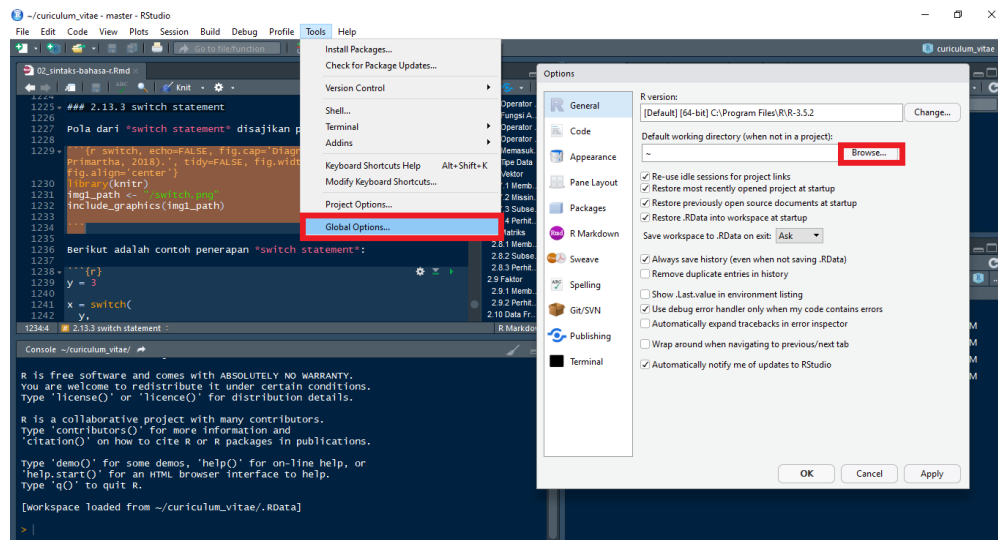


Figure 1.5: Merubah working directory melalui Global options.

1.6.2 Mengubah Lokasi Working Directory Default

Pada proses yang telah penulis jelaskan sebelumnya. Proses perubahan *working directory* hanya berlaku pada saat pekerjaan tersebut dilakukan. Setelah pekerjaan selesai dan kita menjalankan kembali R maka *working directory* akan kembali secara default pada *working directory* lama.

Untuk membuat lokasi default *working directory* pindah, kita dapat melakukannya dengan memilih pada menu: **Tools > Global options > pada “General” klik pada “Browse” dan pilih lokasi working directory yang diinginkan.** Proses tersebut ditampilkan pada Figure 1.5

1.7 Fasilitas Help

Agar dapat menggunakan R dengan secara lebih baik, pengetahuan untuk mengakses fasilitas *help* in cukup penting untuk disampaikan. Adapun cara yang dapat digunakan adalah sebagai berikut.

1.7.1 Mencari Help dari Suatu Perintah Tertentu

Untuk memperoleh bantuan terkait suatu perintah tertentu kita dapat menggunakan fungsi `help()`. Secara umum format yang digunakan adalah sebagai berikut:

```
help(nama_perintah)
```

atau dapat juga menggunakan tanda tanya (?) pada awal `nama_perintah` seperti berikut:

```
?nama_perintah
```

Misalkan kita kebingungan terkait bagaimana cara menuliskan perintah untuk menghitung rata-rata suatu vektor. Kita dapat mengetikkan perintah berikut untuk mengakses fasilitas *help*.

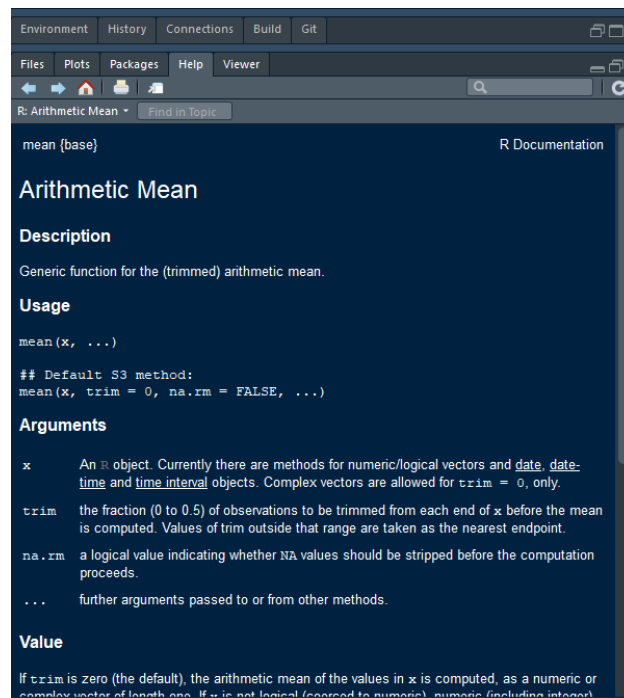


Figure 1.6: Jendela help dokumentasi fungsi mean().

```
help(mean)
```

```
#atau  
?mean
```

Perintah tersebut akan memunculkan hasil berupa dokumentasi yang ditampilkan pada Figure 1.6.

Keterangan pada jendela pada Figure 1.6 adalah sebagai berikut:

1. Pada bagian jendela kiri atas jendela *help*, diberikan keterangan nama dari perintah yang sedang ditampilkan.
2. Selanjutnya, pada bagian atas dokumen, ditampilkan informasi terkait nama perintah, dan nama *library* yang memuat perintah tersebut. Pada gambar diatas informasi terkait perintah dan nama *library* ditunjukkan pada teks `mean {base}` yang menunjukkan perintah `mean()` pada paket (*library*) *base* (paket bawaan R).
3. Setiap jendela *help* dari suatu perintah tertentu selanjutnya akan memuat bagian-bagian berikut:
 - *Title*
 - *Description* : deskripsi singkat tentang perintah.
 - *Usage* : menampilkan sintaks perintah untuk penggunaan perintah tersebut.
 - *Arguments* : keterangan mengenai *argument/input* yang diperlukan pada perintah tersebut.
 - *Details* : keterangan lebih lengkap tentang perintah tersebut.
 - *Value* : keterangan tentang *output* suatu perintah dapat diperoleh pada bagian ini.
 - *Author(s)* : memberikan keterangan tentang *Author* dari perintah tersebut.
 - *References* : seringkali referensi yang dapat digunakan untuk memperoleh keterangan lebih lanjut terhadap suatu perintah ditampilkan pada bagian ini.
 - *See also*: bagian ini berisikan daftar perintah/fungsi yang berhubungan erat dengan perintah tersebut.
 - *Example* : berisikan contoh-contoh penggunaan perintah tersebut.

Kita juga dapat melihat contoh penggunaan dari perintah tersebut. Untuk melakukannya kita dapat menggunakan fungsi `example()`. Fungsi tersebut akan menampilkan contoh kode penerapan dari fungsi yang kita inginkan. Secara sederhana fungsi tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:

```
example(nama_perintah)
```

Untuk mengetahui contoh kode fungsi `mean()`, ketikkan sintaks berikut:

```
example(mean)
```

```
##
## mean> x <- c(0:10, 50)
##
## mean> xm <- mean(x)
##
## mean> c(xm, mean(x, trim = 0.10))
## [1] 8.75 5.50
```

kita juga dapat mencoba kode yang dihasilkan pada console R. Berikut adalah contoh penerapannya:

```
# Menghitung rata-rata bilangan 1 sampai 10 dan 50
# membuat vektor
x <- c(0:10, 50)

# Print
x
```

```
## [1] 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 50
```

```
# mean
mean(x)
```

```
## [1] 8.75
```

Pembaca dapat mencoba melakukannya sendiri dengan mengganti nilai yang telah ada serta mencoba contoh kode yang lain.

1.7.2 General Help

Kita juga dapat membaca beberapa dokumen manual yang ada pada R. Untuk melakukannya jalankan perintah berikut:

```
help.start()
```

Output yang dihasilkan berupa link pada sejumlah dokumen yang dapat kita klik. Tampilan halaman yang dihasilkan disajikan pada Figure 1.7.

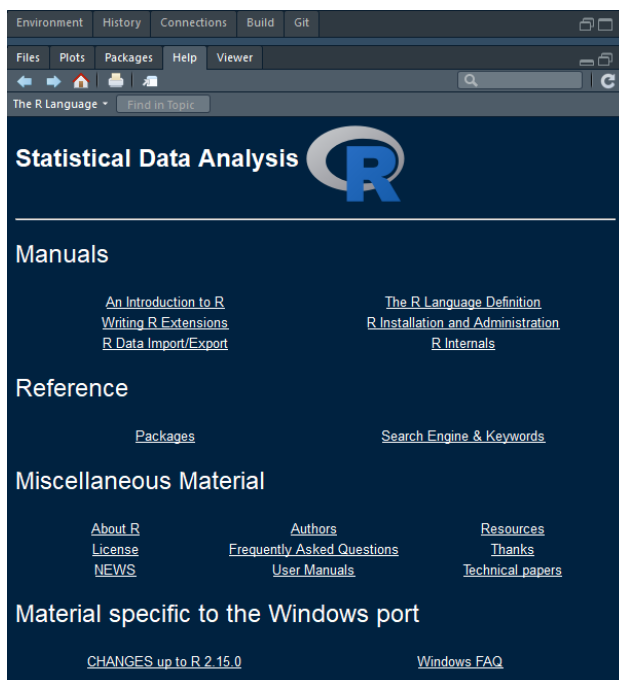


Figure 1.7: Jendela general help dokumentasi fungsi mean().

1.7.3 Fasilitas Help Lainnya

Selain yang telah penulis sebutkan sebelumnya. Kita juga dapat memanfaatkan fasilitas *help* lainnya melalui fungsi `apropos()` dan `help.search()`.

`apropos ()`: mengembalikan daftar objek, berisi pola yang pembaca cari, dengan pencocokan sebagian. Ini berguna ketika pembaca tidak ingat persis nama fungsi yang akan digunakan. Berikut adalah contoh ketika penulis ingin mengetahui fungsi yang digunakan untuk menghitung median.

```
apropos("med")
```

```
## [1] "elNamed"          "elNamed<-"        "median"           "median.default"
## [5] "medpolish"        "runmed"
```

List yang dihasilkan berupa fungsi-fungsi yang memiliki elemen kata “med”. Berdasarkan pencari tersebut penulis dapat mencoba menggunakan fungsi “median” untuk menghitung median.

`help.search ()` (sebagai alternatif ??): mencari dokumentasi yang cocok dengan karakter yang diberikan dengan cara yang berbeda. Ini mengembalikan daftar fungsi yang mengandung istilah yang pembaca cari dengan deskripsi singkat dari fungsi.

Berikut adalah contoh penerapan dari fungsi tersebut:

```
help.search("mean")
```

```
# atau
??mean
```

Output yang dihasilkan akan tampak seperti pada Figure 1.8.

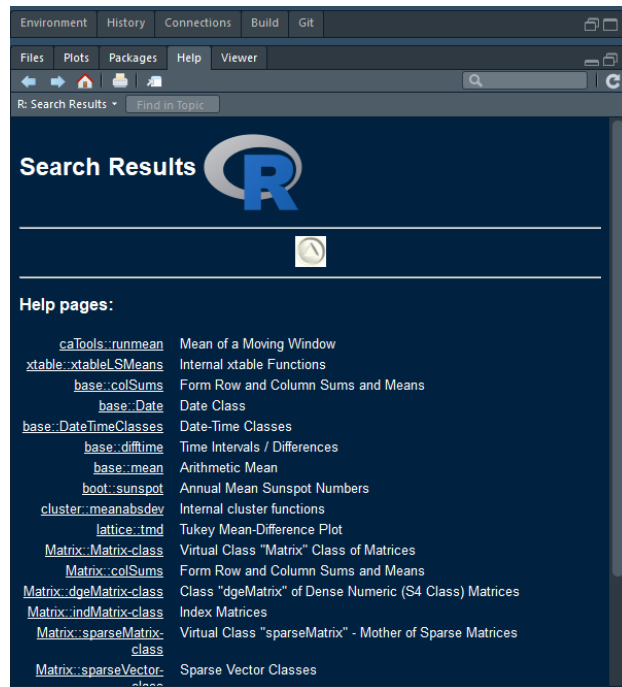


Figure 1.8: Jendela help search dokumentasi fungsi mean().

1.8 Referensi

1. Primartha, R. 2018. **Belajar Machine Learning Teori dan Praktik**. Penerbit Informatika : Bandung
2. Rosadi,D. 2016. **Analisis Statistika dengan R**. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta
3. STHDA. Running RStudio and Setting Up Your Working Directory - Easy R Programming .<http://www.sthda.com/english/wiki/running-rstudio-and-setting-up-your-working-directory-easy-r-programming#set-your-working-directory>
4. STDHA. **Getting Help With Functions In R Programming**. <http://www.sthda.com/english/wiki/getting-help-with-functions-in-r-programming> .
5. Venables, W.N. Smith D.M. and R Core Team. 2018. **An Introduction to R**. R Manuals.

