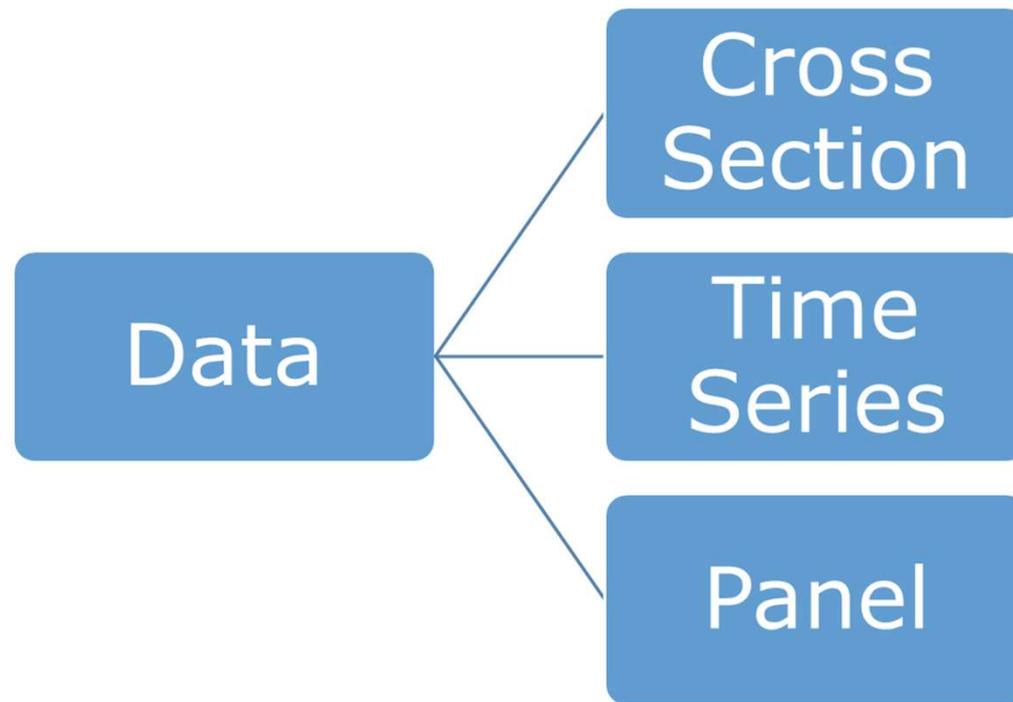


Analisis Deret Waktu (Time Series Analysis)

Arna Fariza

DATA



Time Series vs Cross Sectional Data

1. Data *Time Series* (deret waktu/historis)

Data *time series* adalah data yang terdiri dari satu objek namun terdiri dari beberapa waktu periode, seperti harian, bulanan, triwulanan, dan tahunan. Misalnya: data jumlah pasien rawat inap di sebuah rumah sakit tahun 2010 sampai 2017 (objeknya hanya satu: jumlah pasien rawat inap namun disajikan dalam beberapa periode: dari tahun 2010-2017 secara triwulan).

2. Data Silang (*cross section*)

Data Silang (*cross section*) adalah data yang terdiri dari beberapa objek yang dikumpulkan pada suatu waktu (satu waktu saja, tidak seperti data time series yang terdiri dari beberapa periode waktu).

3. Data Panel (*pooled data*)

Data Panel (*pooled data*) adalah data gabungan antara data *time series* dengan data *cross section*. Dikatakan data gabungan karena data ini terdiri atas beberapa objek/sub objek dalam beberapa periode waktu.

