



Materi-11
Peramalan (Forecasting)

Peramalan adalah suatu kegiatan memprediksi peristiwa-peristiwa yang akan terjadi dimasa yang akan datang dengan menggunakan data historis.

Kegiatan peramalan merupakan proyeksi situasi kondisi yang akan terjadi pada masa yang akan datang.

Peramalan tidak pernah sempurna, namun tetap diupayakan untuk dibuat untuk dapat meminimumkan pengaruh ketidakpastian tersebut

Pola Data

1. Pola *horisontal* (H)

terjadi bilamana data berfluktuasi disekitar nilai rata-rata yg konstan. Suatu produk yg penjualannya tidak meningkat atau menurun selama waktu tertentu termasuk jenis ini

2. Pola *musiman* (S)

terjadi bilamana suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman (misalnya kuartal tahun tertentu, bulanan, atau hari-hari pada minggu tertentu).

Penjualan dari produk seperti minuman ringan, es krim, dan bahan bakar pemanas ruang semuanya menunjukkan jenis pola ini.

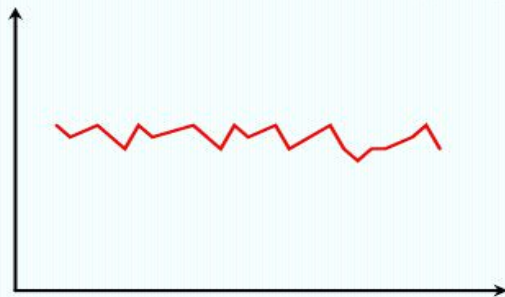
3. Pola *siklis* (C)

terjadi apabila datanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti yang berhubungan dengan siklus bisnis. Contoh: Penjualan produk seperti mobil, baja, dan peralatan utama lainnya

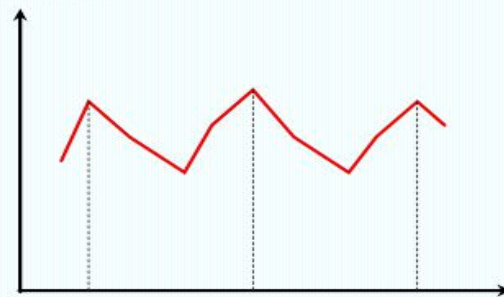
4. Pola *trend* (T)

terjadi apabila terdapat kenaikan atau penurunan sekuler jangka panjang dalam data. Contoh: Penjualan banyak perusahaan, GNP dan berbagai indikator bisnis atau ekonomi lainnya

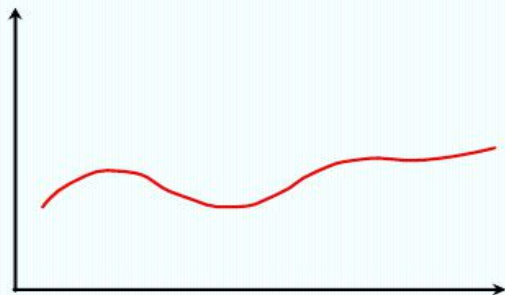
Pola Data



Pola Data Horizontal



Pola Data Musiman



Pola Data Siklis



Pola Data Trend

Metode peramalan

- **Kualitatif**
bersifat subjektif; memanfaatkan intuisi dan opini serta pengalaman pribadi; digunakan jika data historis yang tersedia sedikit
- **Time Series**
hanya menggunakan data terdahulu (data historis)
 - Static
 - Adaptive
- **Causal**
metode ini mencari keterkaitan antara permintaan dan faktor lingkungan tertentu (misalnya tingkat suku bunga) untuk membuat peramalan
- **Simulasi**
 - Mengkombinasikan time series dan metode causal
 - Meniru pilihan konsumen yang memberikan kenaikan pada permintaan

