

Latihan 2.6 Statistika

Fadhli Jahfal Aufa Maulana (2C2230008)

2025-04-21

```
tinytex::install_tinytex(force = TRUE)
```

```
## tlmgr install tlgpg
```

```
## tlmgr update --self
```

```
## tlmgr install tlgpg
```

```
## tlmgr --repository http://www.preining.info/tlgpg/ install tlgpg
```

```
## tlmgr option repository "https://mirror.unpad.ac.id/ctan/systems/texlive/tlnet"
```

```
## tlmgr update --list
```

R Markdown

This is an R Markdown document. Markdown is a simple formatting syntax for authoring HTML, PDF, and MS Word documents. For more details on using R Markdown see <http://rmarkdown.rstudio.com>.

When you click the **Knit** button a document will be generated that includes both content as well as the output of any embedded R code chunks within the document. You can embed an R code chunk like this:

```
summary(cars)
```

```
##      speed      dist
##  Min.   : 4.0    Min.   : 2.00
##  1st Qu.:12.0    1st Qu.: 26.00
##  Median :15.0    Median : 36.00
##  Mean   :15.4    Mean   : 42.98
##  3rd Qu.:19.0    3rd Qu.: 56.00
##  Max.   :25.0    Max.   :120.00
```

Including Plots

You can also embed plots, for example:



Note that the `echo = FALSE` parameter was added to the code chunk to prevent printing of the R code that generated the plot.

1.1 Konsep Deret Waktu

Subbab ini akan membahas **deret waktu**, yaitu data yang dikumpulkan berurutan sepanjang waktu dan saling berkorelasi. Karena korelasi ini, metode statistika standar yang mengasumsikan kebebasan tidak berlaku, sehingga diperlukan metode analisis khusus untuk deret waktu. Subbab berikutnya akan membahas **eksplorasi deret waktu** dan alat deskriptif sederhana.