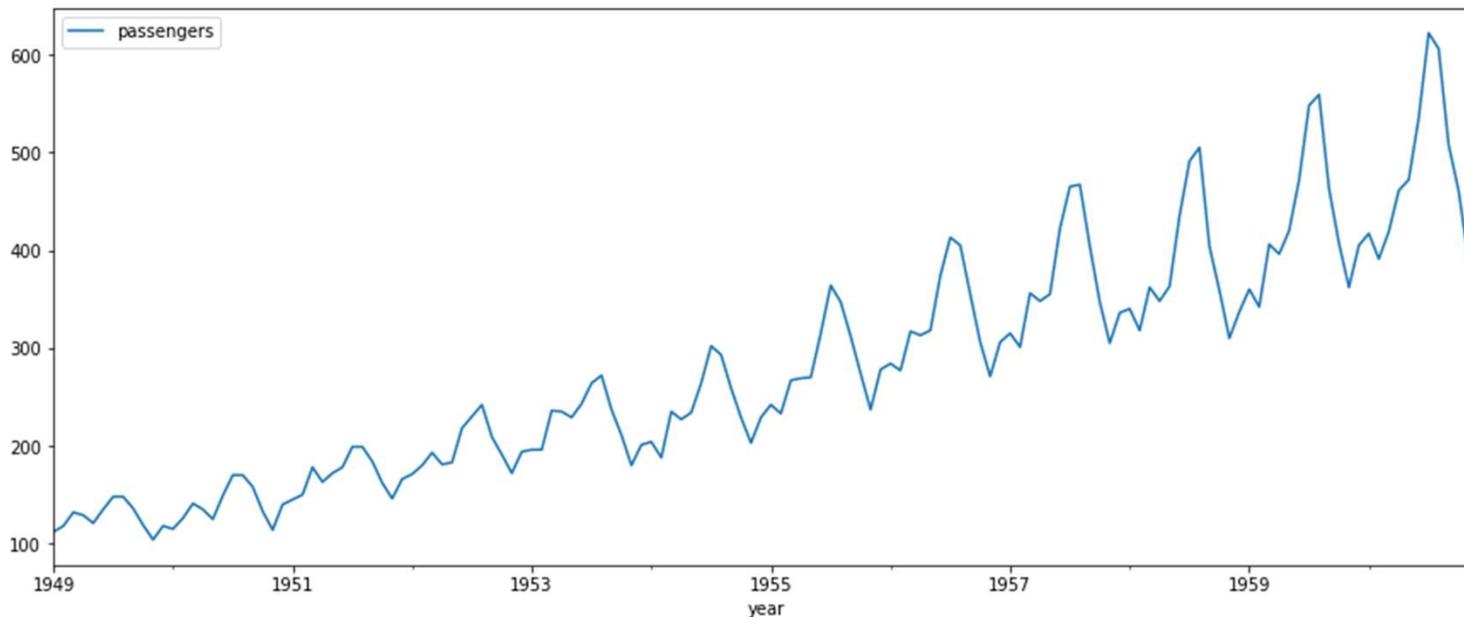
Deret Waktu (Time Series)

- Deret berkala atau runtun waktu adalah serangkaian pengamatan terhadap peristiwa, kejadian atau variabel yang diambil dari waktu ke waktu, dicatat secara teliti menurut urutan waktu terjadinya, kemudian disusun sebagai data statistik sebagai data berkala.
- Misal data PDB atau GDP (Gross Domestic Product), perkembangan produksi, Indeks harga konsumen, Indeks harga saham, hasil penjualan, jumlah penduduk, dll.
- Dari suatu runtun waktu akan dapat diketahui pola perkembangan suatu peristiwa, kejadian atau variabel. Jika perkembangan suatu peristiwa mengikuti suatu pola yang teratur, maka berdasarkan pola perkembangan tersebut akan dapat diramalkan peristiwa yang bakal terjadi dimasa yang akan datang.

Karakteristik Time Series

- Terdapat gerakan-gerakan khas atau variasi (variations) yang beberapa di antaranya atau seluruhnya terdapat dalam berbagai tingkat yang berbeda. Analisis dari gerakan-gerakan ini sangat penting dalam berbagai hal, salah satu di antaranya adalah meramalkan (forecasting) gerakan-gerakan yang akan datang.
- Oleh karena itu, tidak mengherankan banyak industri dan lembaga-lembaga pemerintah sangat berkepentingan dengan analisis gerakan-gerakan data berkala ini.

- Ketika bekerja dengan data time series atau deret waktu, hal pertama yang penting dilakukan adalah membuat plot data agar mengetahui gambaran atau pola datanya seperti apa, baru kemudian bisa melakukan analisis lebih lanjut.