Chapter 2

Sintaks Bahasa R

2.1 Operator Aritmatika

Proses perhitungan akan ditangani oleh fungsi khusus. R akan memahami urutannya secara benar. Kecuali kita secara eksplisit menetapkan yang lain. Sebagai contoh jalankan sintaks berikut:

```
2+4*2
```

```
## [1] 10
```

Bandingkan dengan sintaks berikut:

```
(2+4)*2
```

```
## [1] 12
```

R dapat digunakan sebagai kalkulator

Berdasarkan kedua hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa ketika kita tidak menetapkan urutan perhitungan menggunakan tanda kurung, R akan secara otomatis akan menghitung terlebih dahulu perkalian atau pembagian.

Operator aritmatika yang disediakan R adalah sebagai berikut:

Table 1 Operator Aritmatika R

Simbol	Keterangan
+	<i>Addition</i> , untuk operasi penjumlahan
-	<i>Substraction</i> , untuk operasi pengurangan
*	<i>Multiplication</i> , untuk operasi pembagian
/	<i>Division</i> , untuk operasi pembagian
^	<i>Eksponentiation</i> , untuk operasi pemangkatan
%%	<i>Modulus</i> , Untuk mencari sisa pembagian
%/%	<i>Integer</i> , Untuk mencari bilangan bulat hasil pembagian saja dan tanpa sisa pembagian

Untuk lebih memahaminya berikut contoh sintaks penerapan operator tersebut.

```
# Addition  
5+3
```

```
## [1] 8
```

```
# Substraction  
5-3
```

```
## [1] 2
```

```
# Multiplication  
5*3
```

```
## [1] 15
```

```
# Division  
5/3
```

```
## [1] 1.666667
```

```
# Eksponetiation  
5^3
```

```
## [1] 125
```

```
# Modulus  
5%%3
```

```
## [1] 2
```

```
# Integer  
5%/%3
```

```
## [1] 1
```

Note: Pada R tanda # berfungsi menambahkan keterangan untuk menjelaskan sebuah sintaks pada R.

2.2 Fungsi Aritmetik

Selain fungsi operator aritmetik, pada R juga telah tersedia fungsi aritmetik yang lain seperti logaritmik, ekponensial, trigonometri, dll.

1. Logaritma dan eksponensial

Untuk contoh fungsi logaritmik dan eksponensial jalankan sintaks berikut:

```
log2(8) # logaritma basis 2 untuk 8
```

```
## [1] 3
```

```
log10(8) # logaritma basis 10 untuk 8
```

```
## [1] 0.90309
```

```
exp(8) # eksponensial 8
```

```
## [1] 2980.958
```

2. Fungsi trigonometri

fungsi trigonometri yang ditampilkan seperti sin, cos, tan, dll.

```
cos(x) # cos x
sin(x) # Sin x
tan(x) # Tan x
acos(x) # arc-cos x
asin(x) # arc-sin x
atan(x) # arc-tan x
```

Note: x dalam fungsi trigonometri memiliki satuan radian

Berikut adalah salah satu contoh penggunaannya:

```
cos(pi)
```

```
## [1] -1
```

3. Fungsi matematik lainnya

Fungsi lainnya yang dapat digunakan adalah fungsi absolut, akar kuadrat, dll. Berikut adalah contoh sintaks penggunaan fungsi absolut dan akar kuadrat.

```
abs(-2) # nilai absolut -2
```

```
## [1] 2
```

```
sqrt(4) # akar kuadrat 4
```

```
## [1] 2
```

2.3 Operator Relasi

Operator relasi digunakan untuk membandingkan satu objek dengan objek lainnya. Operator yang disediakan R disajikan pada Table 2.

Table 2 Operator Relasi R

Simbol	Keterangan
">"	Lebih besar dari
"<"	Lebih Kecil dari
"=="	Sama dengan
">="	Lebih besar sama dengan
"<="	Lebih kecil sama dengan
"!="	Tidak sama dengan

Berikut adalah penerapan operator pada tabel tersebut:

```
x <- 34
y <- 35

# Operator >
x > y
```

```
## [1] FALSE
```

```
# Operator <
x < y
```

```
## [1] TRUE
```

```
# operator ==
x == y
```

```
## [1] FALSE
```

```
# Operator >=
x >= y
```

```
## [1] FALSE
```

```
# Operator <=
x <= y
```

```
## [1] TRUE
```

```
# Operator !=
x != y
```

```
## [1] TRUE
```

2.4 Operator Logika

Operator logika hanya berlaku pada vektor dengan tipe logical, numeric, atau complex. Semua angka bernilai 1 akan dianggap bernilai logika TRUE. Operator logika yang disediakan R dapat dilihat pada Table 3.

Table 3 Operator logika R

Simbol	Keterangan
&&	Operator logika AND
!	Operator logika NOT
&	Operator logika AND element wise
	Operator logika OR element wise

Penerapannya terdapat pada sintaks berikut:

```
v <- c(TRUE,TRUE, FALSE)
t <- c(FALSE,FALSE,FALSE)
```

```
# Operator &&
print(v&&t)
```

```
## [1] FALSE
```

```
# Operator ||
print(v||t)
```

```
## [1] TRUE
```

```
# Operator !
print(!v)
```

```
## [1] FALSE FALSE TRUE
```

```
# operator &
print(v&t)
```

```
## [1] FALSE FALSE FALSE
```

```
# Operator |
print(v|t)
```

```
## [1] TRUE TRUE FALSE
```

Note:

operator & dan | akan mengecek logika tiap elemen pada vektor secara berpasangan (sesuai urutan dari kiri ke kanan).

Operator %% dan || hanya mengecek dari kiri ke kanan pada observasi pertama. Misal saat menggunakan && jika observasi pertama TRUE maka observasi pertama pada vektor lainnya akan dicek, namun jika observasi pertama FALSE maka proses akan segera dihentikan dan menghasilkan FALSE.

2.5 Memasukkan Nilai Kedalam Variabel

Variabel pada R dapat digunakan untuk menyimpan nilai. Sebagai contoh jalankan sintaks berikut:

```
# Harga sebuah lemon adalah 500 rupiah
lemon <- 500

# Atau
500 -> lemon

# dapat juga menggunakan tanda "="
lemon = 500
```

Note:

1. R memungkinkan penggunaan <,->, atau = sebagai perintah pengisi nilai variabel
2. R bersifat *case-sensitive*. Maksudnya adalah variabel Lemon tidak sama dengan lemon (Besar kecil huruf berpengaruh)

Untuk mengetahui nilai dari objek `lemon` kita dapat menggunakan fungsi `print()` atau mengetikkan nama objeknya secara langsung.

```
# Menggunakan fungsi print()
print(lemon)
```

```
## [1] 500
```

```
# Atau
lemon
```

```
## [1] 500
```

R akan menyimpan variabel `lemon` sebagai objek pada memori. Sehingga kita dapat melakukan operasi terhadap objek tersebut seperti mengalikannya atau menjumlahkannya dengan bilangan lain. Sebagai contoh jalankan sintaks berikut:

```
# Operasi perkalian terhadap objek lemon
5*lemon
```

```
## [1] 2500
```

Kita dapat juga mengubah nilai dari objek `lemon` dengan cara menginput nilai baru terhadap objek yang sama. R secara otomatis akan menggantikan nilai sebelumnya. Untuk lebih memahaminya jalankan sintaks berikut:

```
lemon <- 1000

# Print lemon
print(lemon)
```

```
## [1] 1000
```

Untuk lebih memahaminya berikut adalah sintaks untuk menghitung volume suatu objek.

```
# Dimensi objek
panjang <- 10
lebar <- 5
tinggi <- 5

# Menghitung volume
volume <- panjang*lebar*tinggi

# Print objek volume
print(volume)

## [1] 250
```

Untuk mengetahui objek apa saja yang telah kita buat sepanjang artikel ini kita dapat menggunakan fungsi `ls()`.

```
ls()

## [1] "A"          "B"          "img1_path" "lebar"      "lemon"
## [6] "panjang"    "t"          "tinggi"    "v"          "volume"
## [11] "x"          "xm"         "y"
```

Kumpulan objek yang telah tersimpan dalam memori disebut sebagai **workspace**

Untuk menghapus objek pada memori kita dapat menggunakan fungsi `rm()`. Pada sintaks berikut penulis hendak menghapus objek `lemon` dan `volume`.

```
# Menghapus objek lemon dan volume
rm(lemon, volume)

# Tampilkan kembali objek yang tersisa
ls()
```

```
## [1] "A"          "B"          "img1_path" "lebar"      "panjang"
## [6] "t"          "tinggi"     "v"          "x"          "xm"
## [11] "y"
```

Note: Setiap variabel atau objek yang dibuat akan menempati sejumlah memori pada komputer sehingga jika kita bekerja dengan jumlah data yang banyak pastikan kita menghapus seluruh objek pada memori sebelum memulai kerja.

2.6 Tipe Data

Data pada R dapat dikelompokkan berdasarkan beberapa tipe. Tipe data pada R disajikan pada Table 4.

Table 4 Tipe Data R

Tipe Data	Contoh	Keterangan
Logical	TRUE, FALSE	Nilai Boolean

Tipe Data	Contoh	Keterangan
Numeric	12.3, 5, 999	Segala jenis angka
Integer	23L, 97L, 3L	Bilangan integer (bilangan bulat)
Complex	2i, 3i, 9i	Bilangan kompleks
Character	'a', "b", "123"	Karakter dan string
Raw	Identik dengan "hello"	Segala jenis data yang disimpan sebagai raw bytes

Sintaks berikut adalah contoh dari tipe data pada R. Untuk mengetahui tipe data suatu objek kita dapat menggunakan perintah `class()`

```
# Logical
apel <- TRUE
class(apel)
```

```
## [1] "logical"
```

```
# Numeric
x <- 2.3
class(x)
```

```
## [1] "numeric"
```

```
# Integer
y <- 2L
class(y)
```

```
## [1] "integer"
```

```
# Complex
z <- 5+2i
class(z)
```

```
## [1] "complex"
```

```
# string
w <- "saya"
class(w)
```

```
## [1] "character"
```

```
# Raw
xy <- charToRaw("hello world")
class(xy)
```

```
## [1] "raw"
```


Keenam jenis data tersebut disebut sebagai tipe data atomik. Hal ini disebabkan karena hanya dapat menangani satu tipe data saja. Misalnya hanya numeric atau hanya integer.

Selain menggunakan fungsi `class()`, kita dapat pula menggunakan fungsi `is_numeric()`, `is.character()`, `is.logical()`, dan sebagainya berdasarkan jenis data apa yang ingin kita cek. Berbeda dengan fungsi `class()`, output yang dihasilkan pada fungsi seperti `is_numeric()` adalah nilai Boolean sehingga fungsi ini hanya digunakan untuk mengecek apakah jenis data pada objek sama seperti yang kita pikirkan. Sebagai contoh disajikan pada sintaks berikut:

```
data <- 25

# Cek apakah objek berisi data numerik
is.numeric(data)
```

```
## [1] TRUE
```

```
# Cek apakah objek adalah karakter
is.character(data)
```

```
## [1] FALSE
```

Kita juga dapat mengubah jenis data menjadi jenis lainnya seperti integer menjadi numerik atau sebaliknya. Fungsi yang digunakan adalah `as.numeric()` jika ingin mengubah suatu jenis data menjadi numerik. Fungsi lainnya juga dapat digunakan sesuai dengan kita ingin mengubah jenis data objek menjadi jenis data lainnya.

```
# Integer
apel <- 2L

# Ubah menjadi numerik
as.numeric(apel)
```

```
## [1] 2
```

```
# Cek
is.numeric(apel)
```

```
## [1] TRUE
```

```
# Logical
angka <- TRUE

# Ubah logical menjadi numeric
as.numeric(angka)
```

```
## [1] 1
```

```
# Karakter
minum <- "minum"

# ubah karakter menjadi numerik
as.numeric(minum)
```

```
## Warning: NAs introduced by coercion
```

```
## [1] NA
```

Note: Konversi karakter menjadi numerik akan menghasilkan output NA (*not available*). R tidak mengetahui bagaimana cara merubah karakter menjadi bentuk numerik.

Berdasarkan Tabel 2, vektor karakter dapat dibuat menggunakan tanda kurung baik *double quote* (“”) maupun *single quote* (”). Jika pada teks yang kita tuliskan mengandung *quote* maka kita harus menghentikannya menggunakan tanda (\). Sebagai contoh kita ingin menuliskan ‘My friend’s name is “Adi”, pada sintaks akan dituliskan:

```
'My friend\'s name is "Adi"'
```

```
## [1] "My friend`s name is \"Adi\""
```

```
# Atau
```

```
"My friend's name \"Adi\""
```

```
## [1] "My friend's name \"Adi\""
```

2.7 Vektor

Vektor merupakan kombinasi berbagai nilai (numerik, karakter, logical, dan sebagainya berdasarkan jenis input data) pada objek yang sma. Pada contoh kasus berikut, pembaca akan memiliki sesuai jenis data input yaitu **vektor numerik**, **vektor karakter**, **vektor logical**, dll.