Metode Constant

- Dalam Metode Constant, peramalan dilakukan dengan mengambil rata-rata data masa lalu (historis).
- Rumus untuk metoda linier:

$$d'_t = \frac{\sum_{t=1}^n d_t}{n}$$

Keterangan:

d'_t = Forecast untuk saat t

t = time (independent variable)

d_t = demand pada saat t

n = jumlah data

Metode Linier trend

- Model ini menggunakan data yang secara random berfluktuasi membentuk garis lurus.
- Rumus untuk metoda linier:

$$d'_t = a + bt \quad t = 1, 2, 3, \dots$$

$$a = \frac{\sum t^2 \sum d_t - \sum t \sum td_t}{n \sum t^2 - (\sum t)^2}$$

$$b = \frac{n \sum td_t - \sum t \sum d_t}{n \sum t^2 - (\sum t)^2}$$

Keterangan:

d'_t = Forecast untuk saat t

a = intercept

b = kemiringan garis

t = time (independent variable)

d_t = demand pada saat t

n = jumlah data

Metode Quadratic

- Model ini menggunakan data yang secara random berfluktuasi membentuk kurva quadratic.
- Rumus untuk model quadratic:

$$d'(t) = a + bt + ct^2 \quad t = 1, 2, 3, \dots$$

$$b = \frac{\gamma\delta - \theta\alpha}{\gamma\beta - \alpha^2}$$

Metode Quadratic (lanjutan)

$$\theta = \sum_{t=1}^n t^2 \sum_{t=1}^n Y(t) - n \sum_{t=1}^n t^2 Y(t)$$

$$\delta = \sum_{t=1}^n t \sum_{t=1}^n Y(t) - n \sum_{t=1}^n t Y(t)$$

$$\alpha = \sum_{t=1}^n t \sum_{t=1}^n t^2 - n \sum_{t=1}^n t^3$$

$$\gamma = \left(\sum_{t=1}^n t^2 \right)^2 - n \sum_{t=1}^n t^4$$

$$c = \frac{\theta - (b)(\alpha)}{\gamma}$$

$$\beta = \left(\sum_{t=1}^n t \right)^2 - n \sum_{t=1}^n t^2$$

$$a = \frac{\sum_{t=1}^n Y(t)}{n} - b \frac{\sum_{t=1}^n t}{n} - c \frac{\sum_{t=1}^n t^2}{n}$$

Metode Exponential

- Digunakan apabila persamaan a dan b tidak bisa dipecahkan dengan cara konvensional.
- Digunakan transformasi logaritma ke dalam situasi regresi.
- Persamaan metode eksponensial :

$$d'(t) = ae^{bt}$$

Keterangan:

d'_t = Forecast untuk saat t

a = intercept

b = kemiringan garis

t = time (independent variable)

e = exponential (konstanta)

Metode Eksponensial (lanjutan)

- Persamaan transformasi logaritma :

$$\ln[d'(t)] = \ln(a) + \ln(e^{bt}) = \ln(a) + bt$$

Keterangan:

d'_t = Forecast untuk saat t

a = intercept

b = kemiringan garis

t = time (independent variable)

e = exponential (konstanta)

Metode Moving Average

- Digunakan bila data-datanya :
 - tidak memiliki trend
 - tidak dipengaruhi faktor musim
- Digunakan untuk peramalan dengan perioda waktu spesifik.
- Moving Average didefinisikan sebagai :

$$MA_n = \frac{\sum_{t=1}^n d_t}{n}$$

Keterangan :

n = jumlah perioda

d_t = demand pada bulan ke t

Metode Moving Average (lanjutan)

- Peramalan jangka pendek lebih baik dibandingkan jangka panjang
- Kelemahan : tidak cocok untuk pola data trend atau pola data musiman

Metode Exponential Smoothing

- Kesalahan peramalan masa lalu digunakan untuk koreksi peramalan berikutnya
- Dihitung berdasarkan hasil peramalan dan kesalahan peramalan sebelumnya.

Metode Exponential Smoothing (lanjutan)

ES didefinisikan sebagai:

$$F_{t+1} = \alpha D_t + (1 - \alpha) F_t$$

Keterangan:

F_{t+1} = Ramalan untuk periode berikutnya

D_t = Demand aktual pada periode t

F_t = Peramalan yg ditentukan sebelumnya untuk periode t

α = Faktor bobot

- α besar, smoothing yg dilakukan kecil
- α kecil, smoothing yg dilakukan semakin besar
- α optimum akan meminimumkan MSE, MAPE

Metode Seasonal

- Demand meningkat karena pengaruh tertentu atau berdasarkan waktu.
- Nilai/harga faktor seasonal antar 0 dan 1.
- Formulasi peramalan pada tahun ke i :

$$d'_i = a + b_t$$

Keterangan :

d'_i = peramalan untuk saat ke i

t = perioda waktu (bulan, minggu, dll)