Contoh Data Time Series

- Dalam Pertanian, kita amati produksi tanaman tahunan dan harga
- Dalam bisnis dan ekonometrik, kita mengamati harga saham penutupan harian, suku bunga mingguan, indeks harga bulanan, kuartalan sales dan pendapatan tahunan
- Di bidang fisika, kita amati suara, sinyal-sinyal listrik dan tegangan
- Di bidang kedokteran : EKG, EEG
- dll

Pola Data Time Series

Trend

Cyclical

Seasonal

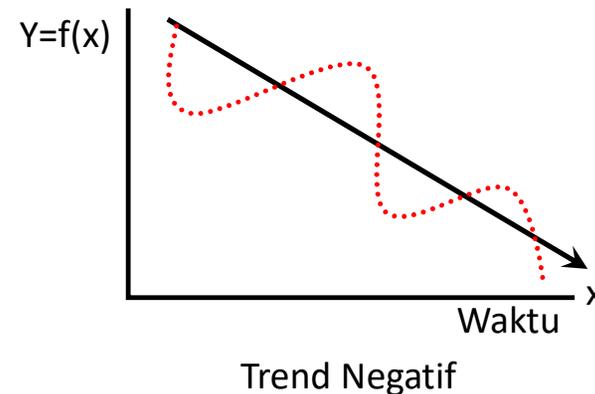
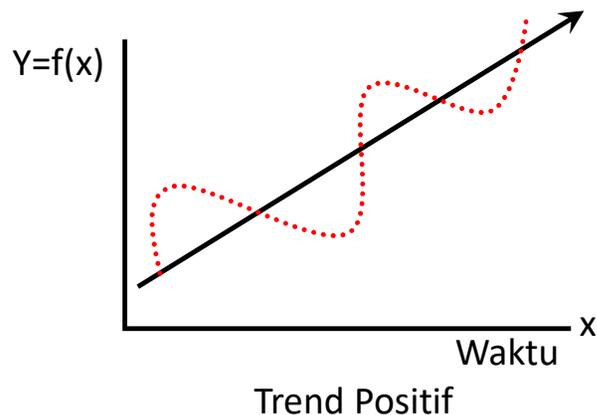
Random

Pola Data Time Series

- 1.Trend**, Yaitu komponen jangka panjang yang mendasari pertumbuhan (atau penurunan) suatu data runtut waktu. Merupakan pergerakan data sedikit demi sedikit meningkat atau menurun.
- 2.Siklikal**, yaitu suatu pola dalam data yang terjadi setiap beberapa tahun. fluktuasi atau siklus dari data runtut waktu akibat perubahan kondisi ekonomi
- 3.Musiman (seasonal)**, yaitu pola data yang berulang pada kurun waktu tertentu. fluktuasi musiman yang sering dijumpai pada data kuartalan, bulanan atau mingguan.
- 4.Tak Beraturan (random)**, yaitu pola acak yang disebabkan oleh peristiwa yang tidak bisa diprediksi atau tidak beraturan.

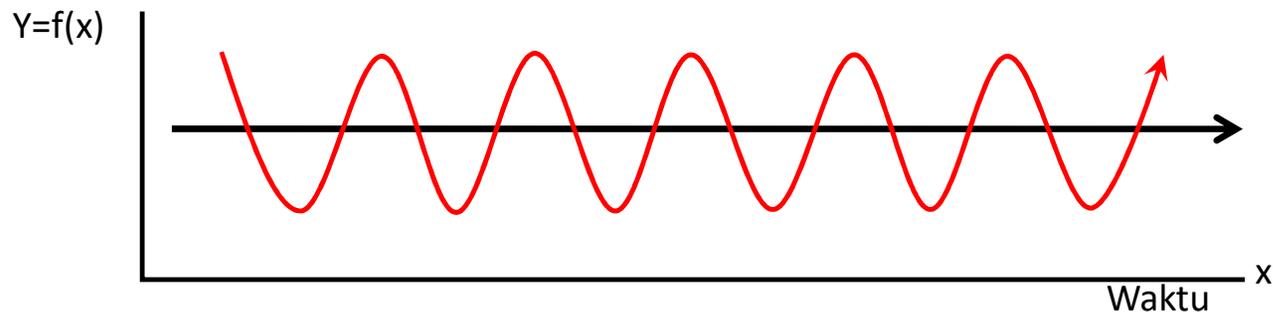
Pola Gerakan Trend

- Pola gerakan trend adalah suatu gerakan yang menunjukkan arah perkembangan atau kecenderungan secara umum dari data berkala yang meliputi jangka waktu yang panjang.
- Dengan lebih singkat dapat disebutkan bahwa gerakan trend jangka panjang adalah suatu garis halus atau kurva yang menunjukkan suatu kecenderungan umum dari suatu data berkala. Kecenderungan tersebut arahnya bisa naik bisa juga turun.



