

BAB 3

PRAKIRAAAN dan PERAMALAN PRODUKSI

Dalam Manajemen Operasional, mengapa perlu ada peramalan produksi ?

- Ada ketidak-pastian aktivitas produksi di masa yang akan datang
- Kemampuan & sumber daya perusahaan yang terbatas
- Untuk dapat melayani konsumen lebih baik, melalui tersedianya hasil produksi yang Baik

Apa Tujuan Peramalan dalam Manajemen Operasional ?

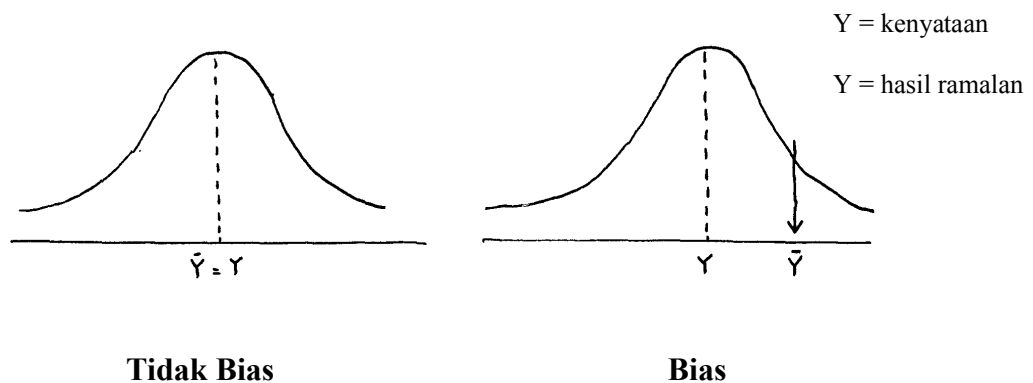
- Mengurangi ketidak-pastian produksi
- Agar langkah Proaktif / Antisipatif dapat dilakukan
- Keperluan penjadwalan produksi

Apa yang mempengaruhi valid / tidaknya hasil ramalan ?

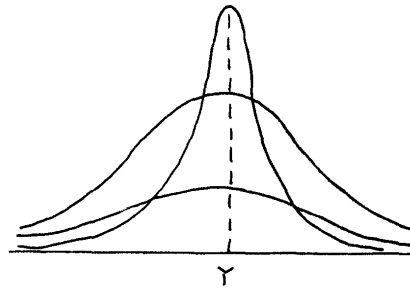
- Identifikasi masalahnya
- Pemilihan dan pengumpulan datanya (tidak reliabel, valid, dan lengkap)
- Pemilihan alat atau metode peramalannya
- Interprestasi hasil / penerjemahan hasil

Apa Syarat Penduga yang Baik ?

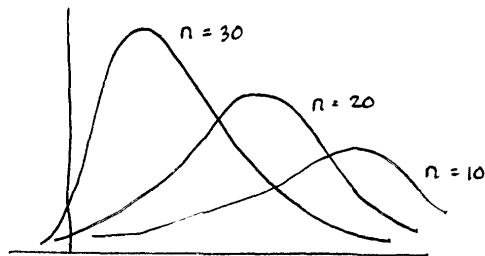
- Tidak Bias (Sesuai dengan Kenyataan)



b. Harus Efisien (Memiliki Varian yang Kecil)



c. Harus Konsisten (Semakin Besar n , Semakin mendekati kenyataan)