2.7.1 Membuat vektor

Vektor dibuat dengan menggunakan fungsi `c()` (concatenate) seperti yang disajikan pada sintaks berikut:

```
# membuat vektor numerik
```

```
x <- c(3,3.5,4,7)
```

```
x # print vektor
```

```
## [1] 3.0 3.5 4.0 7.0
```

```
# membuat vektor karakter
```

```
y <- c("Apel", "Jeruk", "Rambutan", "Salak")
```

```
y # print vektor
```

```
## [1] "Apel"      "Jeruk"     "Rambutan" "Salak"
```

```
# membuat vektor logical
```

```
t <- c("TRUE", "FALSE", "TRUE")
```

```
t # print vektor
```

```
## [1] "TRUE" "FALSE" "TRUE"
```

selain menginput nilai pada vektor, kita juga dapat memberi nama nilai setiap vektor menggunakan fungsi `names()`.

```
# Membuat vektor jumlah buah yang dibeli
Jumlah <- c(5,5,6,7)
names(Jumlah) <- c("Apel", "Jeruk", "Rambutan", "Salak")

# Atau
Jumlah <- c(Apel=5, Jeruk=5, Rambutan=6, Salak=7)

# Print
Jumlah
```

```
##      Apel      Jeruk Rambutan      Salak
##      5        5        6        7
```

Note: Vektor hanya dapat memuat satu buah jenis data. Vektor hanya dapat mengandung jenis data numerik saja, karakter saja, dll.

Untuk menentukan panjang sebuah vektor kita dapat menggunakan fungsi `length()`.

```
length(Jumlah)
```

```
## [1] 4
```

2.7.2 Missing Values

Seringkali nilai pada vektor kita tidak lengkap atau terdapat nilai yang hilang (*missing value*) pada vektor. *Missing value* pada R dilambangkan oleh `NA` (*not available*). Berikut adalah contoh vektor dengan *missing value*.

```
Jumlah <- c(Apel=5, Jeruk=NA, Rambutan=6, Salak=7)
```

Untuk mengecek apakah dalam objek terdapat *missing value* dapat menggunakan fungsi `is.na()`. output dari fungsi tersebut adalah nilai Boolean. Jika terdapat *Missing value*, maka output yang dihasilkan akan memberikan nilai `TRUE`.

```
is.na(Jumlah)
```

```
##      Apel      Jeruk Rambutan      Salak
##    FALSE      TRUE     FALSE     FALSE
```

Note:

Selain `NA` terdapat `NaN` (*not a number*) sebagai *missing value*⁸. Nilai tersebut muncul ketika fungsi matematika yang digunakan pada proses perhitungan tidak bekerja sebagaimana mestinya. Contoh: $0/0 = \text{NaN}$

`is.na()` juga akan menghasilkan nilai `TRUE` pada `NaN`. Untuk membedakannya dengan `NA` dapat digunakan fungsi `is.nan()`.

2.7.3 Subset Pada Vektor

Subsetting vector terdiri atas tiga jenis, yaitu: *positive indexing*, *Negative Indexing*, dan .

- **Positive indexing:** memilih elemen vektor berdasarkan posisinya (indeks) dalam kurung siku.

```
# Subset vektor pada urutan kedua
Jumlah[2]
```

```
## Jeruk
##      NA
```

```
# Subset vektor pada urutan 2 dan 4
Jumlah[c(2, 4)]
```

```
## Jeruk Salak
##      NA      7
```

Selain melalui urutan (indeks), kita juga dapat melakukan subset berdasarkan nama elemen vektornya.

```
Jumlah["Jeruk"]
```

```
## Jeruk
##      NA
```

Note: Indeks pada R dimulai dari 1. Sehingga kolom atau elemen pertama vektor dimulai dari [1]

- **Negative indexing:** mengecualikan (*exclude*) elemen vektor.

```
# mengecualikan elemen vektor 2 dan 4
Jumlah[-c(2,4)]
```

```
##      Apel Rambutan
##      5          6
```

```
# mengecualikan elemen vektor 1 sampai 3
Jumlah[-c(1:3)]
```

```
## Salak
##      7
```

- **Subset berdasarkan vektor logical:** Hanya, elemen-elemen yang nilai yang bersesuaian dalam vektor pemilihan bernilai TRUE, akan disimpan dalam subset.

Note: panjang vektor yang digunakan untuk subset harus sama.

```
Jumlah <- c(Apel=5, Jeruk=NA, Rambutan=6, Salak=7)
```

```
# selecting vector
```

```
merah <- c(TRUE, FALSE, TRUE, FALSE)
```

```
# Subset
```

```
Jumlah[merah==TRUE]
```

```
##      Apel Rambutan
```

```
##      5          6
```

```
# Subset untuk elemen vektor bukan missing value
```

```
Jumlah[!is.na(Jumlah)]
```

```
##      Apel Rambutan      Salak
```

```
##      5          6          7
```

2.7.4 Perhitungan Menggunakan Vektor

Jika pembaca melakukan operasi dengan vektor, operasi akan diterapkan ke setiap elemen vektor. Contoh disediakan pada sintaks di bawah ini:

```
pendapatan <- c(2000, 1800, 2500, 3000)
```

```
names(pendapatan) <- c("Andi", "Joni", "Lina", "Rani")
```

```
pendapatan
```

```
## Andi Joni Lina Rani
```

```
## 2000 1800 2500 3000
```

```
# Kalikan pendapatan dengan 3
```

```
pendapatan*3
```

```
## Andi Joni Lina Rani
```

```
## 6000 5400 7500 9000
```

Seperti yang dapat dilihat, R mengalikan setiap elemen dengan bilangan pengali.

Kita juga dapat mengalikan vektor dengan vektor lainnya. Contohnya disajikan pada sintaks berikut:

```
# membuat vektor dengan panjang sama dengan dengan vektor pendapatan
```

```
coefs <- c(2, 1.5, 1, 3)
```

```
# Mengalikan pendapatan dengan vektor coefs
```

```
pendapatan*coefs
```

```
## Andi Joni Lina Rani
```

```
## 4000 2700 2500 9000
```

Berdasarkan sintaks tersebut dapat terlihat bahwa operasi matematik terhadap masing-masing vektor dapat berlangsung jika panjang vektornya sama.

Berikut adalah fungsi lain yang dapat digunakan pada operasi matematika vektor.

```

max(x) # memperoleh nilai maksimum x
min(x) # memperoleh nilai minimum x
range(x) # memperoleh range vektor x
length(x) # memperoleh jumlah elemen vektor x
sum(x) # memperoleh total penjumlahan elemen vektor x
prod(x) # memperoleh produk elemen vektor x
mean(x) # memperoleh nilai rata-rata seluruh elemen vektor x
sd(x) # standar deviasi vektor x
var(x) # varian vektor x
sort(x) # mengurutkan elemen vektor x dari yang terbesar

```

Contoh penggunaan fungsi tersebut disajikan beberapa pada sintaks berikut:

```

# Menghitung range pendapatan
range(pendapatan)

```

```
## [1] 1800 3000
```

```

# menghitung rata-rata dan standar deviasi pendapatan
mean(pendapatan)

```

```
## [1] 2325
```

```
sd(pendapatan)
```

```
## [1] 537.7422
```

2.8 Matriks

Matriks seperti Excel sheet yang berisi banyak baris dan kolom (kumpulan beberapa vektor). Matriks digunakan untuk menggabungkan vektor dengan tipe yang sama, yang bisa berupa numerik, karakter, atau logis. Matriks digunakan untuk menyimpan tabel data dalam R. Baris-baris matriks pada umumnya adalah individu / pengamatan dan kolom adalah variabel.

2.8.1 Membuat matriks

Untuk membuat matriks kita dapat menggunakan fungsi `cbind()` atau `rbind()`. Berikut adalah contoh sintaks untuk membuat matriks.

```

# membuat vektor numerik
col1 <- c(5, 6, 7, 8, 9)
col2 <- c(2, 4, 5, 9, 8)
col3 <- c(7, 3, 4, 8, 7)

# menggabungkan vektor berdasarkan kolom
my_data <- cbind(col1, col2, col3)
my_data

```

```
##      col1 col2 col3
## [1,]    5    2    7
## [2,]    6    4    3
## [3,]    7    5    4
## [4,]    8    9    8
## [5,]    9    8    7
```

```
# Mengubah atau menambahkan nama baris
rownames(my_data) <- c("row1", "row2", "row3", "row4", "row5")
my_data
```

```
##      col1 col2 col3
## row1    5    2    7
## row2    6    4    3
## row3    7    5    4
## row4    8    9    8
## row5    9    8    7
```

Note:

- **cbind()**: menggabungkan objek R berdasarkan kolom
- **rbind()**: menggabungkan objek R berdasarkan baris
- **rownames()**: mengambil atau menetapkan nama-nama baris dari objek seperti-matriks
- **colnames()**: mengambil atau menetapkan nama-nama kolom dari objek seperti-matriks

Kita dapat melakukan tranpose (merotasi matriks sehingga kolom menjadi baris dan sebaliknya) menggunakan fungsi `t()`. Berikut adalah contoh penerapannya:

```
t(my_data)
```

```
##      row1 row2 row3 row4 row5
## col1    5    6    7    8    9
## col2    2    4    5    9    8
## col3    7    3    4    8    7
```

Selain melalui pembentukan sejumlah objek vektor, kita juga dapat membuat matriks menggunakan fungsi `matrix()`. Secara sederhana fungsi tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:

```
matrix(data = NA, nrow = 1, ncol = 1, byrow = FALSE,
       dimnames = NULL)
```

Note:

- **data**: vektor data opsional
- **nrow**, **ncol**: jumlah baris dan kolom yang diinginkan, masing-masing.
- **byrow**: nilai logis. Jika `FALSE` (default) matriks diisi oleh kolom, jika tidak, matriks diisi oleh baris.
- **dimnames**: Daftar dua vektor yang memberikan nama baris dan kolom masing-masing.

Dalam kode R di bawah ini, data input memiliki panjang 6. Kita ingin membuat matriks dengan dua kolom. Kita tidak perlu menentukan jumlah baris (di sini `nrow = 3`). R akan menyimpulkan ini secara otomatis. Matriks diisi kolom demi kolom saat argumen `byrow = FALSE`. Jika kita ingin mengisi matriks dengan baris, gunakan `byrow = TRUE`. Berikut adalah contoh pembuatan matriks menggunakan fungsi `matrix()`.

```
data <- matrix(
  data = c(1,2,3, 11,12,13),
  nrow = 2, byrow = TRUE,
  dimnames = list(c("row1", "row2"), c("C.1", "C.2", "C.3"))
)
data

##      C.1 C.2 C.3
## row1   1   2   3
## row2  11  12  13
```

Untuk mengetahui dimensi dari suatu matriks, kita dapat menggunakan fungsi `ncol()` untuk mengetahui jumlah kolom matriks dan `nrow()` untuk mengetahui jumlah baris pada matriks. Berikut adalah contoh penerapannya:

```
# mengetahui jumlah kolom
ncol(my_data)
```

```
## [1] 3
```

```
# mengetahui jumlah baris
nrow(my_data)
```

```
## [1] 5
```

Jika ingin memperoleh ringkasan terkait dimensi matriks kita juga dapat menggunakan fungsi `dim()` untuk mengetahui jumlah baris dan kolom matriks. Berikut adalah contoh penerapannya:

```
dim(my_data) # jumlah baris dan kolom
```

```
## [1] 5 3
```

2.8.2 Subset Pada Matriks

Sama dengan vektor, subset juga dapat dilakukan pada matriks. Bedanya subset dilakukan berdasarkan baris dan kolom pada matriks.