- Formulasi Peramalan Seasonal :

$$SF_{(i)} = (S_i).(d'_t)$$

Forecasting Errors & Tracking Signals

3 metode perhitungan kesalahan peramalan :

$$\text{a. Mean Absolute Deviation (MAD)} = \frac{\sum_{t=1}^N |d_t - d'_t|}{N}$$

$$\text{b. Mean Squared Error (MSE)} = \frac{\sum_{t=1}^N (d_t - d'_t)^2}{N}$$

$$\text{c. Mean Absolute Percent Error (MAPE)} = \frac{100}{N} \sum_{t=1}^N \left[\left| \frac{d_t - d'_t}{d_t} \right| \right]$$

- Salah satu metode verifikasi adalah Moving Range Chart (MRC)
- Moving Range (MR) didefinisikan sebagai :

$$MR = |d'_t - d_t| - |d'_{t-1} - d_{t-1}|$$

Keterangan :

d'_t = ramalan pada bulan ke t

d_t = kebutuhan pada bulan ke t

d'_{t-1} = ramalan pada bulan ke t-1

d_{t-1} = kebutuhan pada bulan ke t-1

- Rata-rata MR dihitung :

$$\overline{\text{MR}} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \text{MR}_i}{n-1}$$

Contoh Soal: Kasus Peramalan Konstan

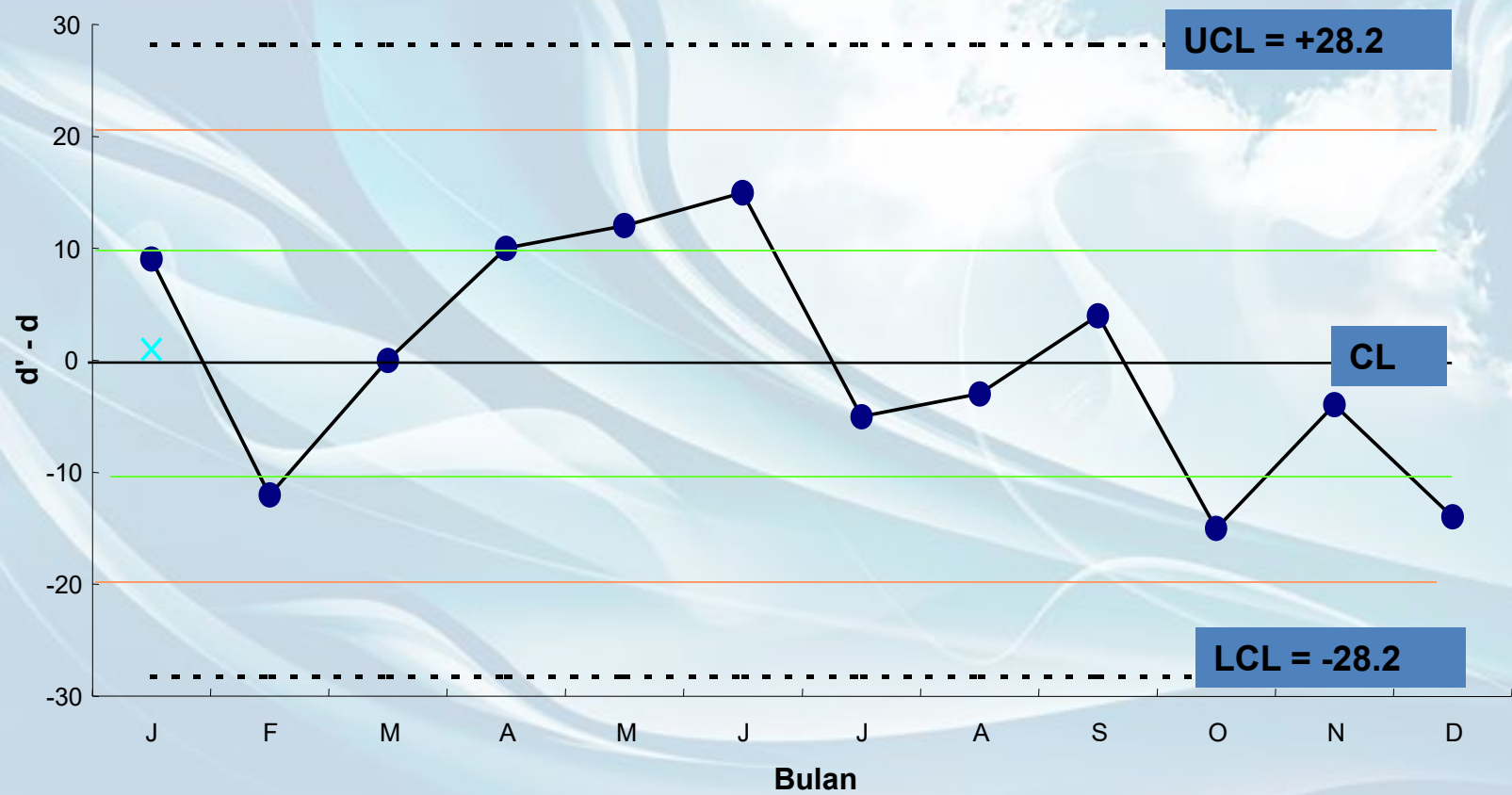
Tabel 1. Perhitungan Peta Kendali Untuk Peramalan Konstan