d. Memiliki *Mean Square Error* (**MSE**) yang kecil

PENDEKATAN DALAM PERAMALAN PRODUKSI

A. PENDEKATAN KUALITATIF

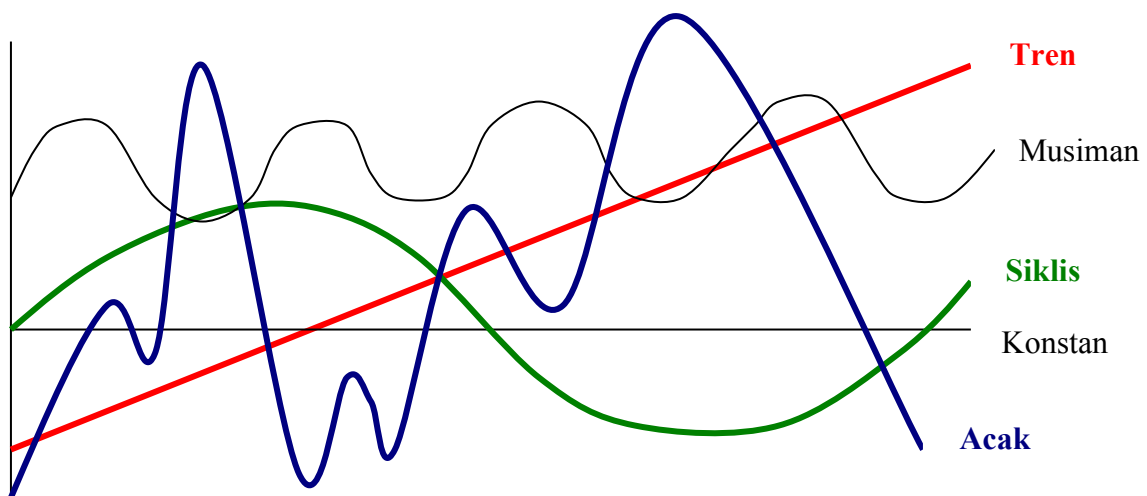
1. Juri Opini Eksekutif. Dalam metode ini, peramalan dilakukan oleh eksekutif /manajer tingkat atas perusahaan, karena kemampuan yang mereka miliki
2. Metode Delphi, dilakukan dengan melengkapi data untuk peramalan dengan membagikan daftar pertanyaan kepada konsumen/masyarakat

3. Tenaga Penjualan. Peramalan dilakukan dengan memanfaatkan kedekatan tenaga penjual dengan konsumen
4. Survei Pasar, dimana peramalan dilakukan dengan turun langsung ke lapangan/pasar, sehingga diperoleh informasi langsung dari pasar.

B. PENDEKATAN KUANTITATIF

B.1. Analisis Runtun Waktu (Time Series)

Secara umum dapat dijelaskan, bahwa peramalan produksi dengan pendekatan analisis runtun waktu, dilakukan dengan memanfaatkan data masa lalu yang dimiliki perusahaan, secara series (runtut). Data yang dimiliki perusahaan, dapat saja menunjukkan macam-macam pola data, seperti terlihat pada gambar berikut ini :



Teknik peramalan yang dapat digunakan untuk memanfaatkan data masa lalu ini diantaranya adalah :

- a. Teknik Freehand
- b. Teknik Kuadrat Terkecil

$Y = a + bX$, dimana nilai (a) dan (b) dapat dicari dengan rumusan :

$$a = \frac{\sum Y}{n} \quad \& \quad b = \frac{\sum XY}{\sum X^2}$$

Namun demikian, seringkali periode data yang dimiliki perusahaan tidak selalu dalam jumlah periode yang sama, dalam arti bisa ganjil (3, 5, 11, 25 periode) dan juga bisa genap (10 atau 20 periode). Hal ini tentunya membutuhkan perlakuan yang berbeda dalam analisisnya.

➤ **Apabila Data Ganjil**

Periode	Permintaan (Y)	Bobot (X)	XY	X ²
Januari	45	-2	-90	4
Februari	44	-1	-44	1
Maret	46	0	0	0
April	43	1	43	1
Mei	44	2	88	4
	222	0	-3	10

Dari tabel di atas dapat diperoleh persamaan peramalannya, dengan menghitung terlebih dahulu nilai konstanta (a) dan kemiringan (b) nya, seperti terlihat berikut ini :

$$a = 222/5 = 44.4$$

$$b = -3/10 = -0.3, \text{ sehingga persamaan untuk melakukan peramalannya}$$

$$\text{adalah: } Y = a + bX$$

$$Y = 44.4 - 0.3 X,$$

Dengan demikian perkiraan nilai permintaan atau produksi yang harus dipenuhi untuk bulan Juni adalah sebesar :

$$Y_{\text{Juni}} = 44.4 - 0.3 (3) \rightarrow \text{bulan Juni memiliki bobot (X) sebesar 3}$$

$$= 43.5 \text{ unit}$$

➤ **Bila Data Genap**

Permintaan

(Y)	(X)	
45	-5	
44	-3	Cara selanjutnya sama
46	-1	dengan contoh Data Ganjil
43	1	
44	3	
45	5	

➤ **Bila tahun / periode pertama sebagai tahun dasar (X = 0)**

Apabila pertimbangan data ganjil dan data genap ingin diabaikan, tanpa khawatir terjadi ‘kesalahan’ dalam melakukan perhitungan peramalan, maka cara berikut ini dapat menjadi pilihan.