- **Memilih baris/kolom** berdasarkan pengindeksan positif

baris atau kolom dapat diseleksi menggunakan format `data[row, col]`. Cara seleksi ini sama dengan vektor, bedanya kita harus menentukan baris dan kolom dari data yang akan kita pilih. Berikut adalah contoh penerapannya:

```
# Pilih baris ke-2
my_data[2,]
```

```
## col1 col2 col3
##    6    4    3
```



```
# Pilih baris 2 sampai 4
my_data[2:4,]
```

```
##      col1 col2 col3
## row2    6    4    3
## row3    7    5    4
## row4    8    9    8
```

```
# Pilih baris 2 dan 4
my_data[c(2,4),]
```

```
##      col1 col2 col3
## row2    6    4    3
## row4    8    9    8
```

```
# Pilih baris 2 dan kolom 3
my_data[2, 3]
```

```
## [1] 3
```

- Pilih berdasarkan nama baris/kolom

Berikut adalah contoh subset berdasarkan nama baris atau kolom.

```
# Pilih baris 1 dan kolom 3
my_data["row1", "col3"]
```

```
## [1] 7
```

```
# Pilih baris 1 sampai 4 dan kolom 3
baris <- c("row1", "row2", "row3")
my_data[baris, "col3"]
```

```
## row1 row2 row3
##    7    3    4
```

- Kecualikan baris/kolom dengan pengindeksan negatif

Sama seperti vektor pengecualian data dapat dilakukan di matriks menggunakan pengindeksan negatif. Berikut cara melakukannya:

```
# Kecualikan baris 2 dan 3 serta kolom 3
my_data[-c(2,3), -3]
```

```
##      col1 col2
## row1    5    2
## row4    8    9
## row5    9    8
```

- Pilihan dengan logik

Dalam kode R di bawah ini, misalkan kita ingin hanya menyimpan baris di mana $\text{col3} >= 4$:

```
col3 <- my_data[, "col3"]
my_data[col3 >= 4, ]
```

```
##      col1 col2 col3
## row1    5    2    7
## row3    7    5    4
## row4    8    9    8
## row5    9    8    7
```

2.8.3 Perhitungan Menggunakan Matriks

— Kita juga dapat melakukan operasi matematika pada matriks. Pada operasi matematika pada matriks proses yang terjadi bisa lebih kompleks dibanding pada vektor, dimana kita dapat melakukan operasi untuk memperoleh gambaran data pada tiap kolom atau baris.

Berikut adalah contoh operasi matematika sederhana pada matriks:

```
# mengalikan masing-masing elemen matriks dengan 2
my_data*2
```

```
##      col1 col2 col3
## row1   10    4   14
## row2   12    8    6
## row3   14   10    8
## row4   16   18   16
## row5   18   16   14
```

```
# memperoleh nilai log basis 2 pada masing-masing elemen matriks
log2(my_data)
```

```
##      col1      col2      col3
## row1 2.321928 1.000000 2.807355
## row2 2.584963 2.000000 1.584963
## row3 2.807355 2.321928 2.000000
## row4 3.000000 3.169925 3.000000
## row5 3.169925 3.000000 2.807355
```

Seperti yang telah penulis jelaskan sebelumnya, kita juga dapat melakukan operasi matematika untuk memperoleh hasil penjumlahan elemen pada tiap baris atau kolom dengan menggunakan fungsi `rowSums()` untuk baris dan `colSums()` untuk kolom.

```
# Total pada tiap kolom
colSums(my_data)
```

```
## col1 col2 col3
##   35   28   29
```

```
# Total pada tiap baris
rowSums(my_data)
```

```
## row1 row2 row3 row4 row5
##  14   13   16   25   24
```

Jika kita tertarik untuk mencari nilai rata-rata tiap baris atau kolom kita juga dapat menggunakan fungsi `rowMeans()` atau `colMeans()`. Berikut adalah contoh penerapannya:

```
# Rata-rata tiap baris
rowMeans(my_data)
```

```
##      row1      row2      row3      row4      row5
## 4.666667 4.333333 5.333333 8.333333 8.000000
```

```
# Rata-rata tiap kolom
colMeans(my_data)
```

```
## col1 col2 col3
##  7.0   5.6   5.8
```

Kita juga dapat melakukan perhitungan statistika lainnya menggunakan fungsi `apply()`. Berikut adalah format sederhananya:

```
apply(x, MARGIN, FUN)
```

Note:

- `x` : data matriks
- `MARGIN` : Nilai yang dapat digunakan adalah 1 (untuk operasi pada baris) dan 2 (untuk operasi pada kolom)
- `FUN` : fungsi yang diterapkan pada baris atau kolom

untuk mengetahui fungsi (`FUN`) apa saja yang dapat diterapkan pada fungsi `apply()` jalankan sintaks bantuan berikut:

```
help(apply)
```

Berikut adalah contoh penerapannya:

```
# Rata-rata pada tiap baris
apply(my_data, 1, mean)
```

```
##      row1      row2      row3      row4      row5
## 4.666667 4.333333 5.333333 8.333333 8.000000
```

```
# Median pada tiap kolom
apply(my_data, 2, median)
```

```
## col1 col2 col3
##    7    5    7
```

2.9 Faktor

Dalam bahasa R, faktor merupakan vektor dengan level. Level disimpan sebagai R Character. Jika kita menggunakan SPSS maka faktor ini akan sama dengan jenis data numerik atau ordinal.

Faktor merepresentasikan kategori atau grup pada data. Untuk membuat faktor pada R, kita dapat menggunakan fungsi `factor()`.

2.9.1 Membuat Variabel Faktor

Berikut adalah contoh sintaks pembuatan variabel faktor.

```
# membuat variabel faktor
faktor <- factor(c(1,2,1,2))
faktor
```

```
## [1] 1 2 1 2
## Levels: 1 2
```

Pada sintaks tersebut objek faktor terdiri atas dua buah kategori atau pada R disebut sebagai **factor levels**. Kita dapat mengecek factor levels menggunakan fungsi `levels()`.

```
levels(faktor)
```

```
## [1] "1" "2"
```

Kita juga dapat memberikan label atau mengubah level pada faktor. Berikut adalah contoh bagaimana kita melakukannya:

```
# Ubah level
levels(faktor) <- c("baik", "tidak_baik")
faktor
```

```
## [1] baik      tidak_baik baik      tidak_baik
## Levels: baik tidak_baik
```

```
# Ubah urutan level
faktor <- factor(faktor,
                 levels = c("tidak_baik", "baik"))
faktor
```

```
## [1] baik      tidak_baik baik      tidak_baik
## Levels: tidak_baik baik
```

Note:

- Fungsi `is.factor()` dapat digunakan untuk mengecek apakah sebuah variabel adalah faktor. Hasil yang dimunculkan dapat berupa TRUE (jika faktor) atau FALSE (jika bukan)
- Fungsi `as.factor()` dapat digunakan untuk merubah sebuah variabel menjadi faktor.

```
# Cek jika objek faktor adalah faktor
is.factor(faktor)
```

```
## [1] TRUE
```

```
# Cek jika objek Jumlah adalah faktor
is.factor(Jumlah)
```

```
## [1] FALSE
```

```
# Ubah objek Jumlah menjadi faktor
as.factor(Jumlah)
```

```
##      Apel      Jeruk Rambutan      Salak
##         5      <NA>         6         7
## Levels: 5 6 7
```

2.9.2 Perhitungan Menggunakan Faktor

Jika kita ingin mengetahui jumlah masing-masing observasi pada masing-masing faktor, kita dapat menggunakan fungsi `summary()`. Berikut adalah contoh penerapannya:

```
summary(faktor)
```

```
## tidak_baik      baik
##           2           2
```

Pada contoh perhitungan menggunakan vektor kita telah membuat objek `pendapatan`. Pada objek tersebut kita ingin menghitung nilai rata-rata pendapatan berdasarkan objek faktor. Untuk melakukannya kita dapat menggunakan fungsi `tapply()`.

```
pendapatan
```

```
## Andi Joni Lina Rani
## 2000 1800 2500 3000
```

```
faktor
```

```
## [1] baik      tidak_baik baik      tidak_baik
## Levels: tidak_baik baik
```

```
# Rata-rata pendapatan dan simpan sebagai objek dengan nama:
# mean_pendapatan
mean_pendapatan <- tapply(pendapatan, faktor, mean)
mean_pendapatan
```

```
## tidak_baik      baik
##       2400       2250
```

```
# Hitung ukuran/panjang masing-masing grup
tapply(pendapatan, faktor, length)
```

```
## tidak_baik      baik
##           2      2
```

Untuk mengetahui jumlah masing-masing observasi masing-masing factor levels kita juga dapat menggunakan fungsi `table()`. Fungsi tersebut akan membuat frekuensi tabel pada masing-masing factor levels atau yang dikenal sebagai *contingency table*.

```
table(faktor)
```

```
## faktor
## tidak_baik      baik
##           2      2
```

```
# Cross-tabulation antara
# faktor dan pendapatan
table(pendapatan, faktor)
```

```
##           faktor
## pendapatan tidak_baik baik
##          1800          1    0
##          2000          0    1
##          2500          0    1
##          3000          1    0
```

2.10 Data Frames

Data frame merupakan kumpulan vektor dengan panjang sama atau dapat pula dikatakan sebagai matriks yang memiliki kolom dengan jenis data yang berbeda-beda (numerik, karakter, logical). Pada data frame terdapat baris dan kolom. Baris disebut sebagai observasi, sedangkan kolom disebut sebagai variabel. Sehingga dapat dikatakan bahwa setiap observasi akan memiliki satu atau beberapa variabel.

2.10.1 Membuat Data Frame

Data frame dapat dibuat menggunakan fungsi `data.frame()`. Berikut adalah contoh cara membuat data frame:

```
# Membuat data frame
nama <- c("Andi", "Rizal", "Ani", "Ina")
pendapatan <- c(1000, 2000, 3500, 500)
tinggi <- c(160, 155, 170, 146)
usia <- c(35, 40, 25, 27)
menikah <- c(TRUE, FALSE, TRUE, TRUE)

data_teman <- data.frame(nama = nama,
                        gaji = pendapatan,
                        tinggi = tinggi,
```

```
menikah = menikah)

data_teman
```

```
##   nama gaji tinggi menikah
## 1  Andi  1000    160    TRUE
## 2 Rizal  2000    155   FALSE
## 3   Ani  3500    170    TRUE
## 4   Ina   500    146    TRUE
```

Untuk mengecek apakah objek `data_teman` merupakan data frame, kita dapat menggunakan fungsi `is.data.frame()`. Jika hasilnya `TRUE`, maka objek tersebut adalah data frame. Berikut adalah contoh penerapannya:

```
is.data.frame(data_teman)
```

```
## [1] TRUE
```

Note: untuk konversi objek menjadi data frame, kita dapat menjalankan fungsi `as.data.frame()`.

2.10.2 Subset Pada Data Frame

Subset pada data frame sebenarnya tidak berbeda dengan subset pada matriks. Bedanya adalah kita juga bisa melakukan subset langsung terhadap nama variabel menggunakan dollar sign. Untuk lebih memahaminya berikut adalah jenis subset pada data frame.

- **Pengindeksan positif** menggunakan nama dan lokasi.

```
# Subset menggunakan dollar sign
data_teman$nama
```

```
## [1] Andi Rizal Ani Ina
## Levels: Andi Ani Ina Rizal
```

```
# atau
data_teman[, "nama"]
```

```
## [1] Andi Rizal Ani Ina
## Levels: Andi Ani Ina Rizal
```

```
# subset baris 1 sampai 3 serta kolom 1 dan 3
data_teman[1:3, c(1,3)]
```

```
##   nama tinggi
## 1  Andi    160
## 2 Rizal    155
## 3   Ani    170
```

- **Pengindeksan negatif**

```
# Kecualikan kolom nama
data_teman[, -1]
```

```
##   gaji tinggi menikah
## 1 1000    160    TRUE
## 2 2000    155   FALSE
## 3 3500    170    TRUE
## 4  500    146    TRUE
```

- Pengideksan berdasarkan karakteristik

Kita ingin memilih data dengan kriteria teman yang telah menikah

```
data_teman[data_teman$menikah==TRUE, ]
```

```
##   nama gaji tinggi menikah
## 1 Andi 1000    160    TRUE
## 3  Ani 3500    170    TRUE
## 4  Ina  500    146    TRUE
```

```
# Tampilkan hanya kolom nama dan gaji untuk yang telah menikah
data_teman[data_teman$menikah==TRUE, 1:2]
```

```
##   nama gaji
## 1 Andi 1000
## 3  Ani 3500
## 4  Ina  500
```

kita juga dapat menggunakan fungsi `subset()` agar lebih mudah. Berikut adalah contoh penerapannya:

```
# subset terhadap teman yang berusia >=30 tahun
subset(data_teman, usia>=30)
```

```
##   nama gaji tinggi menikah
## 1  Andi 1000    160    TRUE
## 2 Rizal 2000    155   FALSE
```

Opsi lain adalah menggunakan fungsi `attach()` dan `detach()`. Fungsi `attach()` mengambil data frame dan membuat kolomnya dapat diakses hanya dengan memberikan nama mereka.

```
# attach data frame
attach(data_teman)
```

```
## The following objects are masked _by_ .GlobalEnv:
##
##   menikah, nama, tinggi
```



```
# ==== memulai data manipulation ====
data_teman[usia>=30]

##      nama gaji
## 1  Andi 1000
## 2 Rizal 2000
## 3   Ani 3500
## 4   Ina  500

# ==== mengakhiri data manipulation ====
# detach data frame

detach(data_teman)
```

2.10.3 Memperluas Data Frame

Kita dapat juga memperluas data frame dengan cara menambahkan variabel atau kolom baru pada data frame. Pada contoh kali ini penulis akan menambahkan kolom pendidikan terakhir pada objek `data_teman`. Berikut adalah sintaks yang digunakan.

```
# membuat vektor pendidikan
pendidikan <- c("S1", "S2", "D3", "D1")

# menambahkan variabel pendidikan pada data frame
data_teman$pendidikan <- pendidikan

# atau
cbind(data_teman, pendidikan=pendidikan)
```

2.10.4 Perhitungan Pada Data Frame

Perhitungan pada variabel numerik data frame pada dasarnya sama dengan perhitungan pada matriks. Kita dapat menggunakan fungsi `rowSums()`, `colSums()`, `rowMeans()` dan `apply()`. Proses perhitungan dan manipulasi pada data frame akan dibahas pada sesi yang lain secara lebih detail.