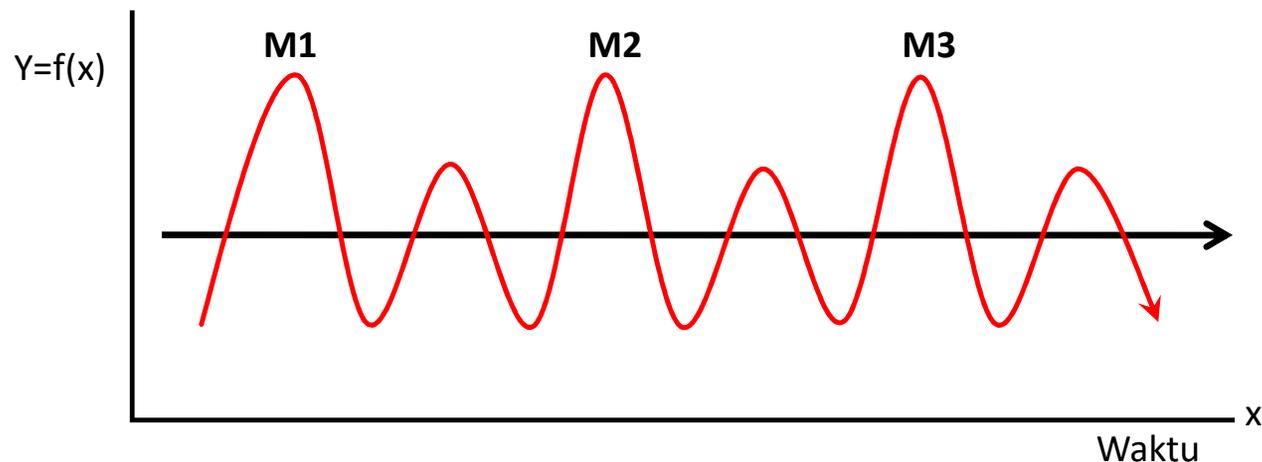
Pola Gerakan Siklikal

- Pola gerakan Siklis adalah Gerakan naik turun di sekitar garis trend dalam jangka panjang. Atau biasa juga dikatakan suatu gerakan sekitar rata-rata nilai data berkala, di atas atau di bawah garis trend dalam jangka panjang.
- Pola gerakan siklis ini bisa berulang setelah jangka waktu tertentu, misalnya setiap 3 tahun, 5 tahun atau bahkan lebih, tetapi bisa juga tidak berulang dalam jangka waktu yang sama. Dalam kegiatan bisnis dan ekonomi, gerakan-gerakan hanya dianggap siklis apabila timbul kembali setelah jangka waktu lebih dari 1 tahun.
- Bisnis siklis (business cycles) adalah salah satu contoh gerakan siklis yang menunjukkan jangka waktu terjadinya kemakmuran (prosperity), kemunduran (recession), depresi (depression), dan pemulihan (recovery).



Pola Gerakan Musiman (Seasonal)

- Pola gerakan musiman atau variasi musiman (seasonal movement) adalah gerakan yang mempunyai pola-pola tetap atau identik dari waktu ke waktu dengan waktu yang kurang dari satu tahun.
- Dengan demikian jelas bahwa variasi musiman adalah suatu pola yang berulang dalam jangka pendek..