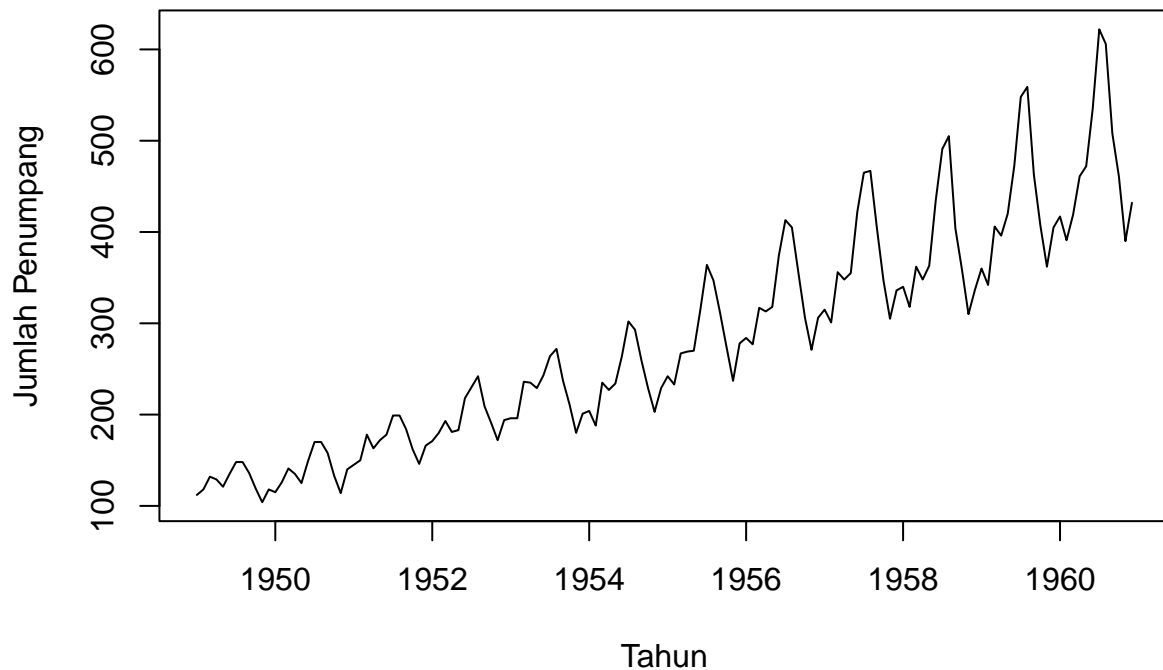
1.2 Contoh Deret Waktu

Deret waktu muncul dalam berbagai bidang, baik dalam bidang yang berkaitan dengan ilmu-ilmu eksakta maupun ilmu-ilmu sosial. Contoh-contoh berikut hanyalah merupakan sebagian kecil dari deret waktu yang dapat dijumpai dalam bidang industri, bisnis dan keuangan, kependudukan, kedokteran, ekologi, meteorologi, kesehatan, dan lain-lain.

```
## Mengakses pustaka datasets
library(datasets)
help(datasets)
```

```
## starting httpd help server ... done
```

```
plot(AirPassengers,xlab="Tahun",ylab="Jumlah Penumpang")
```



Interpretasi:

Jumlah penumpang dari tahun 1949 hingga 1960 menunjukkan tren pertumbuhan yang stabil dan pola musiman yang kuat. Peningkatan jumlah penumpang terjadi setiap tahun, terutama pada periode-periode tertentu, dan intensitas peningkatan ini cenderung menguat seiring waktu.

```
library(TSA)
```

```
## Warning: package 'TSA' was built under R version 4.4.3
```

```
##
```

```
## Attaching package: 'TSA'
```

```
## The following objects are masked from 'package:stats':
```

```
##
```

```
##      acf, arima
```

```
## The following object is masked from 'package:utils':
```

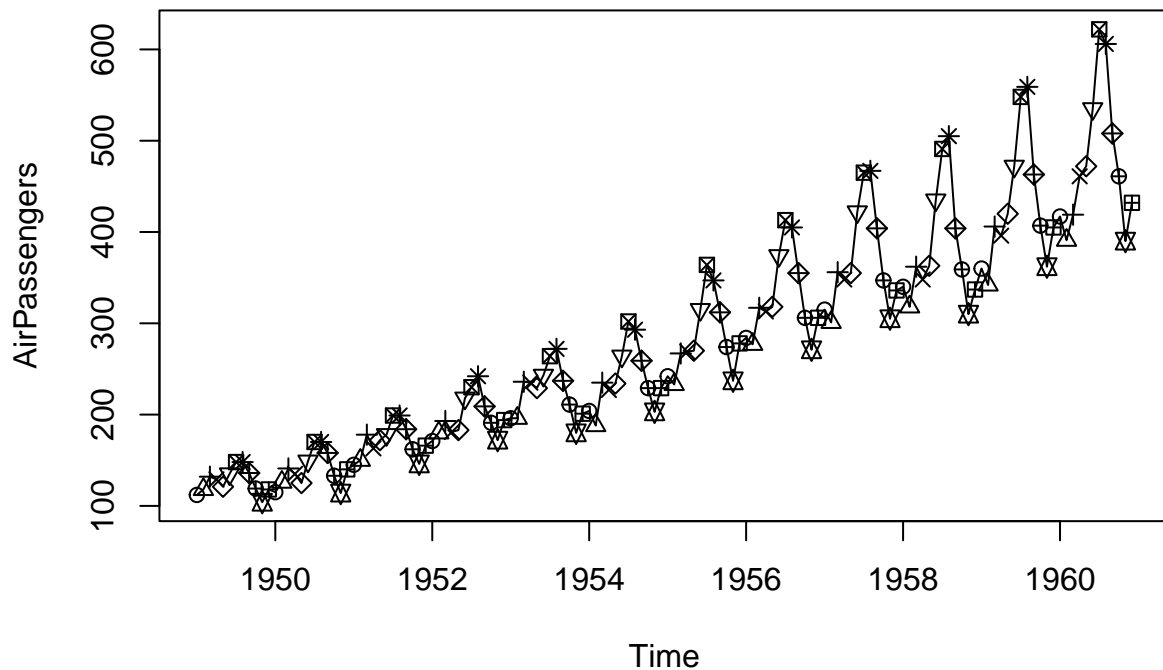
```
##
```

```
##      tar
```

```
data(AirPassengers)
```

```
plot(AirPassengers)
```

```
points(time(AirPassengers), AirPassengers, pch = as.numeric(season(AirPassengers)))
```