2.11 List

List adalah kumpulan objek yang diurutkan, yang dapat berupa vektor, matriks, data frame, dll. Dengan kata lain, daftar dapat berisi semua jenis objek R.

2.11.1 Membuat List

List dapat dibuat menggunakan fungsi `list()`. Berikut disajikan contoh sebuah list sebuah keluarga:

```
# Membuat list keluarga
keluarga <- list(
  ayah = "Budi",
  usia_ayah = 48,
```

```

ibu = "Ani",
usia_ibu = "47",
anak = c("Andi", "Adi"),
usia_anak = c(15,10)
)

# Print
keluarga

## $ayah
## [1] "Budi"
##
## $usia_ayah
## [1] 48
##
## $ibu
## [1] "Ani"
##
## $usia_ibu
## [1] "47"
##
## $anak
## [1] "Andi" "Adi"
##
## $usia_anak
## [1] 15 10

# Nama elemen dalam list
names(keluarga)

## [1] "ayah"      "usia_ayah" "ibu"      "usia_ibu"  "anak"      "usia_anak"

# Jumlah elemen pada list
length(keluarga)

## [1] 6

```

2.11.2 Subset List

Kita dapat memilih sebuah elemen pada list dengan menggunakan nama elemen atau indeks dari elemen tersebut. Berikut adalah contoh penerapannya:

```

# Subset berdasarkan nama
# mengambil elemen usia_ayah
keluarga$usia_ayah

## [1] 48

```

```
# Atau
keluarga[["usia_ayah"]]
```

```
## [1] 48
```

```
# Subset berdasarkan indeks
keluarga[[2]]
```

```
## [1] 48
```

```
# subset elemen pertama pada keluarga[[5]]
keluarga[[5]][1]
```

```
## [1] "Andi"
```

2.11.3 Memperluas List

Kita juga dapat menambahkan elemen pada list yang telah kita buat. Pada contoh list sebelumnya penulis akan menambahkan elemen keluarga yang lain seperti berikut:

```
# Menambahkan kakek dan nenek pada list
keluarga$kakek <- "Suprpto"
keluarga$nenek <- "Sri"
```

```
# Print
keluarga
```

```
## $ayah
## [1] "Budi"
##
## $usia_ayah
## [1] 48
##
## $ibu
## [1] "Ani"
##
## $usia_ibu
## [1] "47"
##
## $anak
## [1] "Andi" "Adi"
##
## $usia_anak
## [1] 15 10
##
## $kakek
## [1] "Suprpto"
##
## $nenek
## [1] "Sri"
```

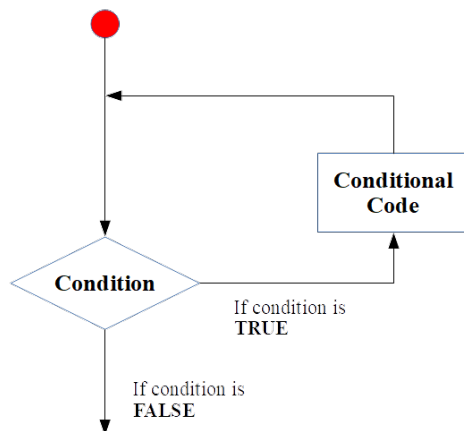


Figure 2.1: Diagram umum loop (sumber: Primartha, 2018).

Kita juga dapat menggabungkan beberapa list menjadi satu. Berikut adalah format sederhana bagaimana cara menggabungkan beberapa list menjadi satu:

```
list_baru <- c(list_a, list_b, list_c, ...)
```

2.12 Loop

Loop merupakan kode program yang berulang-ulang. *Loop* berguna saat kita ingin melakukan sebuah perintah yang perlu dijalankan berulang-ulang seperti melakukan perhitungan maupaun melakukan visualisasi terhadap banyak variabel secara serentak. Hal ini tentu saja membantu kita karena kita tidak perlu menulis sejumlah sintaks yang berulang-ulang. Kita hanya perlu mengatur *statement* berdasarkan hasil yang kita harapkan.

Pada R bentuk *loop* dapat bermacam-macam (*“for loop”*, *“while loop”*, dll). R menyederhanakan bentuk *loop* ini dengan menyediakan sejumlah fungsi seperti `apply()`, `tapply()`, dll. Sehingga *loop* jarang sekali muncul dalam kode R. Sehingga R sering disebut sebagai *loopless loop*.

Meski *loop* jarang muncul bukan berarti kita tidak akan melakukannya. Terkadang saat kita melakukan komputasi statistik atau matematik dan belum terdapat paket yang mendukung proses tersebut, sering kali kita akan membuat sintaks sendiri berdasarkan algoritma metode tersebut. Pada algoritma tersebut sering pula terdapat *loop* yang diperlukan selama proses perhitungan. Secara sederhana diagram umum loop ditampilkan pada Figure 2.1

2.12.1 For Loop

Mengulangi sebuah *statement* atau sekelompok *statement* sebanyak nilai yang ditentukan di awal. Jadi operasi akan terus dilakukan sampai dengan jumlah yang telah ditetapkan di awal atau dengan kata lain tes kondisi (Jika jumlah pengulangan telah cukup) hanya akan dilakukan di akhir. Secara sederhana bentuk dari *for loop* dapat dituliskan sebagai berikut:

```
for (value in vector){
  statements
}
```

Berikut adalah contoh sintaks penerapan *for loop*:

```
# Membuat vektor numerik
vektor <- c(1:5)

# loop
for(i in vektor){
  print(i)
}
```

```
## [1] 1
## [1] 2
## [1] 3
## [1] 4
## [1] 5
```

Loop akan dimulai dari blok *statement for* sampai dengan `print(i)`. Berdasarkan *loop* pada contoh tersebut, *loop* hanya dilakukan sebanyak 5 kali sesuai dengan jumlah vektor yang ada.

2.12.2 While Loop

While loop merupakan *loop* yang digunakan ketika kita telah menetapkan *stop condition* sebelumnya. Blok *statement/kode* yang sama akan terus dijalankan sampai *stop condition* ini tercapai. *Stop condition* akan di cek sebelum melakukan proses *loop*. Berikut adalah pola dari *while loop* dapat dituliskan sebagai berikut:

```
while (test_expression){
  statement
}
```

Berikut adalah contoh penerapan dari *while loop*:

```
coba <- c("Contoh")
counter <- 1

# loop
while (counter<5){
  # print vektor
  print(coba)
  # tambahkan nilai counter sehingga proses terus berlangsung sampai counter = 5
  counter <- counter + 1
}
```

```
## [1] "Contoh"
## [1] "Contoh"
## [1] "Contoh"
## [1] "Contoh"
```

Loop akan dimulai dari blok *statement while* sampai dengan `counter <- 1`. *Loop* hanya akan dilakukan sepanjang nilai `counter < 5`.

2.12.3 Repeat Loop

Repeat loop akan menjalankan *statement*/kode yang sama berulang-ulang hingga *stop condition* tercapai. Berikut adalah pola dari *repeat loop*.

```
repeat {
  commands
  if(condition){
    break
  }
}
```

Berikut adalah contoh penerapan dari *repeat loop*:

```
coba <- c("contoh")
counter <- 1
repeat {
  print(coba)
  counter <- counter + 1
  if(counter < 5){
break
  }
}
```

```
## [1] "contoh"
```

Loop akan dimulai dari blok *statement while* sampai dengan *break*. *Loop* hanya akan dilakukan sepanjang nilai *counter* < 5. Hasil yang diperoleh berbeda dengan *while loop*, dimana kita memperoleh 4 buah kata “contoh”. Hal ini disebabkan karena *repeat loop* melakukan pengecekan *stop condition* tidak di awal loop seperti *while loop* sehingga berapapun nilainya, selama nilainya sesuai dengan *stop condition* maka *loop* akan dihentikan. Hal ini berbeda dengan *while loop* dimana proses dilakukan berulang-ulang sampai jumlahnya mendekati *stop condition*.

2.12.4 Break

Break sebenarnya bukan bagian dari *loop*, namun sering digunakan dalam *loop*. *Break* dapat digunakan pada *loop* manakala dirasa perlu, yaitu saat kondisi yang disyaratkan pada *break* tercapai.

Berikut adalah contoh penerapan *break* pada beberapa jenis *loop*.

```
# for loop
a = c(2,4,6,8,10,12,14)
for(i in a){
  if(i>8){
    break
  }
  print(i)
}
```

```
## [1] 2
## [1] 4
## [1] 6
## [1] 8
```

```
# while loop
a = 2
b = 4
while(a<7){
  print(a)
  a = a +1
  if(b+a>10){
    break
  }
}
```

```
## [1] 2
## [1] 3
## [1] 4
## [1] 5
## [1] 6
```

```
# repeat loop
a = 1
repeat{
  print(a)
  a = a+1
  if(a>6){
    break
  }
}
```

```
## [1] 1
## [1] 2
## [1] 3
## [1] 4
## [1] 5
## [1] 6
```

2.13 Decision Making

Decision Making atau sering disebut sebagai *if then else statement* merupakan bentuk percabangan yang digunakan manakala kita ingin agar program dapat melakukan pengujian terhadap syarat kondisi tertentu. Pada Table 5 disajikan daftar percabangan yang digunakan pada R.

Table 5 Daftar percabangan pada R

Statement	Keterangan
<i>if statement</i>	<i>if statement</i> hanya terdiri atas sebuah ekspresi <i>Boolean</i> , dan diikuti satu atau lebih <i>statement</i>
<i>if...else statement</i>	<i>if else statement</i> terdiri atas beberapa buah ekspresi <i>Boolean</i> . Ekspresi <i>Boolean</i> berikutnya akan dijalankan jika ekspresi *Boolean sebelumnya bernilai FALSE
<i>switch statement</i>	<i>switch statement</i> digunakan untuk mengevaluasi sebuah variabel beberapa pilihan

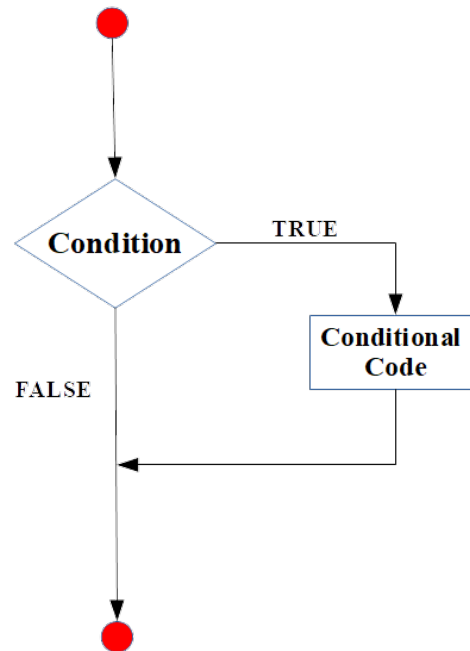


Figure 2.2: Diagram if statement (sumber: Primartha, 2018).

2.13.1 if statement

Pola *if statement* disajikan pada Figure 2.2

Berikut adalah contoh penerapan *if statement*:

```
x <- c(1:5)
if(is.vector(x)){
  print("x adalah sebuah vector")
}
```

```
## [1] "x adalah sebuah vector"
```

2.13.2 if else statement

Pola dari *if else statement* disajikan pada Figure 2.3

Berikut adalah contoh penerapan *if else statement*:

```
x <- c("Andi", "Iwan", "Adi")
if("Rina" %in% x){
  print("Rina ditemukan")
} else if("Adi" %in% x){
  print("Adi ditemukan")
} else{
  print("tidak ada yang ditemukan")
}
```

```
## [1] "Adi ditemukan"
```

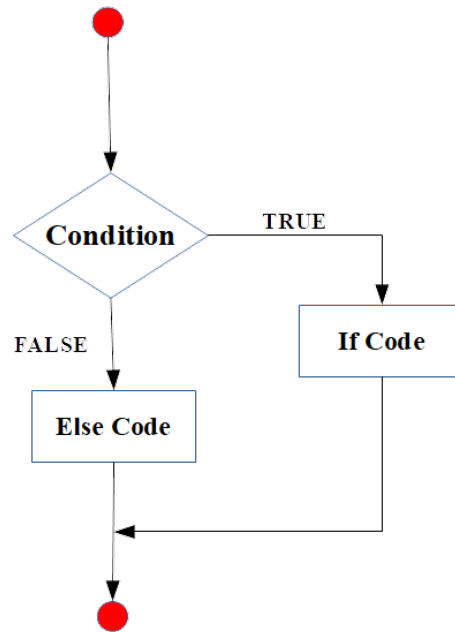



Figure 2.3: Diagram if else statement (sumber: Primartha, 2018).