Kegunaan Analisis Time Series

1. Untuk Peramalan atau *forecasting*:

- Suatu proses untuk memprediksi kejadian masa depan.
- Menjadi dasar untuk mengambil keputusan di bidang: Production, Inventory, Personnel and Facilities

2. Untuk Pemodelan

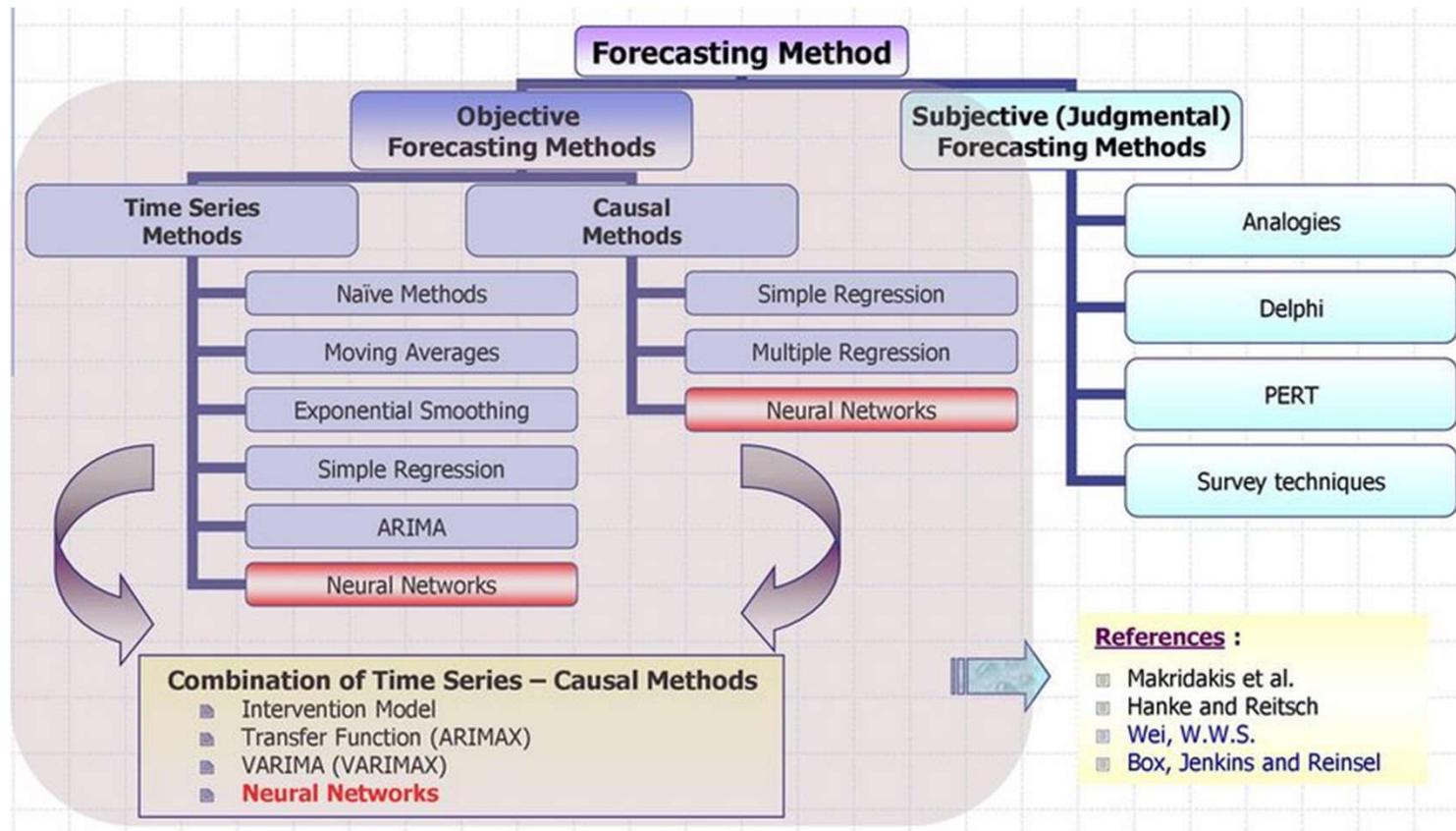
The Future Can Not Be Predicted “PRECISELY”
→ New Paradigm

A PERSON WHO DOESN'T CARE ABOUT “THE PAST” IS A
PERSON WHO DOESN'T HAVE “THE FUTURE”