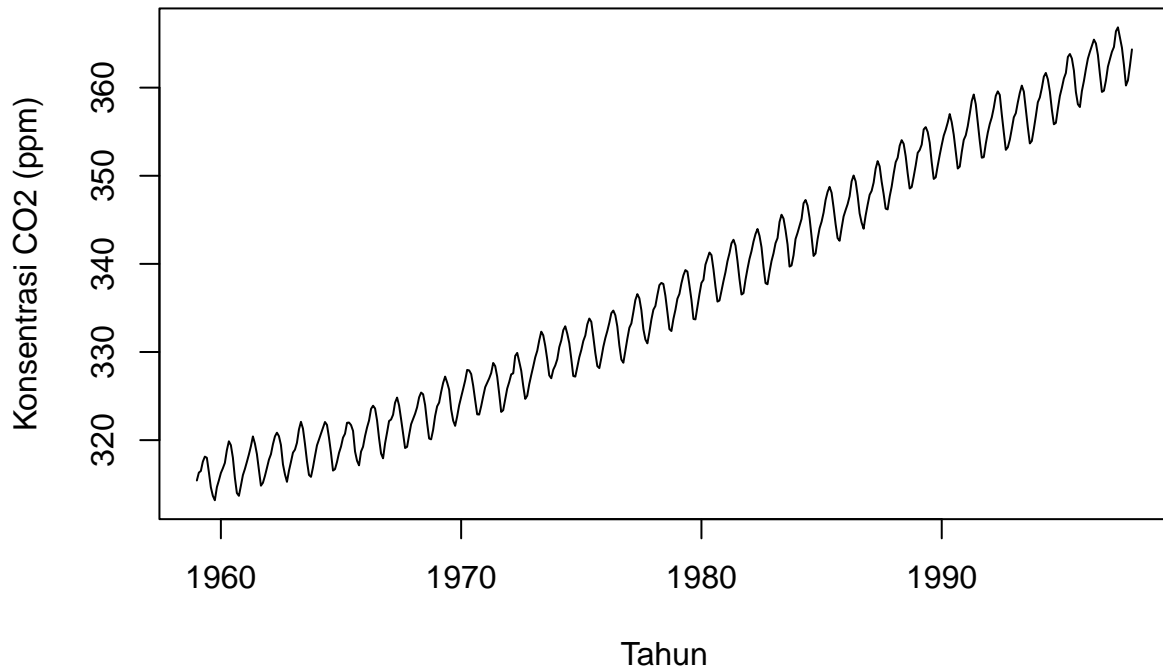


Interpretasi:

Data menunjukkan pertumbuhan yang stabil dalam jumlah penumpang pesawat dari tahun 1949 hingga 1960. Selain itu, terdapat pola musiman yang jelas dan berulang setiap tahun, dengan peningkatan yang lebih besar pada periode-periode puncak seiring waktu. Pola ini mengindikasikan adanya faktor musiman yang kuat yang mempengaruhi permintaan perjalanan udara, dan faktor-faktor ini tampaknya menjadi lebih berpengaruh seiring dengan pertumbuhan industri.

Contoh 1.2.2 Gambar dibawah memperlihatkan konsentrasi atmosfer CO2 dalam parts per million (PPM) untuk periode 1959-1997. Tampak jelas dari plot adanya tren naik dan pola musiman yang berulang.

```
plot(co2,xlab="Tahun",ylab="Konsentrasi CO2 (ppm)")
```



Interpretasi: Grafik ini secara jelas memperlihatkan adanya peningkatan jangka panjang yang signifikan dalam konsentrasi CO₂ atmosfer selama periode sekitar tahun 1958 hingga 2000. Di samping tren peningkatan ini, terdapat variasi musiman yang berulang setiap tahun, yang disebabkan oleh siklus biologis vegetasi. Peningkatan konsentrasi CO₂ yang terus-menerus ini menjadi perhatian utama dalam studi perubahan iklim global.

1.3 Jenis Deret Waktu

1.3.1 Deret Waktu Kontinu Deret waktu X_t dikatakan kontinu (continuous time series) jika observasi atau amatan dibuat atau dicatat secara kontinu pada suatu selang tertentu T . Salah satu contoh deret waktu kontinu adalah biner. Istilah kontinu digunakan meskipun peubah terukur hanya mengambil nilai diskret.

1.3.2 Deret Waktu Diskret

Deret waktu diskret adalah observasi yang diambil pada waktu-waktu tertentu (biasanya berjarak sama), meskipun nilai yang diukur bisa kontinu. Kita akan fokus pada deret waktu diskret. Deret waktu diskret bisa berasal dari deret waktu kontinu yang diambil sampelnya.