2.13.3 switch statement

Pola dari *switch statement* disajikan pada Figure 2.4

Berikut adalah contoh penerapan *switch statement*:

```

y = 3

x = switch(
  y,
  "Selamat Pagi",
  "Selamat Siang",
  "Selamat Sore",
  "Selamat Malam"
)

print(x)

```

```
## [1] "Selamat Sore"
```

2.14 Fungsi

Fungsi merupakan sekumpulan instruksi atau *statement* yang dapat melakukan tugas khusus. Sebagai contoh fungsi perkalian untuk menyelesaikan operasi perkalian, fungsi pemangkatan hanya untuk operasi pemangkatan, dll.

Pada R terdapat 2 jenis fungsi, yaitu: *build in function* dan *user define function*. *build in function* merupakan fungsi bawaan R saat pertama kita menginstall R. Contohnya adalah `mean()`, `sum()`, `ls()`, `rm()`, dll. Sedangkan *user define function* merupakan fungsi-fungsi yang dibuat sendiri oleh pengguna.

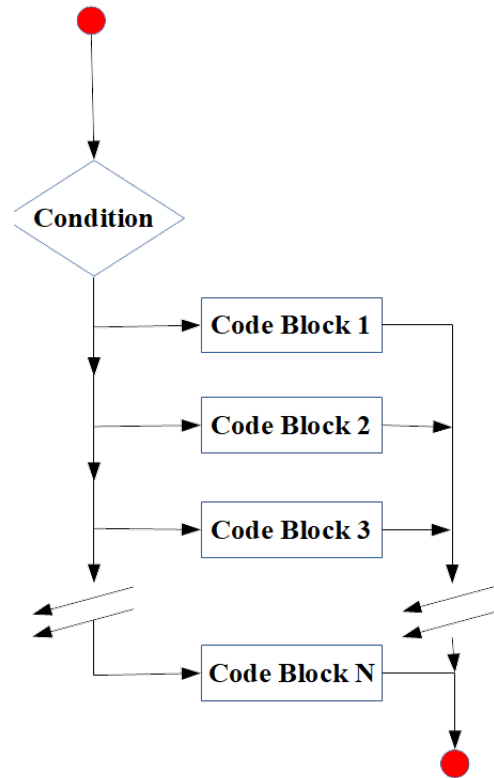


Figure 2.4: Diagram switch statement (sumber: Primartha, 2018).

Fungsi-fungsi buatan pengguna haruslah dideklarasikan (dibuat) terlebih dahulu sebelum dapat dijalankan. Pola pembentukan fungsi adalah sebagai berikut:

```
function_name <- function(argument_1, argument_2, ...){
  function body
}
```

Note:

- **function_name** : Nama dari fungsi R. R akan menyimpan fungsi tersebut sebagai objek
- **argument_1, argument_2,...** : *Argument* bersifat opsional (tidak wajib). *Argument* dapat digunakan untuk memberi inputan kepada fungsi
- **function body** : Merupakan inti dari fungsi. Fuction body dapat terdiri atas 0 statement (kosong) hingga banyak statement.
- **return** : Fungsi ada yang memiliki *output* atau *return value* ada juga yang tidak. Jika fungsi memiliki *return value* maka *return value* dapat diproses lebih lanjut

Berikut adalah contoh penerapan *user define function*:

```
# Fungsi tanpa argument
bilang <- function(){
  print("Hello World!!")
}

# Print
bilang()
```

```
## [1] "Hello World!!"
```

```
# Fungsi dengan argumen
tambah <- function(a,b){
  print(a+b)
}
```

```
# Print
tambah(5,3)
```

```
## [1] 8
```

```
# Fungsi dengan return value
kali <- function(a,b){
  return(a*b)
}
```

```
# Print
kali(4,3)
```

```
## [1] 12
```

2.15 Referensi

1. Primartha, R. 2018. **Belajar Machine Learning Teori dan Praktik**. Penerbit Informatika : Bandung.
2. Rosadi,D. 2016. **Analisis Statistika dengan R**. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.
3. STHDA. **Easy R Programming Basics**. <http://www.sthda.com/english/wiki/easy-r-programming-basics>
4. Venables, W.N. Smith D.M. and R Core Team. 2018. **An Introduction to R**. R Manuals.
5. The R Core Team. 2018. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. R Manuals.

Chapter 3

Manajemen Data R

3.1 Import File

Pada sesi bagian ini penulis akan menjelaskan cara mengimport file pada R. File yang diimport ke dalam R terdiri atas file yang sering digunakan pada saat akan melakukan analisis data, antara lain: TXT, CSV, Excel, SPSS, SAS, dan STATA.

Pada bagian ini akan dijelaskan pula bagaimana melakukan import data menggunakan library `readr` serta kelebihan dari metode import data yang digunakan. Berikut adalah cara mengimport data berbagai format pada R.

Note: Pastikan kita telah mengatur lokasi *working directory* pada tempat dimana lokasi file yang akan kita baca berada untuk mempermudah dalam melakukan import file.

3.1.1 Import File Menggunakan Fungsi Bawaan R

Fungsi bawaan R secara umum hanya dapat membaca data dengan format TXT dan CSV. Pada RStudio fungsi ini bertambah dengan adanya library tambahan yang telah terinstall di RStudio untuk membaca file dengan format EXCEL, SPSS, SAS dan STATA.

Secara umum fungsi yang digunakan untuk membaca data dengan format tabel seperti TXT dan CSV adalah `read.table()`. Berikut adalah list fungsi dasar lainnya untuk membaca file dengan format TXT dan CSV pada R:

- `read.csv()`: untuk membaca file dengan format *comma separated value* (“.csv”).
- `read.csv2()`: varian yang digunakan jika pada file “.csv” yang akan dibaca mengandung koma (“,”) sebagai desimal dan semicolon (“;”) sebagai pemisah antar variabel atau kolom.
- `read.delim()`: untuk membaca file dengan format *tab-separated value* (“.txt”).
- `read.delim2()`: membaca file dengan format “.txt” dengan tanda koma (“,”) sebagai penunjuk bilangan desimal.

Masing-masing fungsi diatas dapat dituliskan kedalam R dengan format sebagai berikut:

```
# Membaca tabular data pada R
read.table(file, header = FALSE, sep = "", dec = ".")
# Membaca "comma separated value" files (".csv")
read.csv(file, header = TRUE, sep = ",", dec = ".", ...)
```

```
# atau gunakan read.csv2 jika tanda desimal pada data adalah "." dan pemisah kolom adalah ";"
read.csv2(file, header = TRUE, sep = ";", dec = ".", ...)
# Membaca TAB delimited files
read.delim(file, header = TRUE, sep = "\t", dec = ".", ...)
read.delim2(file, header = TRUE, sep = "\t", dec = ",", ...)
```

Note:

- **file**: nama file diakhiri dengan format file (misal: "nama_file.txt") yang akan di import ke dalam file. Dapat pula diisi lokasi file tersebut berada, misal: (C:/Users/My PC/Documents/nama_file.txt atau .csv)
- **sep**: pemisah antar kolom. "\t" digunakan untuk tab-delimited file.
- **header**: nilai logik. jika TRUE, maka `read.table()` akan menganggap bahwa file yang akan dibaca pada baris pertama file merupakan header data.
- **dec**: karakter yang digunakan sebagai penunjuk desimal pada data.

Untuk info lebih lanjut terkait fungsi-fungsi tersebut dan contoh bagaimana menggunakannya, pembaca dapat mengakses fitur bantuan dari fungsi tersebut menggunakan sintaks berikut:

```
# mengakses menu bantuan
?read.table
?read.csv
?read.csv2
?read.delim
?read.delim2
```

Misalkan penulis memiliki data pada file bernama "mtcars.csv" dengan desimal berupa titik pada datanya. Penulis ingin membaca file tersebut, maka penulis akan menuliskan sintaks berikut:

```
data <- read.csv("mtcars.csv")
```

Secara default perintah tersebut akan membaca baris pertama data sebagai header serta data berupa karakter menjadi factor. Untuk mencegah agar data berupa karakter menjadi faktor, perintah tersebut dapat ditambahkan parameter `stringAsFactor = FALSE`.

Kita juga dapat memilih file yang akan kita baca secara interaktif. Misal pada *working directory* terdapat beberapa file yang akan kita baca. Kita ingin melihat file dengan format tertentu yang hendak kita baca, namun kita malas mengecek file explorer pada windows. Untuk mengatasi masalah tersebut, kita dapat menggunakan fungsi `file.choose()` pada R. Fungsi tersebut akan menampilkan jendela windows explorer sehingga kita dapat memilih file apa yang hendak dibaca. Berikut adalah contoh penerapannya:

```
data <- read.csv(file.choose())
```

Note: pastikan format file yang dibaca sama dengan fungsi import yang digunakan.

Kita juga dapat membaca file dari internet. Untuk melakukannya kita hanya perlu meng-copy url file tersebut. Berikut adalah contoh file yang dibaca dari internet:

```
# Membaca file dari internet
data <- read.delim("http://www.sthda.com/upload/boxplot_format.txt")

# mengecek 6 observasi awal
head(data)
```

```
##      Nom variable Group
## 1 IND1          10    A
## 2 IND2           7    A
## 3 IND3          20    A
## 4 IND4          14    A
## 5 IND5          14    A
## 6 IND6          12    A
```

3.1.2 Membaca File CSV dan TXT Menggunakan Library readr

Pada bagian sebelumnya kita telah belajar bagaimana cara membaca file dengan format CSV dan TXT menggunakan paket dasar R. Pada bagian ini penulis akan menjelaskan bagaimana cara membaca file dengan format TXT dan CSV pada R menggunakan paket `readr`.

`readr` dikembangkan oleh Hadley Wickham. paket `readr` memberikan solusi cepat dan ramah untuk membaca delimited file ke dalam R.

Dibandingkan dengan paket dasar R, `readr` memiliki kelebihan sebagai berikut:

- Mampu membaca file 10x lebih cepat dibandingkan pada paket bawaan R.
- Menampilkan *progress bar* yang bermanfaat jika proses pemuatan berlangsung agak lama.
- semua fungsi bekerja dengan cara yang persis sama dengan paket bawaan R.

Untuk dapat menggunakan `readr`, kita perlu menginstall paketnya terlebih dahulu. Untuk melakukannya jalankan sintaks berikut:

```
# Menginstall paket
install.packages("readr")

# Memuat paket
library(readr)
```

Berikut adalah format beberapa fungsi yang dapat digunakan:

```
# Fungsi umum (membaca TXT dan CSV) dapat juga membaca flat file dan tsv
read_delim(file, delim, col_names = TRUE)
# Membaca comma (",") separated values
read_csv(file, col_names = TRUE)
# Membaca semicolon (";") separated values
read_csv2(file, col_names = TRUE)
# Membaca tab separated values
read_tsv(file, col_names = TRUE)
```

Note:

- **file**: path file, koneksi atau raw vector. File yang berakhiran .gz, .bz2, .xz, atau .zip akan secara otomatis tidak terkompresi. File yang dimulai dengan “http: //”, “https: //”, “ftp: //”, atau “ftps: //” akan diunduh secara otomatis. File gz jarak jauh juga dapat diunduh & didekompresi secara otomatis.
- **delim**: karakter yang membatasi tiap nilai pada file.
- **col_names**: nilai logik. Jika TRUE, maka baris pertama akan menjadi header.

Berikut adalah contoh bagaimana cara membaca file menggunakan fungsi pada paket `readr`:

```
# Membaca file lokal
data <- read_csv("mtcars.csv")

# atau
data <- read_csv(file.choose())

# Membaca dari internet
data <- read_tsv("http://www.sthda.com/upload/boxplot_format.txt")
```

Kita juga dapat menspesifikasi jenis data pada kolom yang akan dibaca. Keuntungan dari penentuan jenis kolom (tipe data) akan memastikan data yang telah dibaca tidak salah berdasarkan jenis data pada masing-masing kolom.