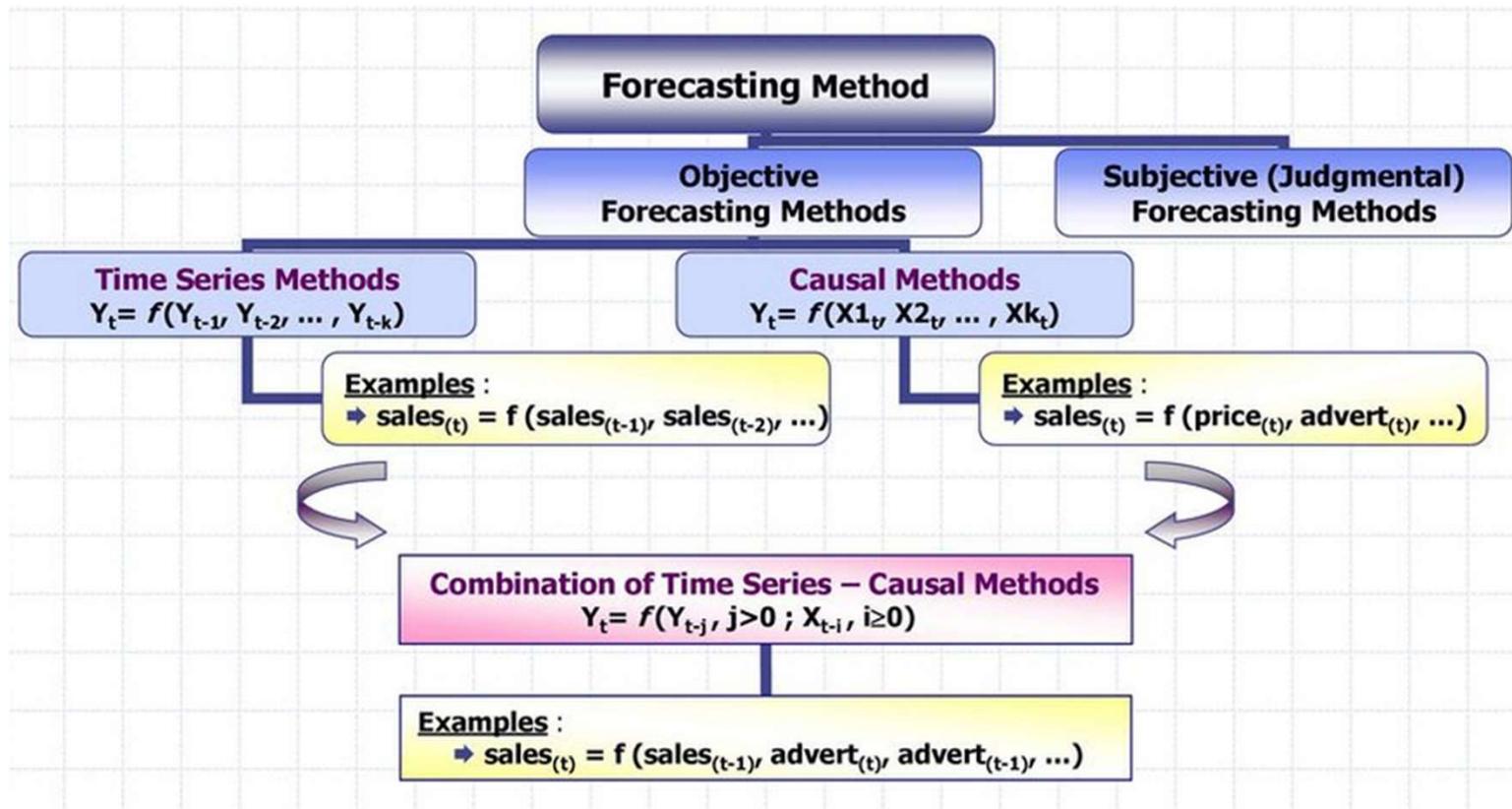
Peramalan & Perencanaan

- Ramalan merupakan input bagi proses perencanaan dan pengambilan keputusan.
- Peramalan menunjukkan perkiraan yang akan terjadi pada suatu keadaan tertentu.
- Sebaliknya, perencanaan menggunakan ramalan tersebut untuk membantu para pengambil keputusan dalam memilih alternatif terbaik.
- Dengan demikian, suatu ramalan mencoba untuk memperkirakan apa yang akan terjadi, sedangkan perencanaan adalah upaya para pengambil keputusan untuk dapat mempengaruhi hasil yang akan terjadi melalui berbagai strategis, misalnya rencana promosi, distribusi dll.