Periode	Permintaan(Y)	(X)	XY	X ²
Januari	45	0	0	0
Februari	44	1	44	1
Maret	46	2	92	4
April	43	3	129	9
Mei	44	4	176	16
	222	10	441	30

Apabila cara ini yang dipilih, maka untuk mendapatkan nilai a dan b, rumus yang digunakan adalah :

$$a = \frac{\sum Y \sum X^2 - \sum X \sum XY}{N \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2} = \frac{222(30) - 10(441)}{5(30) - (10)^2} = 45$$

$$b = \frac{n \cdot \sum XY - \sum X \sum Y}{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2} = \frac{5(441) - 10(222)}{5(30) - (10)^2} = -0,3$$

sehingga persamaan untuk melakukan peramalannya adalah:

$$Y = a + bX$$

$Y = 45 - 0,3X$, → Bandingkan hasilnya dengan contoh terdahulu, dan secara umum dapat dikatakan menghasilkan persamaan peramalan yang sama, hanya ada perbedaan sedikit dalam nilai konstantanya.

C. Teknik Rata-Rata Bergerak

Metode ini dihitung dengan cara mencari rata-rata dari beberapa nilai periode sebelumnya. Berikut ini contoh peramalan, dimana hasil peramalan produksi bulan Juli diperoleh dengan menghitung rata-rata dari nilai produksi tiga bulan sebelumnya (rata-rata produksi dari bulan April s.d. Juni).

Periode	Permintaan (Y) dengan n = 3	Atau
Januari	45	—
Februari	44.....(45 + 44 + 46)/3 =45	—
Maret	46	—
April	43	(45 + 44 + 46)/3 = 45
Mei	44	(44 + 46 + 43)/3 = 44,33
Juni	45	(46 + 43 + 44)/3 = 44,33
Juli	?	(43 + 44 + 45)/3 = 44

Jadi, hasil perkiraan permintaan/produksi bulan Juli adalah sebesar 44 unit

D. Teknik Rata – Rata Bergerak Tertimbang

Metode ini hampir sama dengan metode sebelumnya, hanya saja nilai setiap periode sebelumnya diberi bobot sesuai jangka waktunya. Nilai produksi satu periode sebelumnya akan memiliki bobot yang lebih besar dari nilai produksi dua periode sebelumnya, dan nilai produksi dua periode sebelumnya ini akan memiliki bobot yang lebih besar dari nilai produksi tiga periode sebelumnya, begitu seterusnya. Mengapa demikian ?

$$F_{t-1} = W_t \cdot X_t + W_{t-1} \cdot X_{t-1} + \dots + W_{t-N+1} \cdot X_{t-N+1}$$

F_{t-1} = Nilai Ramalan pada periode t-1
 W_t = Bobot Nilai Aktual Periode t
 W_{t-1} = Bobot Nilai Aktual Periode t-1 (dst..)
 X_t = Nilai Aktual Periode t
 X_{t-1} = Nilai Aktual Periode t-1 (dst...)

Bobot periode t > t-1

Bobot Periode t-1 > t-2

Contoh : (Periode Rata –Rata Bergerak : 3 periode)

Periode	permintaan	Estimasi /Ramalan
Januari	45	–
Februari	44	–
Maret	46	–
April	43	$0,2(45)+0,3(44)+0,5(46) = 45,2$
Mei	44	$0,2(44)+0,3(46)+0,5(43) = 44,1$
Juni	45	$0,2(46)+0,3(43)+0,5(44) = 44,1$
Juli	?	$0,2(43)+0,3(44)+0,5(45) = \mathbf{44.3}$

Catatan

- Bobot Periode t = 50% (t-1), Mengapa periode ini bobotnya paling besar ?
- Bobot Periode t-1 = 30% (t-2)
- Bobot periode t-2 = $\frac{20\%}{100\%}$ (t-3)

Perhatikan, bahwa untuk mendapatkan hasil peramalan bulan Juli, nilai produksi bulan Juni memiliki bobot yang lebih besar (50%) dibanding bobot nilai produksi bulan Mei (30%), dan yang paling kecil bobotnya adalah nilai produksi bulan April (20%). Mengapa demikian ?