Beberapa format jenis kolom yang tersedia pada **readr** adalah sebagai berikut:

- **col_integer()**: untuk menentukan integer (alias = “i”).
- **col_double()**: untuk menentukan kolom sebagai jenis data double (alias = “d”).
- **col_logical()**: untuk menentukan variabel logis (alias = “l”).
- **col_character()**: meninggalkan string apa adanya. Tidak mengonversinya menjadi faktor (alias = “c”).
- **col_factor()**: untuk menentukan variabel faktor (atau pengelompokan) (alias = “f”).
- **col_skip()**: untuk mengabaikan kolom (alias = “-” atau “_”).
- **col_date()** (alias = “D”), **col_datetime()** (alias = “T”) dan **col_time()** (“t”) untuk menentukan tanggal, waktu tanggal, dan waktu.

Berikut adalah contoh penerapannya:

```
data <- read_csv("my_file.csv", col_types = cols(
  x = "i", # kolom integer
  treatment = "c" # kolom karakter/string
))
```

3.1.3 Import File Excel Pada R

Keunggulan penggunaan excel sebagai format penyimpan data adalah kita dapat menyimpan banyak data dan memisahkannya pada lembar (*sheet*) yang berbeda sebagai suatu data yang independen dibandingkan pembacaan pada file csv yang hanya berisikan satu tabel data saja tiap file.

Pada R kita dapat melakukan pembacaan file menggunakan berbagai macam cara seperti menggunakan paket bawaan R maupun menggunakan library yang perlu kita install. Berikut adalah beberapa cara membaca file excel pada R.

- a. Mengkonversi terlebih dahulu satu sheet excel yang akan kita baca menjadi format “.csv” maupun “.txt” sehingga dapat dibaca seperti pada sub-bab 3.1.1.
- b. Menyalin data dari excel dan mengimport data pada R.

Cara ini sedikit mirip dengan cara sebelumnya, dimana kita perlu membuka file excel dan melakukan **select** dan **copy** (ctrl+c) tabel data yang hendak dibaca. Data tersebut selanjutnya akan tersimpan pada **clipboard**.

Data yang telah tersalin selanjutnya diimport ke R dengan mengetikkan sintaks berikut:


```
data <- read.table(file= "clipboard",
                  sep = "\t", header = TRUE)
```

Cara ini merupakan cara yang paling sering penulis gunakan. Kelemahan penggunaan cara ini adalah ketika kita melakukan proses **select** dan **copy** (ctrl+c) tabel yang jumlahnya sangat banyak dan terdapat teks-teks penjelasan terkait tabel data pada lembar kerja excel yang tidak ingin kita sertakan akan memakan waktu yang lebih lama pada proses **select**.

c. Mengimport data menggunakan library readxl.

Paket **readxl**, yang dikembangkan oleh Hadley Wickham, dapat digunakan untuk dengan mudah mengimpor file Excel (xls | xlsx) ke R tanpa ada ketergantungan eksternal.

Untuk dapat menggunakan library **readxl** kita harus menginstallnya terlebih dahulu menggunakan sintaks berikut:

```
# Instal paket
install.packages("readxl")

# memuat paket
library(readxl)
```

Berikut adalah contoh cara mengimport data dengan format xls atau xlsx pada R.

```
# Tentukan sheet dengan nama sheet pada file
data <- read_excel("my_file.xlsx", sheet = "data")

# Tentukan sheet berdasarkan indeks sheet
data <- read_excel("my_file.xlsx", sheet = 2) # membaca sheet ke-2
```

d. Mengimport data menggunakan library xlsx

Paket **xlsx**, solusi berbasis **java**, adalah salah satu paket R yang ampuh untuk membaca, menulis, dan memformat file Excel. Untuk dapat menggunakannya kita harus menginstall dan memuatnya terlebih dahulu. Berikut sintaks yang digunakan:

```
# Menginstall paket
install.packages("xlsx")

# Memuat paket
library(xlsx)
```

Terdapat dua buah fungsi yang disediakan pada paket tersebut yaitu **read.xlsx()** dan **read.xlsx2()**. Perbedaan keduanya adalah **read.xlsx2()** digunakan pada file data dengan ukuran yang besar serta proses pembacaan data yang lebih cepat dibandingkan dengan **read.xlsx()**. Format yang digunakan untuk kedua fungsi tersebut disajikan sebagai berikut:

```
read.xlsx(file, sheetIndex, header=TRUE)
read.xlsx2(file, sheetIndex, header=TRUE)
```

Note:

- **file**: nama atau lokasi file berada
- **sheetIndex**: Indeks dari sheet yang hendak dibaca
- **header**: nilai logik. Jika bernilai TRUE, maka baris pertama dari sheet menjadi header.

Berikut adalah contoh penggunaanya:

```
data <- read.xlsx(file.choose(), 1) # membaca sheet 1
```

Note: kita juga dapat membaca file dari internet seperti pada sub-bab 3.1.1.

3.1.4 Membaca File Dari Format Aplikasi Statistik

Untuk membaca file yang berasal dari format aplikasi statistik seperti SPSS, SAS, dan STATA kita perlu menginstal dan memuat paket-paket yang dibutuhkan sesuai dengan file yang akan kita install. Berikut adalah sintaks bagaimana cara mengimport file dari berbagai format aplikasi statistik.

```
# membaca file SPSS
install.packages("Hmisc") # menginstall paket
library(Hmisc) # memuat paket
# simpan SPSS dataset pada transport format
get file='c:\mydata.sav'.
export outfile='c:\mydata.por'.
data <- spss.get("c:\mydata.por", use.value.labels= TRUE)
# use.value.labels digunakan untuk mengubah label menjadi factor

# membaca file SAS
install.packages("Hmisc") # menginstall paket
library(Hmisc) # memuat paket
# simpan SAS dataset pada transport format
libname out xport 'c:/mydata.xpt';
data out.mydata;
set sasuser.mydata;
run;
data <- sasxport.get("c:/mydata.xpt")
# Variabel yang berupa karakter akan dikonversi menjadi factor

# membaca file STATA
install.packages("foreign") # menginstall paket
library(foreign) # memuat paket
data <- read.dta("c:/mydata.dta")
```

3.2 Eksport File

Setelah kita melakukan analisa dan telah memperoleh hasil yang kita inginkan dan memperoleh data frame berupa hasil prediksi suatu model atau data yang telah dibersihkan, kita ingin melakukan pelaporan dalam bentuk file dengan format seperti EXCEL, CSV atau TXT. Untuk melakukannya kita perlu melakukan eksport data yang telah dihasilkan.

Pada bagian ini penulis akan menjelaskan bagaimana cara mengeksport data dari R kedalam format TXT, CSV, maupun EXCEL. Sebenarnya R memungkinkan untuk melakukan eksport dalam format lain seperti RDA maupun RDS yang tidak dibahas dalam buku ini karena berada diluar lingkup buku ini.

3.2.1 Eksport Data Menjadi Format TXT dan CSV

Terdapat dua cara untuk melakukan ekport data dari R menjadi format TXT atau CSV, yaitu melalui paket dasar R maupun menggunakan library `readr`. Kedua cara tersebut memiliki sejumlah kemiripan dari segi fungsi, namun berbeda dari segi kecepatan eksport.

Fungsi dasar yang digunakan pada R untuk melakukan eksport file kedalam format TXT dan CSv adalah `write.table()`. Format umum yang digunakan adalah sebagai berikut:

```
write.table(x, file, sep= " ", dec = ",",  
           row.names = TRUE, col.names = TRUE)
```

Note:

- **x**: matriks atau data frame yang akan ditulis.
- **file**: karakter yang menentukan nama file yang dihasilkan.
- **sep**: string pemisah bidang atau kolom, mis., `sep = "t"` (untuk nilai yang dipisahkan tab).
- **dec**: string yang akan digunakan sebagai pemisah desimal. Standarnya adalah `"."`.
- **row.names**: nilai logik yang menunjukkan apakah nama baris x harus ditulis bersama dengan x, atau vektor karakter nama baris yang akan ditulis.
- **col.names**: baik nilai logik yang menunjukkan apakah nama kolom x harus ditulis bersama dengan x, atau vektor karakter nama kolom yang akan ditulis. Jika `col.names = NA` dan `row.names = TRUE` ditambahkan nama kolom kosong, yang merupakan konvensi yang digunakan untuk file CSV untuk dibaca oleh spreadsheet.

Selain menggunakan fungsi tersebut, untuk eksport ke dalam format CSV juga dapat menggunakan fungsi `write.csv()` atau `write.csv2()`. Berikut adalah format yang digunakan:

```
write.csv(data, file="data.csv")  
write.csv2(data, file="data.csv")
```

Secara penampakan kedua fungsi tersebut pada dasarnya sama dengan fungsi `write.table()`, bedanya adalah kedua fungsi tersebut spesifik digunakan untuk eksport file kedalam format CSV.

Note:

- **write.csv()** menggunakan `"."` sebagai titik desimal serta `","` sebagai pemisah antar kolom data.
- **write.csv2()** menggunakan `","` sebagai titik desimal serta `";"` sebagai pemisah antar kolom data.

Misalkan kita ingin melakukan eksport data objek `mtcars` kedalam format CSV. Untuk melakukannya dapat dilakukan dengan sintaks berikut:

```
write.csv(mtcars, file="mtcars.csv", row.names = FALSE)
```

Note: Hasil eksport ditampilkan pada *working directory*

Kita juga dapat menggunakan fungsi `write_delim()` dari library `readr` untuk melakukan eksport data kedalam format CSV atau TXT. Berdasarkan format file yang hendak dihasilkan kita juga dapat menggunakan fungsi `write_csv()` atau `write_tsv()`. Berikut adalah penjelasan terkait kedua fungsi tersebut:

- `write_csv()`: untuk mengekspor kedalam format CSV.
- `write_tsv()`: untuk mengekspor kedalam format TXT.

Format sederhana ketiga fungsi tersebut adalah sebagai berikut:

```
# Fungsi umum
write_delim(x, path, delim = " ")
# Write comma (",") separated value files
write_csv(file, path)
# Write tab ("\t") separated value files
write_tsv(file, path)
```

Note:

- **x**: data frame yang akan ditulis
- **path**: path ke file hasil (dapat berupa nama file disertai ekstensi file yang akan dibuat)
- **delim**: Delimiter digunakan untuk memisahkan nilai. Harus karakter tunggal.

Berikut adalah contoh penerapan dari fungsi tersebut:

```
# memuat mtcars data
data(mtcars)
library(readr)

# eksport mtcars menjadi tsv atau txt
write_tsv(mtcars, path = "mtcars.txt")

# eksport mycars menjadi csv
write_csv(mtcars, path = "mtcars.csv")
```

3.2.2 Eksport Data Menjadi Format Excel

Untuk mengekspor data menjadi format EXCEL (“xls” atau “xlsx”) kita dapat menggunakan fungsi `write.xlsx()` dan `write.xlsx2()` dari library `xlsx`. Berikut adalah format sederhana yang digunakan:

```
write.xlsx(x, file, sheetName = "Sheet1",
  col.names = TRUE, row.names = TRUE, append = FALSE)
write.xlsx2(x, file, sheetName = "Sheet1",
  col.names = TRUE, row.names = TRUE, append = FALSE)
```

Note:

- **x**: sebuah data frame untuk ditulis ke dalam worksheet.
- **file**: path ke file output.
- **sheetName**: string karakter yang digunakan untuk nama sheet.
- **col.names**, **row.names**: nilai logik yang menentukan apakah nama kolom / nama baris x akan ditulis ke file.
- **append**: nilai logis yang menunjukkan apakah x harus ditambahkan ke file yang ada.

Berikut adalah contoh penerapannya:

```
library("xlsx")
# Menuliskan dataset pertama pada workbook
write.xlsx(USArrests, file = "myworkbook.xlsx",
  sheetName = "USA-ARRESTS", append = FALSE)
# Menambahkan dataset kedua pada workbook
write.xlsx(mtcars, file = "myworkbook.xlsx",
  sheetName="MTCARS", append=TRUE)
# Menambahkan dataset kedua pada workbook
write.xlsx(iris, file = "myworkbook.xlsx",
  sheetName="IRIS", append=TRUE)
```

3.3 Tibble Data Format

Tibble adalah data frame yang menyediakan metode print yang lebih bagus, berguna saat bekerja dengan kumpulan data besar. Pada bagian ini penulis akan menjelaskan penggunaan tibble sebagai alternatif kita dalam berinteraksi dengan data frame.