Klasifikasi Metode Peramalan



Model Matematis



Model Fungsi Trend

Cara menentukan model fungsi Trend:

Model persamaan trend (kecenderungan) suatu data berkala atau data runtun waktu bisa berbentuk linier (trend linier) atau berbentuk kuadratik (trend kuadratik).

1) Trend Linier

Untuk menentukan model persamaan trend linier bisa dilakukan dengan beberapa cara atau metode, diantaranya sesuai dengan yang akan dibahas dalam materi ini adalah:

- a) Metode Semi Rata-rata, dan
- b) Metode Kuadrat terkecil (Least Square)

Kedua metode tersebut dipakai untuk menentukan bentuk umum persamaan trend linier:

$$\hat{Y} = a + bX$$

Dimana:

- ✓ **Y**: adalah nilai trend pada periode tertentu (variabel tak bebas)
- ✓ **X**: adalah periode waktu (variabel bebas)
- ✓ **a**: adalah intersep (konstanta) dari persamaan trend
- ✓ **b**: adalah koefisien kemiringan atau gradien dari persamaan trend yang menunjukkan besarnya perubahan Y bila terjadi perubahan satu unit pada X.

Pemodelan Fungsi Trend Linier

a) Metode Semi Rata-rata

Penentuan persamaan trend linier $\hat{Y} = a + bX$ dengan metode semi rata-rata (setengah rata-rata) dilakukan dengan tahapan-tahapan berikut:

- 1) Bagilah data berkala menjadi dua kelompok yang sama banyak, katakanlah kelompok 1 (K1) dan kelompok 2 (K2).
- 2) Tentukan rata-rata hitung masing-masing kelompok, a_1 dan a_2 .
- 3) Tentukan tahun (waktu) dasar untuk masing-masing kelompok. (Tahun dasar yang dipilih merupakan titik tengah pada masing-masing kelompok)
- 4) Tentukan nilai variabel X sebagai perwakilan nilai urutan tahun (waktu), dengan cara memberikan nilai 0 (nol) untuk tepat diposisi tahun (waktu) dasarnya, kemudian beri nilai negatif untuk tahun (waktu) sebelum tahun (waktu) dasarnya dan nilai positif setelah tahun (waktu) dasarnya.
- 5) Hitung parameter perubahan trend atau gradien (b) dengan rumus:

$$b = \frac{(\text{Rataan } K_2 - \text{Ratan } K_1)}{(\text{Thn. Dasar } K_2 - \text{Thn. Dasar } K_1)}$$

- 6) Terakhir buatlah model fungsi Trend Linier untuk masing-masing tahun (waktu) dasarnya yaitu: $\hat{Y}_1 = a_1 + bX$ dan $\hat{Y}_2 = a_2 + bX$

Pemodelan Fungsi Trend Linier

Contoh Soal-1: (metode semi rata-rata)

Diketahui data pelanggan telepon seluler suatu provider sebagai berikut:

TAHUN	2009	2010	2011	2012	2013	2014
PELANGGAN TELPON (Juta Orang)	4.2	5	5.6	6.1	6.7	7.2

- a) Tentukan model fungsi trend linier data berkala pelanggan seluler tersebut
- b) Hitung berapa jumlah pelanggan pada tahun 2016.

Penyelesaian:

Sesuai dengan tahapan pemodelan metode semi rata-rata diperoleh sebagai berikut:

	TAHUN	Jumlah Pelanggan (juta)	Rataan Kelompok	Nilai X Tahun dasar K1	Nilai X Tahun dasar K2
K1	2009	4.2		-1	-4
	2010	5.0	4.93	0	-3
	2011	5.6		1	-2
K2	2012	6.1		2	-1
	2013	6.7	6.67	3	0
	2014	7.2		4	1
Forecasting	2015			5	2
	2016			6	3