Berbeda dengan sampel acak bebas dalam statistika umum, observasi dalam deret waktu biasanya tidak bebas dan urutannya penting.

Deret waktu deterministik dapat diprediksi dengan tepat, namun kebanyakan deret waktu bersifat stokastik, di mana nilai masa depan hanya sebagian dipengaruhi masa lalu dan prediksi tepat hampir mustahil. Untuk deret waktu stokastik, kita memperkirakan distribusi peluang nilai masa depan berdasarkan nilai masa lalu.

1.4 Tujuan

- a. Penggambaran
- b. Pemaparan
- c. Prediksi

d. Pengawasan

1.5 Klasifikasi Deret Waktu

1.5.1 Domain Waktu dan Domain Frekuensi Dilihat dari domainnya, analisis deret waktu dibagi menjadi dua:

Analisis Domain Waktu (Time Domain): Memandang deret waktu sebagai proses yang berkembang seiring waktu. Analisis ini menggunakan konsep seperti autokorelasi, autokovarians, dan autoregresif (mirip dengan analisis regresi).

Analisis Domain Frekuensi (Frequency Domain): Memandang deret waktu sebagai hasil dari komponen siklus dengan frekuensi yang berbeda. Untuk mengestimasi komponen-komponen ini digunakan analisis spektral.

1.5.2 Deret Waktu Kontinu dan Diskret Subbab sebelumnya membahas perbedaan antara deret waktu kontinu (data dicatat terus-menerus, contohnya plot EEG) dan deret waktu diskret (data dicatat pada interval waktu tertentu, contohnya per jam).

Lebih lanjut, deret waktu diskret dibedakan lagi menjadi dua jenis berdasarkan jarak antar waktu pengamatannya:

Selang waktu sama (equally spaced intervals): Pengamatan dilakukan pada interval waktu yang konsisten (misalnya, setiap jam, setiap hari, setiap bulan). Selang waktu tidak sama (unequally spaced intervals): Pengamatan dilakukan pada interval waktu yang berbeda-beda.

1.5.3 Deret Waktu Univariat dan Multivariat Deret waktu yang terdiri dari observasi tunggal pada setiap titik waktu disebut deret waktu univariat. Contoh-contoh yang telah kita bahas pada subbab sebelumnya semuanya adalah deret waktu univariat. Deret waktu yang diperoleh dengan mencatat secara simultan dua atau lebih fenomena disebut deret waktu multivariat. Pada mata kuliah ini kita akan mempelajari deret waktu univariat.

1.5.4 Deret Waktu Stasioner dan Nonstasioner Pada beberapa data deret waktu, kita akan menjumpai fenomena acak yang dianggap sebagai realisasi dari suatu model stokastik dengan struktur invarian (invariant structure). Deret seperti ini disebut dengan deret waktu pegun atau stasioner (stationary). Namun, jika struktur stokastik deret waktu tersebut berubah sepanjang waktu (change over time), deret tersebut disebut deret waktu takpegun atau takstasioner (nonstationary).

1.5.5 Deret Waktu Gauss dan Non-Gauss Apabila deret waktu berdistribusi normal, deret waktu tersebut dikatakan deret waktu Gauss (Gaussian time series); sebaliknya, disebut deret waktu non-Gauss (non-Gaussian time series). Kebanyakan model yang akan kita pelajari adalah deret waktu Gauss.

1.5.6 Deret Waktu Linear dan Non-Linear Deret waktu yang dapat dinyatakan sebagai luaran suatu model linear disebut deret waktu linear (linear time series); sebaliknya, disebut deret waktu nonlinear (nonlinear time series).