Bulan	Periode t	Forecast d'	Demand d	d' - d	Moving range MR
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Jan.	1	99	90	9	
Feb.	2	99	111	-12	21
Mar.	3	99	99	0	12
Apr.	4	99	89	10	10
Mei	5	99	87	12	2
Juni	6	99	84	15	3
Juli	7	99	104	-5	20
Agst.	8	99	102	-3	2
Sept.	9	99	95	4	7
Okt.	10	99	114	-15	19
Nov.	11	99	103	-4	11
Des.	12	99	113	-14	10
Total		1188	1191	-3	117

$$\overline{MR} = \frac{117}{11} = 10.6$$

$$UCL = 28.2$$

$$LCL = -28.2$$



Gambar 2. Peta Kendali Peramalan Konstan

Bila kondisi out of control terjadi, maka yang harus dilakukan adalah:

- Perbaiki ramalan dengan memasukkan data baru
- Tunggu *evidence* (fakta-fakta) selanjutnya

Contoh Metode Constant

Bulan	t	d_t
Jan1	1	90
Feb	2	111
Mar	3	99
Apr	4	89
Mei	5	87
Jun	6	84
Jul	7	104
Aus	8	102
Sep	9	95
Okt	10	114
Nov	11	103
Des	12	<u>113</u>
		$\Sigma = 1191$

$$d'_t = \frac{\sum_1^n d_t}{n}$$

$$d'_t = \frac{\sum_1^{12} 1191}{12} = 99.25$$

Contoh Metode Linear trend

t	d _t	td _t	t ²	d' _t	(d _t -d' _t) ²
1	2050	2050	1	2108,5	3.422,2
2	2235	4470	4	2210,1	620,0
3	2420	7260	9	2311,7	11.728,9
4	2360	9440	16	2413,3	2.840,9
5	2490	12450	25	2514,9	620,0
<u>6</u>	<u>2620</u>	<u>15720</u>	<u>36</u>	<u>2616,5</u>	<u>12,3</u>
2114175	51390	91			19.244,3

$$b = \frac{n \sum_{t=1}^n td_t - \sum_{t=1}^n d_t \sum_{t=1}^n t}{n \sum_{t=1}^n t^2 - \left(\sum_{t=1}^n t \right)^2}$$

$$a = \frac{\sum_{t=1}^n d_t - b \sum_{t=1}^n t}{n}$$

$$d'_t = a + bt$$

$$= 2006,9 + 101,6t$$

$$a = 2006,9 \text{ dan } b = 101,6$$

Contoh Metode Quadratic

t	t^2	t^3	t^4	d_t	td_t	t^2d_t
1	1	1	1	16	16	16
2	4	8	16	24	48	96
3	9	27	81	34	102	306
4	16	64	256	46	184	736
<u>5</u>	<u>25</u>	<u>125</u>	<u>625</u>	<u>60</u>	<u>300</u>	<u>1500</u>
$\Sigma 15$	55	225	979	180	650	2654