Sehingga model trend liniernya dan nilai ramalan untuk tahun 2016 diperoleh sebagai berikut:

$$b = \frac{(\text{Rataan } K_2 - \text{Rataan } K_1)}{(\text{Thn. Dasar } K_2 - \text{Thn. Dasar } K_1)} = \frac{(6.67 - 4.93)}{(2012 - 2009)} = \frac{1.74}{3} = 0,58$$

$$\hat{Y}_{\text{ThnDasar}-2010} = 4.93 + 0.58X \quad \Rightarrow \quad \hat{Y}_{\text{ThnDasar}-2010} = 4.93 + 0.58(6) = 8.41 \text{ Juta orang}$$

$$\hat{Y}_{\text{ThnDasar}-2013} = 6.67 + 0.58X \quad \Rightarrow \quad \hat{Y}_{\text{ThnDasar}-2013} = 6.67 + 0.58(3) = 8.41 \text{ Juta orang}$$

Pemodelan Fungsi Trend Linier

Soal Latihan – (metode semi rata-rata):

No.1:

Diketahui data pelanggan telepon seluler suatu provider sebagai berikut:

TAHUN	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
PELANGGAN TELPON (Juta Orang)	3.8	4.0	4.2	5.0	5.6	6.1	6.7	7.2

- Tentukan model fungsi trend linier data berkala pelanggan seluler tersebut
- Hitung berapa jumlah pelanggan pada tahun 2017.

Pemodelan Fungsi Trend Linier

Soal Latihan – (metode semi rata-rata):

No.2:

Diketahui data pelanggan telepon seluler suatu provider sebagai berikut:

TAHUN	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
PELANGGAN TELPON (Juta Orang)	2.9	3.5	4.0	4.2	5.0	5.6	6.1	6.7	7.2

- Tentukan model fungsi trend linier data berkala pelanggan seluler tersebut
- Hitung berapa jumlah pelanggan pada tahun 2016.

Pemodelan Fungsi Trend Linier

b) Metode Kuadrat Terkecil

Konsep dari metode Kuadrat terkecil ini adalah dengan meng-kuadratkan semua selisih antara nilai data pengamatan dengan data ramalan (dugaannya) yang disebut sebagai kuadrat error $\{\sum \epsilon^2 = \sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2\}$

Lalu dengan meminimumkan bentuk kuadrat tersebut, maka akan diperoleh persamaan trend linier dengan error tekecil, yaitu:

$$\hat{Y} = a + bX$$

Nilai a dan b dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^N Y_i}{N} \qquad b = \frac{\sum_{i=1}^N X_i Y_i}{\sum_{i=1}^N X_i^2}$$

Prosedur penentuan nilai-X, adalah sebagai berikut: (Dengan syarat: $\sum X = 0$.)

✓ Jika banyaknya data adalah ganjil, maka nilai X ditentukan sebagai berikut:

				Data Tengah				
...	-3	-2	-1	0	1	2	3	...

✓ Jika banyaknya data adalah genap, maka nilai X ditentukan sebagai berikut:

...	-5	-3	-1	1	3	5	...

Pemodelan Fungsi Trend Linier

Contoh Soal-2: (metode kuadrat terkecil)

Diketahui data pelanggan telepon seluler suatu provider sebagai berikut:

TAHUN	2009	2010	2011	2012	2013	2014
PELANGGAN TELPON (Juta Orang)	4.2	5	5.6	6.1	6.7	7.2

- a) Tentukan model fungsi trend linier data berkala pelanggan seluler tersebut
- b) Hitung berapa jumlah pelanggan pada tahun 2016.

Penyelesaian:

Sesuai aturan metode kuadrat terkecil maka diperoleh sebagai berikut:

TAHUN	Jumlah Pelanggan (Y)→(juta)	Nilai X	XY	X ²
2009	4.2	-5	-21.0	25
2010	5.0	-3	-15.0	9
2011	5.6	-1	-5.6	1
2012	6.1	1	6.1	1
2013	6.7	3	20.1	9
2014	7.2	5	36.0	25
Σ	34.8	0	20.6	70
2015		7		
2016		9		

Maka nilai a dan gradien (b) model adalah:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^N Y_i}{N} = \frac{34.8}{6} = 5.8 \quad b = \frac{\sum_{i=1}^N X_i Y_i}{\sum_{i=1}^N X_i^2} = \frac{20.6}{70} = 0.294$$

Sehingga model trend liniernya dan nilai ramalan untuk tahun 2016 diperoleh sebagai berikut:

$$\hat{Y} = 5.8 + 0.294X \quad \rightarrow \quad \hat{Y} = 5.8 + 0.294(9) = 8.446$$