BAB 2 Elemen Eksplorasi Data Deret Waktu

2.1 Plot Data Deret Waktu Langkah pertama dalam analisis eksplorasi data melakukan plot terhadap data deret waktu. Berdasarkan plot ini dapat diamati ada atau tidaknya tren, pengaruh musiman, siklus, dan fluktuasi tak beraturan. Langkah ini bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh-pengaruh tersebut agar tidak terbawa ke dalam model. Pada langkah ini juga diperhatikan apakah transformasi terhadap data diperlukan.

```
Tahun <- 1950:2000
tempdub <- rnorm(length(Tahun), mean = 15, sd = 5) # Data temperatur acak
PopUSA <- seq(150, 300, length.out = length(Tahun)) # Data populasi meningkat
# Mengatur tata letak grafik menjadi 2 baris dan 2 kolom
par(mfrow = c(2, 2))

# Plot (a) - Temperatur di Dubuque
```

```

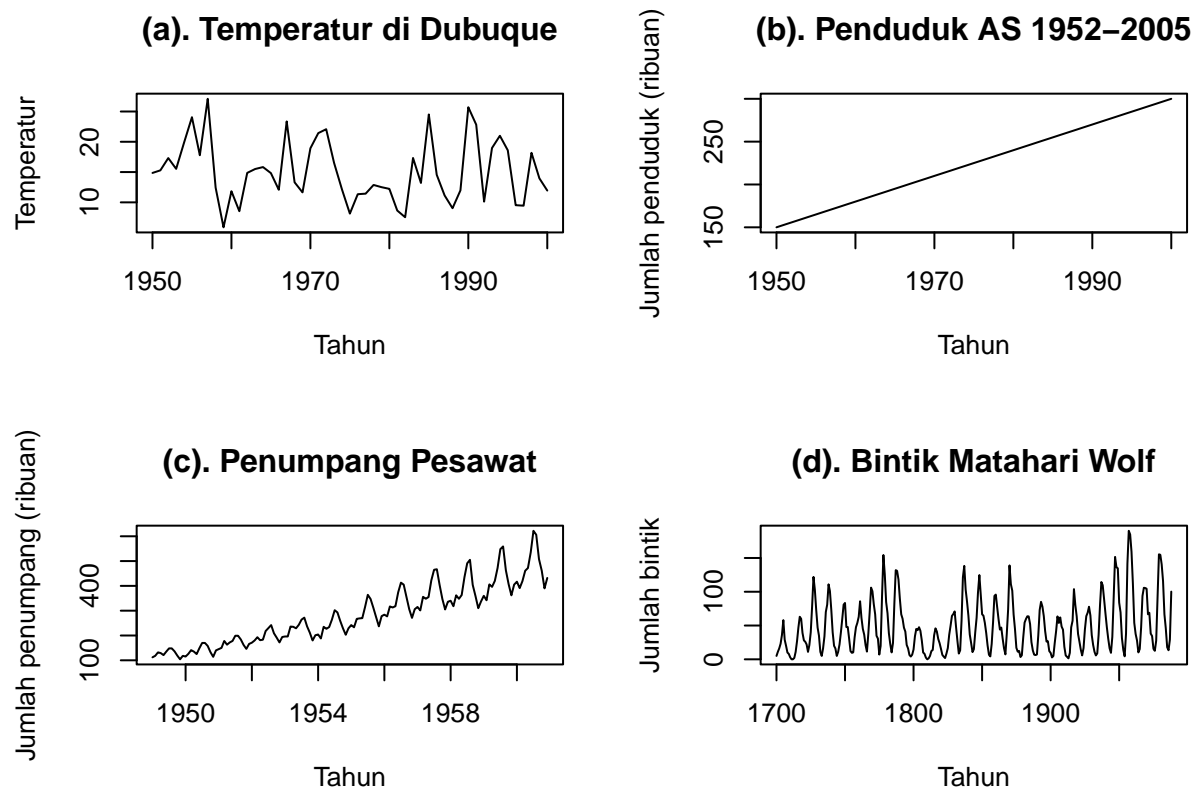
# Diasumsikan Anda memiliki data 'tempdub' dan 'Tahun'
plot(Tahun, tempdub,
     xlab = "Tahun",
     ylab = "Temperatur",
     main = "(a). Temperatur di Dubuque",
     type = "l") # Menambahkan type = "l" untuk membuat plot garis

# Plot (b) - Penduduk AS 1952-2005
# Diasumsikan Anda memiliki data 'PopUSA' dan 'Tahun'
plot(Tahun, PopUSA,
     xlab = "Tahun",
     ylab = "Jumlah penduduk (ribuan)",
     main = "(b). Penduduk AS 1952-2005",
     type = "l") # Menambahkan type = "l" untuk membuat plot garis

# Plot (c) - Penumpang Pesawat
# Menggunakan dataset bawaan 'AirPassengers'
plot(AirPassengers,
     xlab = "Tahun", # Label sumbu x akan otomatis sebagai waktu
     ylab = "Jumlah penumpang (ribuan)",
     main = "(c). Penumpang Pesawat")

# Plot (d) - Bintik Matahari Wolf
# Menggunakan dataset bawaan 'sunspot.year'
plot.ts(sunspot.year,
     xlab = "Tahun",
     ylab = "Jumlah bintik",
     main = "(d). Bintik Matahari Wolf")

```



```
# Mengembalikan pengaturan tata letak grafik ke default (opsional)
par(mfrow = c(1, 1))
```

Interpretasi:

Gambar 2.1 (a) tentang plot deret waktu temperatur bulanan di Dubuque, Iowa, memperlihatkan fluktuasi musiman yang sangat kuat, namun tren tidak terlihat (konstan).