E. Teknik Exponential Smothing (Tunggal)

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

F_t = Periode t yang diramalkan

F_{t-1} = Hasil ramalan periode t-1

A_{t-1} = Nilai sebenarnya periode t-1

α = porsi perbedaan nilai sebenarnya & hasil ramalan periode terakhir
($0 < \alpha < 1$)

Dengan mengasumsikan $\alpha = 0,2$, maka bila digunakan contoh pada Rata-rata bergerak tertimbang, hasil ramalan bulan Juli dengan teknik *Exponential Smoothing* adalah :

Periode	permintaan	Estimasi /Ramalan
April	43	$0,2(45)+0,3(44)+0,5(46) = 45,2$
Mei	44	$0,2(44)+0,3(46)+0,5(43) = 44,1$
Juni	45	$0,2(46)+0,3(43)+0,5(44) = 44,1$
Juli	?	$0,2(43)+0,3(44)+0,5(45) = \mathbf{44.3}$

$$F_{\text{Juli}} = F_{\text{Juni}} + \alpha (A_{\text{Juni}} - F_{\text{Juni}})$$

$$= 44,1 + 0,2 (45 - 44,1)$$

$$= 44,28 \text{ (Bandingkan hasilnya dengan teknik sebelumnya)}$$

PENGARUH TREND DALAM EXPONENTIAL SMOOTHING

Jika ternyata permintaan yang sebenarnya pada bulan Juli sebesar 46 (bukan 44,28) , maka ramalan Agustus dengan Trend (FTT) adalah.

$$FTT = F_t + T_t$$

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

$$= 44,28 + 0,2 (46 - 44,28) = \mathbf{44,62}$$

$$T_t = T_{t-1} + \beta (F_t - F_{t-1}) , \quad = \text{jika } \beta 0,3 \text{ \& Trend tahun sebelumnya } = 10$$

,maka :

$$T_t = 10 + 0,3 (44.62 - 44,28) = \mathbf{10,102}$$

$$FTT_{\text{Agust}} = F_t + T_t = 44,62 + 10,102 = \mathbf{54,722}$$

E. Teknik Seasonal Index

Teknik peramalan produksi ini digunakan untuk meramalkan nilai produksi yang nilai dipengaruhi oleh faktor musiman, seperti produksi hasil pertanian, jasa pariwisata (musim liburan, week end), dan sejenisnya. Untuk lebih jelasnya, perhatikan contoh berikut ini.

Periode	Cawu	Produksi
2004	I	15
	II	17
	III	15
2005	I	14
	II	20
	III	20

Berapa produksi cawu I , II , III Th 2006 ?

Jawab :

- ❖ **Langkah 1)** , mencari persamaan peramalannya, seperti pada teknik kuadrat terkecil sebelumnya.

periode	cawu	Produksi (Y)	(X)	XY	X
2004	I	15	-5	-75	25
	II	17	-3	-51	9
	III	15	-1	-15	1
2005	I	14	1	14	1
	II	20	3	60	9
	III	20	5	100	25
		101		33	70



- ❖ **Langkah 2)** $Y = a + b x$

$$a = \frac{\sum Y}{n} = 101 / 6 = 16,83$$

$$b = \frac{\sum XY}{\sum X^2} = 33,70 / 70 = 0,47$$

$$Y = 16,83 + 0,47X$$

- ❖ **Langkah 3)** Mencari Nilai Trend Tiap Catur Wulan

CAWU	THN	Y	NILAI TREND
I	2004	15	$Y = 16,83 + 0,47(-5) = 14,48$
	2005	14	$Y = 16,83 + 0,47(1) = 17,3$
II	2004	17	Dgn Cara yg Sama = 15,42
	2005	20	Sama = 18,24

III	2004	15	Sama	= 16,36
	2005	20	$Y = 16,83 + 0,47(5)$	= 19,18

❖ **Langkah 4)** Menghitung Rasio Permintaan Terhadap Nilai Trend

CAWU	THN	RASIO RATA “ RASIO/INDEX MUSIMAN
I	2004	$15:14,48 = 1,04$
	2005	$14:17,3 = 0,81$
II	2004	$17:15,42 = 1,10$
	2005	$20:18,24 = 1,10$
III	2004	$15:16,36 = 0,92$
	2005	$20:19,18 = 1,04$

❖ **Langkah 5)** Meramalkan permintaan tahun 2006

Cawu I	Nilai Trend	$Y = 16,83 + 0,47 (7)$	= 20,12
	Ramalan	$= 20,12 * 0,925$	= <u>18,61</u>
Cawu II	Nilai Trend	$Y = 16,83 + 0,47 (9)$	= 21,06
	Ramalan	$= 21,06 * 1,10$	= <u>23,17</u>
Cawu III	Nilai Trend	$Y = ?$	
	Ramalan	$= ?$ (Coba sendiri ya...)	