Untuk membuat tibble kita perlu menginstall dan memuat library `tibble` yang dikembangkan oleh **Hadley Wichham**. Berikut adalah sintaks yang digunakan:

```
# menginstall paket
install.packages("tibble")

# memuat paket
library(tibble)
```

3.3.1 Membuat Tibble

Untuk dapat membuat tibble kita dapat melakukan konversi data frame yang sudah ada menjadi tibble menggunakan fungsi `as_tibble()`. Berikut adalah contoh bagaimana membuat tibble menggunakan data `iris`:

```
# memuat data mtcars
data("iris")

# print
head(iris, 10)
```

##	Sepal.Length	Sepal.Width	Petal.Length	Petal.Width	Species
## 1	5.1	3.5	1.4	0.2	setosa
## 2	4.9	3.0	1.4	0.2	setosa
## 3	4.7	3.2	1.3	0.2	setosa
## 4	4.6	3.1	1.5	0.2	setosa
## 5	5.0	3.6	1.4	0.2	setosa
## 6	5.4	3.9	1.7	0.4	setosa
## 7	4.6	3.4	1.4	0.3	setosa
## 8	5.0	3.4	1.5	0.2	setosa
## 9	4.4	2.9	1.4	0.2	setosa
## 10	4.9	3.1	1.5	0.1	setosa

```
# konversi mtcars menjadi tibble
iris_tbl <- as_tibble(iris)
```

```
# print
iris_tbl
```

```
## # A tibble: 150 x 5
##   Sepal.Length Sepal.Width Petal.Length Petal.Width Species
##   <dbl>         <dbl>         <dbl>         <dbl> <fct>
## 1         5.1         3.5         1.4         0.2 setosa
## 2         4.9         3         1.4         0.2 setosa
## 3         4.7         3.2         1.3         0.2 setosa
## 4         4.6         3.1         1.5         0.2 setosa
## 5         5         3.6         1.4         0.2 setosa
## 6         5.4         3.9         1.7         0.4 setosa
## 7         4.6         3.4         1.4         0.3 setosa
## 8         5         3.4         1.5         0.2 setosa
## 9         4.4         2.9         1.4         0.2 setosa
## 10        4.9         3.1         1.5         0.1 setosa
## # ... with 140 more rows
```

Note: Kita dapat mengkonversi tibble menjadi data frame menggunakan fungsi `as.data.frame()`

Secara default saat kita print tibble, maka akan dimunculkan 10 observasi pertama. Pada data frame biasa jika kita print data tersebut maka seluruh observasi akan ditampilkan.

Penggunaan tibble ini cenderung menguntungkan saat kita bekerja dengan jumlah data yang besar dan ingin mengecek observasi yang ada. Hal ini berbeda dengan data frame biasa dimana untuk mengecek observasi awal kita perlu menggunakan fungsi `head()` agar seluruh data tidak ditampilkan. Sehingga penggunaan tibble cenderung membuat proses analisa menjadi lebih rapi.

Kita juga dapat membuat tibble dari kumpulan sejumlah vektor menggunakan fungsi `tibble()`. `tibble()` akan secara otomatis mendaur ulang input dengan panjang 1 (variabel `y`), dan memungkinkan kita untuk merujuk ke variabel yang baru saja kita buat, seperti yang ditunjukkan pada sintaks berikut:

```
tibble(
  x = 1:20,
  y = 1,
  z = 2*x+5*y
)
```

```
## # A tibble: 20 x 3
##       x     y     z
##   <int> <dbl> <dbl>
## 1     1     1     7
## 2     2     1     9
## 3     3     1    11
## 4     4     1    13
## 5     5     1    15
## 6     6     1    17
## 7     7     1    19
## 8     8     1    21
```

```
## 9      9      1      23
## 10     10     1      25
## 11     11     1      27
## 12     12     1      29
## 13     13     1      31
## 14     14     1      33
## 15     15     1      35
## 16     16     1      37
## 17     17     1      39
## 18     18     1      41
## 19     19     1      43
## 20     20     1      45
```

Jika pembaca telah mulai familiar dengan fungsi `data.frame()`, perlu diingat bahwa `tibble()` melakukan lebih sedikit: tidak pernah mengubah jenis input (mis., tidak pernah mengubah string menjadi faktor!), tidak pernah mengubah nama variabel, dan tidak pernah membuat nama baris seperti yang biasa terjadi saat kita menggunakan fungsi `data.frame()`.

Cara lain yang dapat digunakan untuk membuat tibble adalah dengan menggunakan fungsi `tribble()` yang merupakan singkatan dari *transposed tibble*. `tribble()` dikustomisasi untuk entri data dalam kode: judul kolom didefinisikan oleh rumus (yaitu, mereka mulai dengan `~`), dan entri dipisahkan oleh koma. Hal ini memungkinkan untuk menata sejumlah kecil data dalam bentuk yang mudah dibaca. Berikut adalah contoh penerapannya:

```
tribble(
  ~x, ~y, ~z,
  #---/---/----
  "a", 2, 5,
  "b", 5, 7
)
```

```
## # A tibble: 2 x 3
##   x         y         z
##   <chr> <dbl> <dbl>
## 1 a         2         5
## 2 b         5         7
```

Penambahan koma (`#-/-/---`) dilakukan untuk memperjelas posisi dari header sehingga meminimalisir kesalahan dalam input data.

3.3.2 Tibble vs Data Frame

terdapat dua buah perbedaan utama antara tibble dan data frame , yaitu: *printing* dan *subsetting*.

a. Printing

Tibbles memiliki metode print halus yang hanya menampilkan 10 baris pertama observasi, dan semua kolom yang sesuai dengan lebar layar. Ini membuatnya lebih mudah untuk bekerja dengan data besar. Selain namanya, setiap kolom melaporkan jenis datanya, fitur bagus yang dipinjam dari fungsi `str()`. Berikut adalah contohnya:

```
tibble(
  ~x, ~y, ~z,
  #---/---/-----
  "a", 2.1, FALSE,
  "b", 5.5, TRUE
)
```

```
## # A tibble: 2 x 3
##   x         y z
##   <chr> <dbl> <lgl>
## 1 a         2.1 FALSE
## 2 b         5.5  TRUE
```

Tibbles dirancang agar kita tidak secara sengaja menampilkan data yang sangat banyak saat melakukan perintah `print()`. Tetapi terkadang kita membutuhkan lebih banyak output daripada tampilan default. Ada beberapa opsi yang dapat membantu.

Pertama, kita dapat secara eksplisit melakukan print data frame dan mengontrol jumlah baris (`n`) dan lebar tampilan. `width = Inf` akan menampilkan semua kolom. Berikut adalah contoh penerapannya

```
print(iris_tbl, n=15, width=Inf)
```

```
## # A tibble: 150 x 5
##   Sepal.Length Sepal.Width Petal.Length Petal.Width Species
##           <dbl>         <dbl>         <dbl>         <dbl> <fct>
## 1           5.1           3.5           1.4           0.2 setosa
## 2           4.9           3           1.4           0.2 setosa
## 3           4.7           3.2           1.3           0.2 setosa
## 4           4.6           3.1           1.5           0.2 setosa
## 5           5           3.6           1.4           0.2 setosa
## 6           5.4           3.9           1.7           0.4 setosa
## 7           4.6           3.4           1.4           0.3 setosa
## 8           5           3.4           1.5           0.2 setosa
## 9           4.4           2.9           1.4           0.2 setosa
## 10          4.9           3.1           1.5           0.1 setosa
## 11          5.4           3.7           1.5           0.2 setosa
## 12          4.8           3.4           1.6           0.2 setosa
## 13          4.8           3           1.4           0.1 setosa
## 14          4.3           3           1.1           0.1 setosa
## 15          5.8           4           1.2           0.2 setosa
## # ... with 135 more rows
```

Kita juga dapat mengontrol print default dengan melakukan pengaturan menggunakan fungsi `options()`. Berikut adalah contoh penerapannya:

- `options(tibble.print_max= n, tibble.print_min= m)`: jika terdapat lebih dari “m” baris, print hanya sejumlah “n” baris.
- `options(dplyr.print_min = Inf)`: untuk selalu menampilkan seluruh baris. Perlu diingat fungsi ini dapat digunakan saat kita telah memuat library `dplyr`.
- `options(tibble.width = Inf)`: menampilkan seluruh kolom tanpa mempedulikan lebar tampilan layar.

Cara terakhir untuk menampilkan seluruh observasi adalah dengan fungsi `view()`. Berikut adalah contoh penerapannya pada data `iris_tbl`:

```
view(iris_tbl)
```

b. Subsetting

Sejauh ini semua alat yang kita pelajari telah bekerja dengan data frame yang lengkap. Jika kita ingin mengeluarkan variabel tunggal, kita memerlukan beberapa alat baru, dollar sign (\$) dan []. [[dapat mengekstraksi berdasarkan nama atau posisi; \$ hanya mengekstraksi berdasarkan nama. Berikut adalah contoh penerapannya:

```
# print tibble
iris_tbl
```

```
## # A tibble: 150 x 5
##   Sepal.Length Sepal.Width Petal.Length Petal.Width Species
##   <dbl>         <dbl>         <dbl>         <dbl> <fct>
## 1         5.1         3.5         1.4         0.2 setosa
## 2         4.9         3         1.4         0.2 setosa
## 3         4.7         3.2         1.3         0.2 setosa
## 4         4.6         3.1         1.5         0.2 setosa
## 5         5         3.6         1.4         0.2 setosa
## 6         5.4         3.9         1.7         0.4 setosa
## 7         4.6         3.4         1.4         0.3 setosa
## 8         5         3.4         1.5         0.2 setosa
## 9         4.4         2.9         1.4         0.2 setosa
## 10        4.9         3.1         1.5         0.1 setosa
## # ... with 140 more rows
```

```
# subset berdasarkan nama kolom
iris_tbl$Sepal.Length
```

```
## [1] 5.1 4.9 4.7 4.6 5.0 5.4 4.6 5.0 4.4 4.9 5.4 4.8 4.8 4.3 5.8 5.7 5.4
## [18] 5.1 5.7 5.1 5.4 5.1 4.6 5.1 4.8 5.0 5.0 5.2 5.2 4.7 4.8 5.4 5.2 5.5
## [35] 4.9 5.0 5.5 4.9 4.4 5.1 5.0 4.5 4.4 5.0 5.1 4.8 5.1 4.6 5.3 5.0 7.0
## [52] 6.4 6.9 5.5 6.5 5.7 6.3 4.9 6.6 5.2 5.0 5.9 6.0 6.1 5.6 6.7 5.6 5.8
## [69] 6.2 5.6 5.9 6.1 6.3 6.1 6.4 6.6 6.8 6.7 6.0 5.7 5.5 5.5 5.8 6.0 5.4
## [86] 6.0 6.7 6.3 5.6 5.5 5.5 6.1 5.8 5.0 5.6 5.7 5.7 6.2 5.1 5.7 6.3 5.8
## [103] 7.1 6.3 6.5 7.6 4.9 7.3 6.7 7.2 6.5 6.4 6.8 5.7 5.8 6.4 6.5 7.7 7.7
## [120] 6.0 6.9 5.6 7.7 6.3 6.7 7.2 6.2 6.1 6.4 7.2 7.4 7.9 6.4 6.3 6.1 7.7
## [137] 6.3 6.4 6.0 6.9 6.7 6.9 5.8 6.8 6.7 6.7 6.3 6.5 6.2 5.9
```

```
#subset berdasarkan posisi
iris_tbl[[1]]
```

```
## [1] 5.1 4.9 4.7 4.6 5.0 5.4 4.6 5.0 4.4 4.9 5.4 4.8 4.8 4.3 5.8 5.7 5.4
## [18] 5.1 5.7 5.1 5.4 5.1 4.6 5.1 4.8 5.0 5.0 5.2 5.2 4.7 4.8 5.4 5.2 5.5
## [35] 4.9 5.0 5.5 4.9 4.4 5.1 5.0 4.5 4.4 5.0 5.1 4.8 5.1 4.6 5.3 5.0 7.0
## [52] 6.4 6.9 5.5 6.5 5.7 6.3 4.9 6.6 5.2 5.0 5.9 6.0 6.1 5.6 6.7 5.6 5.8
## [69] 6.2 5.6 5.9 6.1 6.3 6.1 6.4 6.6 6.8 6.7 6.0 5.7 5.5 5.5 5.8 6.0 5.4
```

```
## [86] 6.0 6.7 6.3 5.6 5.5 5.5 6.1 5.8 5.0 5.6 5.7 5.7 6.2 5.1 5.7 6.3 5.8
## [103] 7.1 6.3 6.5 7.6 4.9 7.3 6.7 7.2 6.5 6.4 6.8 5.7 5.8 6.4 6.5 7.7 7.7
## [120] 6.0 6.9 5.6 7.7 6.3 6.7 7.2 6.2 6.1 6.4 7.2 7.4 7.9 6.4 6.3 6.1 7.7
## [137] 6.3 6.4 6.0 6.9 6.7 6.9 5.8 6.8 6.7 6.7 6.3 6.5 6.2 5.9
```

Dibandingkan dengan data frame, tibble lebih ketat: tibble tidak pernah melakukan *partial matching*, dan mereka akan menghasilkan peringatan jika kolom yang kita coba akses tidak ada.

Chapter 4

Applications

Some *significant* applications are demonstrated in this chapter.

4.1 Example one

4.2 Example two

Chapter 5

Final Words

We have finished a nice book.