Gambar 2.1 (b) tentang plot deret waktu jumlah penduduk bulanan di Amerika Serikat untuk periode Januari 1952–Januari 2005 hanya memperlihatkan adanya pola tren naik.

Gambar 2.1 (c) tentang plot jumlah penumpang pesawat internasional bulanan selama periode Januari 1949–Desember 1960 menunjukkan adanya tren naik dan pengaruh musiman yang kuat pada akhir deret.

Gambar 2.1 (d) merupakan plot jumlah bintik matahari Wolf selama periode 1700–2001 menunjukkan pola siklus yang sangat kuat.

2.2 Dekomposisi Klasik

2.2.1 Tren Tren merupakan perubahan jangka panjang baik naik maupun turun dalam data. Dalam pembicaraan tentang tren kita harus memperhatikan berapa banyak data yang ada dan juga penilai kita terhadap definisi jangka panjang. Sebagai contoh peubah-peubah keadaan cuaca biasanya memberikan variasi siklus pada periode yang sangat panjang, misalkan 75 tahun. Jika kita hanya punya data untuk 20 tahun saja, maka pola osilasi jangka panjang ini akan terlihat sebagai tren.

2.2.2 Musiman Pola musiman muncul apabila deret dipengaruhi oleh faktor-faktor musiman, misalnya kuartalan, bulanan, harian, dan tahunan.

2.2.3 Siklus Pola siklus muncul apabila data dipengaruhi fluktuasi jangka panjang yang biasanya berbentuk osilasi, misalnya gelombang sinus. Gejala-gejala fisika seperti gelombang tsunami yang terjadi setiap 100

tahun sekali, jumlah titik matahari Wolfer (" Wolfer sunspot ") biasanya membentuk suatu siklus. Perbedaan utama pola musiman dan siklus terletak pada panjang dan periodenya. Pada musiman pola cenderung memiliki panjang konstan dan terjadi berulang pada periode teratur; namun, pada siklus pola ini memiliki panjang yang bervariasi dan magnitudo yang juga bervariasi.

2.2.4 Fluktuasi Tidak Beraturan Setelah tren dan komponen siklus dihilangkan dari data, biasanya masih ada sisaan yang bisa acak atau tidak acak. Variasi tak beraturan ini biasanya dinyatakan oleh distribusi peluang tertentu.

2.3 Karakteristik Data Deret Waktu Selain memperlihatkan adanya pola tren, pengaruh musiman, dan pengaruh siklus, plot deret waktu juga memberikan informasi tentang fluktuasi tak beraturan dan adanya pencilan (outliers)