B. PENDEKATAN KAUSAL

Dalam pendekatan ini, ada satu variabel produksi yang tidak bebas (**DEPENDENT / Y**) & satu/lebih variabel bebas (**INDEPENDENT / X**). Atau dengan kata lain, diasumsikan nilai produksi yang akan diramalkan, besar kecilnya dipengaruhi oleh beberapa faktor. Untuk Lebih jelasnya perhatikan contoh berikut. Anggap saja ada dugaan bahwa nilai produksi selama ini dipengaruhi oleh Harga bahan baku, jumlah mesin yang rusak, dan jumlah tenaga kerja yang tersedia, seperti tergambar dalam tabel produksi berikut ini :

	Periode 2007	Produksi	Harga bahan baku	Jumlah mesin yang rusak	Tenaga Kerja
1	Januari	45	50.000	5	15
2	Februari	44	55.000	5	15
3	Maret	46	53.500	4	14
4	April	43	55.000	5	15
5	Mei	44	55.000	5	16
6	Juni	45	55.000	4	16
7	Juli	42	60.000	6	17
8	Agustus	38	58.000	6	20
9	September	45	58.000	6	20
10	Oktober	45	58.500	5	18
11	November	46	60.000	5	19
12	Desember	40	60.000	6	20

Dalam pendekatan ini, beberapa teknik peramalan produksi yang dapat digunakan antara lain :

1. TEKNIK REGRESI LINIER

a. LINIER SEDERHANA (1Y – 1X) => $Y = a + bX + e$

$$a = \frac{\sum Y - b(\sum X)}{n} \quad \text{dan} \quad b = \frac{n(\sum XY) - \sum X \cdot \sum Y}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

2. REGRESI LINIER BERGANDA (1Y – Banyak X)

$$Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3$$

Nilai a, b1, b2, dan b3 dapat dicari dengan mensubstitusikan :

1. $a \cdot n + b_1 \sum X_1 + b_2 \sum X_2 + b_3 \sum X_3 = \sum Y$
2. $a \sum X_1 + b_1 \sum X_1^2 + b_2 \sum X_1 X_2 + b_3 \sum X_1 X_3 = \sum X_1 Y$
3. $a \sum X_2 + b_1 \sum X_1 X_2 + b_2 \sum X_2^2 + b_3 \sum X_2 X_3 = \sum X_2 Y$
4. $a \sum X_3 + b_1 \sum X_1 X_3 + b_2 \sum X_2 X_3 + b_3 \sum X_3^2 = \sum X_3 Y$

karena itu disarankan menggunakan pakai aplikasi komputer seperti QSB, MICROSTAT, SPSS, Minitab, MS Excel, dll.

Dengan menggunakan contoh data tersebut di atas, hasil dari penggunaan aplikasi komputer tersebut adalah sebagai berikut :

Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (constant)	54.946	13.585		4.045	0.004
HARGA BB	1.020E-05	0.000	0.013	0.031	0.976
MESIN	-2.434	1.306	-0.708	-1.864	0.099
TNG. KERJA	3.726E-02	0.541	0.034	0.069	0.947
2 (constant)	55.331	4.882		11.334	0.000
MESIN	-2.432	1.229	-0.708	-1.979	0.079
TNG. KERJA	4.778E-02	0.395	0.043	0.121	0.906
3 (constant)	55.588	4.173		13.321	0.000
MESIN	-2.324	0.801	-0.676	-2.902	0.016

a. Dependent variable : PRODUKSI

Terlihat dari tabel di atas, bahwa model ke-3 lah yang dapat digunakan sebagai model peramalan produksi, karena dari kolom sig. terlihat semua konstanta dan variabel Jumlah Mesin yang dapat digunakan adalah signifikan mempengaruhi nilai produksi. (karena nilai sig.nya kecil, lebih kecil dari 0,05) Sementara itu, model 1 dan 2 masih memiliki variabel yang tidak signifikan.