$$\alpha = (15)(55) - (5)(225) = -300$$

$$\hat{b} = \frac{(-1870)(-550) - (-3370)(-300)}{(-1870)(-50) - (-300)^2} = 5$$

$$\hat{a} = \frac{180}{5} - \frac{(5)(15)}{5} - \frac{55}{5} = 10$$

$$\beta = (15)^2 - (5)(55) = -50$$

$$d'(t) = 10 + 5t + t^2 \quad \rightarrow \quad d'(5) = 10 + 5(5) + 5^2 = 60$$

$$\gamma = (55)^2 - (5)(979) = -1870$$

$$\delta = (15)(180) - (5)(650) = -550$$

$$\theta = (55)(180) - (5)(2654) = -3370$$

$$\hat{c} = \frac{(-1870)}{-1870} = 1$$

Contoh Metode Eksponensial

t	d _t	Ln(d _t)	tLn(d _t)	t ²
1	2.50	0.92	0.92	1
2	4.12	1.42	2.84	4
3	6.80	1.92	5.76	9
4	11.20	2.42	9.68	16
5	18.47	2.92	14.60	25
15		9.60	33.8	55

$$\hat{b} = \frac{(5)(33.8) - (9.60)(15)}{(5)(55) - 225} = 0.5$$

$$\ln(\hat{a}) = \frac{9.60}{5} - \frac{(0.5)(15)}{5} = 0.42$$

$$\text{anti ln}(0.42) = e^{0.42} = 2.50 = \hat{a}$$

$$d'(t) = \hat{a}(e)^{\hat{b}t} = 2.5e^{0.5t} \rightarrow d'(6) = 2.5e^3 = 50$$

Contoh Metode Moving Average

Bulan	t	d _t	MA 3 bulan	MA 5 bulan
Jan	1	10	-	-
Feb	2	12	-	-
Mar	3	13	-	-
Apr	4	16	(10+12+13)/3=11,66	-
Mei	5	19	(12+13+16)/3=13,66	-
Jun	6	23	(13+16+19)/3=16,00	(10+12+13+16+19)/5 = 14
Jul	7	26	(16+19+23)/3=19,33	(12+13+16+19+23)/5 = 16,6

$$MA_n = \frac{\sum_{t=1}^n d_t}{n}$$

Contoh Metode Exponential Smoothing

Period	Demand	Forecast , F_{t+1}	
		$\alpha=0.3$	$\alpha=0.5$
1	37	-	-
2	40	37	37
3	41	37.9	38.5
4	37	38.83	39.75
5	45	38.28	38.37
6	50	40.29	41.68
7	43	43.20	45.84
8	47	43.14	44.42
9	56	44.30	45.71
10	52	47.81	50.85
11	55	49.06	51.42
12	54	50.84	53.21
		51.79	53.61

$$F_{t+1} = \alpha D_t + (1 - \alpha) F_t$$

Contoh Metode Seasonal

Year	Demand (x 1000)				
	Kwartal-1	Kwartal-2	Kwartal-3	Kwartal-4	Total
1992	12.6	8.6	6.3	17.5	45
1993	14.1	10.3	7.5	18.2	50.1
1994	15.3	10.6	8.1	19.6	53.6
	42	29.5	21.9	55.3	148.7

Perhitungan faktor bobot:

$$S_1 = D_1 / \sum D = 42 / 148.7 = 0.28$$

$$S_2 = 0.20$$

$$S_3 = 0.15$$

$$S_4 = 0.37$$

$$b = \frac{n \sum_{t=1}^n t d_t - \sum_{t=1}^n d_t \sum_{t=1}^n t}{n \sum_{t=1}^n t^2 - \left(\sum_{t=1}^n t \right)^2}$$

$$a = \frac{\sum_{t=1}^n d_t - b \sum_{t=1}^n t}{n}$$

Contoh Metode Seasonal

$$a = 40.97 \quad b = 4.3$$

$$y = 40.97 + 4.3 t$$

Untuk tahun 1995 ($t = 4$) diperoleh 58.17

Peramalan utk tiap kwartal:

$$SF_1 = S_1 \cdot F_5 = .28 (58.7) = 16.28$$

$$SF_2 = 11.63$$

$$SF_3 = 8.73$$

$$SF_4 = 21.53$$