Latihan 2.6

Soal 1

```
austres
```

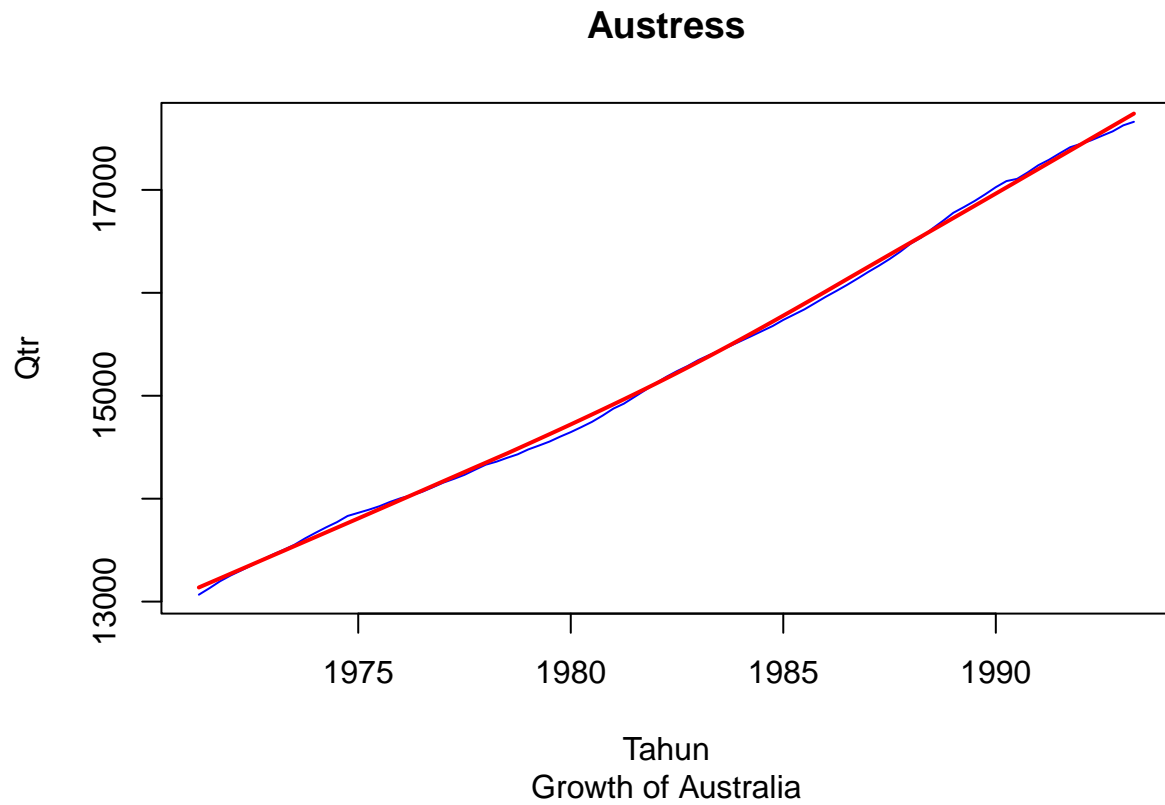
```
##           Qtr1      Qtr2      Qtr3      Qtr4
## 1971           13067.3 13130.5 13198.4
## 1972 13254.2 13303.7 13353.9 13409.3
## 1973 13459.2 13504.5 13552.6 13614.3
## 1974 13669.5 13722.6 13772.1 13832.0
## 1975 13862.6 13893.0 13926.8 13968.9
## 1976 14004.7 14033.1 14066.0 14110.1
## 1977 14155.6 14192.2 14231.7 14281.5
## 1978 14330.3 14359.3 14396.6 14430.8
## 1979 14478.4 14515.7 14554.9 14602.5
## 1980 14646.4 14695.4 14746.6 14807.4
## 1981 14874.4 14923.3 14988.7 15054.1
## 1982 15121.7 15184.2 15239.3 15288.9
## 1983 15346.2 15393.5 15439.0 15483.5
## 1984 15531.5 15579.4 15628.5 15677.3
## 1985 15736.7 15788.3 15839.7 15900.6
## 1986 15961.5 16018.3 16076.9 16139.0
## 1987 16203.0 16263.3 16327.9 16398.9
## 1988 16478.3 16538.2 16621.6 16697.0
## 1989 16777.2 16833.1 16891.6 16956.8
## 1990 17026.3 17085.4 17106.9 17169.4
## 1991 17239.4 17292.0 17354.2 17414.2
## 1992 17447.3 17482.6 17526.0 17568.7
## 1993 17627.1 17661.5
```

```
# Mengakses pustaka datasets
library(datasets)

# Memeriksa bantuan untuk data sets
help("austres")

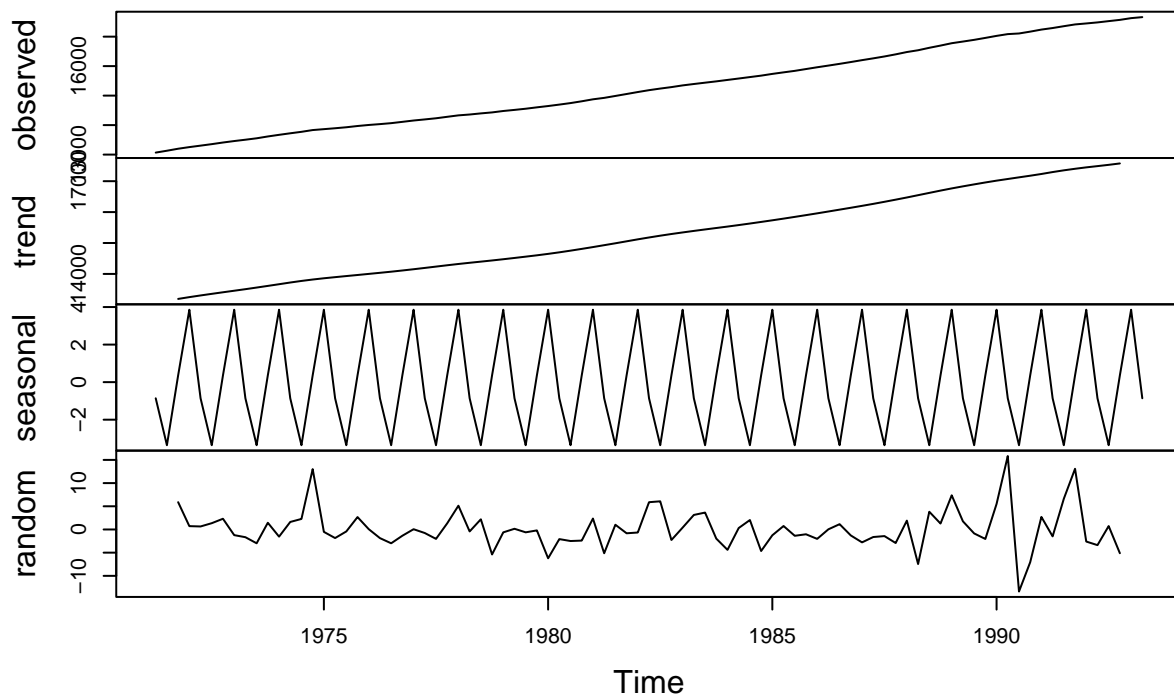
# Membuat Plotting Analisis Deret Waktu
plot(austres,
      xlab = "Tahun",
      ylab = "Qtr",
      col = "blue")
```

```
lines(lowess(austres), col="red", lwd=2)
title(main = "Austress", sub = "Growth of Australia")
```



```
# Dekomposisi
austres_decompose<-decompose(austres)
plot(austres_decompose)
```