ANOVA^d

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
1 Regression	30.656	3	10.219	2.255	0.159 ^a
Residual	36.260	8	4.533		
Total	66.917	11			
2 Regression	30.652	2	15.326	3.804	0.063 ^b
Residual	36.265	9	4.029		
Total	66.917	11			
3 Regression	30.693	1	30.593	8.422	0.016 ^c
Residual	36.324	10	3.632		
Total	66.917	11			

- a. Predictors : (constant), TNG. KERJA, MESIN, HARGA BAHAN BAKU
- b. Predictors : (constant), TNG. KERJA, MESIN
- c. Predictors : (constant), MESIN
- d. Dependent variabel : PRODUKSI

Dari tabel Anova ini juga terlihat bahwa model 3 juga paling baik, karena memiliki nilai signifikan paling kecil (lebih kecil dari 0,05). Sehingga model 3 memang paling layak digunakan untuk meramalkan nilai produksi perusahaan.

Dengan demikian model persamaan peramalannya adalah :

$$\text{Nilai Produksi (Y)} = 55.588 - 2.324 \text{ Mesin}$$

Dari model tersebut dapat dikatakan bahwa, jika tidak ada mesin yang rusak, maka nilai produksi akan sebesar 55.588 unit. Dan semakin banyak mesin yang rusak, semakin kecil nilai produksi yang bisa dihasilkan.

Dari contoh soal di atas, apabila kemudian, persamaan tersebut digunakan untuk melakukan peramalan produksi, maka jika kemudian bulan Januari 2008 tahun selanjutnya, mesin yang rusak adalah sebesar 4 buah mesin, maka nilai produksi yang dapat diramalkan adalah sebesar :

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai Produksi (Jan'08)} &= 55.588 - 2.324 (4) \\
 &= 55.588 - 9.296 \\
 &= 46.292 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

Model summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std error of the Estimate
1	0.677 ^a	0.458	0.255	2.13
2	0.677 ^b	0.458	0.338	2.01
3	0.677 ^c	0.457	0.403	1.91

- a. Predictors : (constant), TNG. KERJA, MESIN, HARGA BAHAN BAKU
- b. Predictors : (constant), TNG. KERJA, MESIN
- c. Predictors : (constant), MESIN

Model Summary di atas semakin memperkuat kesimpulan, bahwa 45,7 % nilai perusahaan memang dipengaruhi oleh banyak tidaknya mesin yang rusak (lihat kolom R Square). Jadi hanya banyak tidaknya mesin yang rusak-lah yang akan berdampak besar pada nilai produksi perusahaan.

PENGUKURAN KESALAHAN PERAMALAN

- 1. Kesalahan Rata” (AE = Average Error)

$$AE = \frac{\sum E_i}{n}$$

E_i : Selisih Hasil Ramalan Dengan Kenyataannya

- 2. Rata” Penyimpangan Absolut
(MAD - Mean Absolute Deviation)

$$AE = \frac{\sum |E_i|}{N - n} \quad \text{atau Rumus yang lain}$$

$$\frac{\sum \text{Kesalahan}}{N - n}$$

N = Jumlah data

n = Periode pergerakan

3. Rata-rata Kesalahan Kuadrat

(MSE – Mean Square Error)

$$MSE = \frac{\sum E_i^2}{n}$$

4. Rata-rata Prosentase Kesalahan Absolut

(Mape – Mean Absolute Percentage Error)

$$AE = \frac{\sum \frac{E_i}{X_i} \cdot 100}{n}$$

dimana :

e_i : selisih hasil ramalan dengan data sebenarnya

n : jumlah periode

X_i : data sebenarnya

Contoh menghitung besarnya kesalahan peramalan dengan MAD (Mean Absolute Deviation)

Dari contoh terdahulu (Weight Moving Average)

Periode	Permintaan	Ramalan	ei
JAN	45	-	-
FEB	44	-	-
MAR	46	-	-
APR	43	45,2	1,8
MEI	44	44,1	0,1
JUN	45	44,1	<u>0,9</u> ₊₋
JULI	?	44,3	2,8

$$AE = \frac{\sum |E_i|}{N - n} \text{ atau Rumus yag lain } \frac{\sum \text{Kesalahan}}{N - n}$$

$$= 2,8 / (6 - 3)$$

$$= 0,933$$

Kesimpulan :

Bulan Juli diramalkan sebesar 44,3 , dan bila tiap kali meramal terjadi kesalahan sebesar 0,933 , maka permintaan bulan Juli diperkirakan antara $44,3 - 0,933 \leq x \leq 44,3 + 0,933$ (atau berkisar antara 43,37 sampai dengan 45,23 unit).

Catatan :

Mohon kalau ada yang salah dikonfirmasi ya....