Decomposition of additive time series



Interpretasi Plot:

Plot dari dataset “austres” mengindikasikan adanya pertumbuhan yang stabil dan signifikan di Australia dari tahun 1971 hingga 1992, yang ditunjukkan oleh tren naik pada data kuartalan. Selain itu, terdapat pola musiman yang berulang setiap tahun, meskipun variasi yang disebabkan oleh musiman ini relatif lebih kecil dibandingkan dengan kekuatan tren jangka panjang. Data ini menunjukkan bahwa meskipun ada fluktuasi musiman, arah keseluruhan dari variabel yang diukur adalah peningkatan yang konsisten selama periode waktu tersebut.

Interpretasi Dekomposisi:

Observed (Data Asli): Panel paling atas menunjukkan data asli deret waktu. Kita dapat melihat adanya tren peningkatan secara keseluruhan dan juga fluktuasi musiman yang berulang. Ini adalah data yang kita analisis.

Trend (Tren): Panel kedua menampilkan komponen tren dari deret waktu. Garis yang cenderung naik secara halus ini merepresentasikan pergerakan jangka panjang dari data, setelah menghilangkan pengaruh musiman dan acak. Terlihat jelas bahwa ada tren peningkatan yang stabil selama periode waktu tersebut.

Seasonal (Musiman): Panel ketiga menunjukkan komponen musiman. Pola yang berulang secara periodik ini menggambarkan fluktuasi dalam data yang terjadi setiap tahun (atau siklus lainnya, tergantung frekuensi data). Dalam kasus ini, terlihat pola musiman yang cukup konsisten dengan puncak dan lembah yang terjadi pada waktu yang relatif sama setiap tahun. Amplitudo (tinggi dan rendahnya) pola musiman ini tampak relatif stabil sepanjang waktu, mengindikasikan bahwa pengaruh musiman memiliki besaran yang kurang lebih sama dari tahun ke tahun.

Random (Residu/Sisa): Panel paling bawah menampilkan komponen residu atau acak. Ini adalah sisa variasi dalam data setelah komponen tren dan musiman dihilangkan. Idealnya, komponen residu ini harus terlihat seperti derau acak tanpa pola yang jelas. Dalam grafik ini, terlihat adanya beberapa fluktuasi, namun tidak

ada pola sistematis yang menonjol. Beberapa lonjakan mungkin mengindikasikan kejadian-kejadian tak terduga yang mempengaruhi data.