

PERAMALAN KUANTITATIF (Quantitative FORECASTING)

Oleh:

[Prof Ir Rudy C Tarumingkeng, PhD](#)

© RUDYCT e-PRESS

rudyct75@gmail.com

Bogor, Indonesia

Sumber: “Draft Business Quantitative Method and Measuring Probability”
oleh Rudy C Tarumingkeng dan Chandra Suwondo (2017)

Ramalan:

- Sebuah pernyataan tentang nilai di masa mendatang dari sebuah variabel yang ingin diketahui, seperti permintaan (*demand*).
- Peramalan digunakan untuk membuat keputusan bernilai.
 - Jangka panjang
 - Jangka menengah
 - Jangka pendek

Analisis runtun waktu (time series) merupakan salah satu metode peramalan yang menjelaskan bahwa deretan observasi pada suatu variabel dipandang sebagai realisasi dari variabel random berdistribusi bersama.



Ramalan

- Ramalan mempengaruhi keputusan-keputusan dan aktivitas manajemen dalam sebuah organisasi:
 - Akuntansi, Keuangan
 - Sumberdaya Manusia
 - Pemasaran
 - Sistem Informasi Manajemen (SIM)
 - Operasional
 - Disain produk/jasa

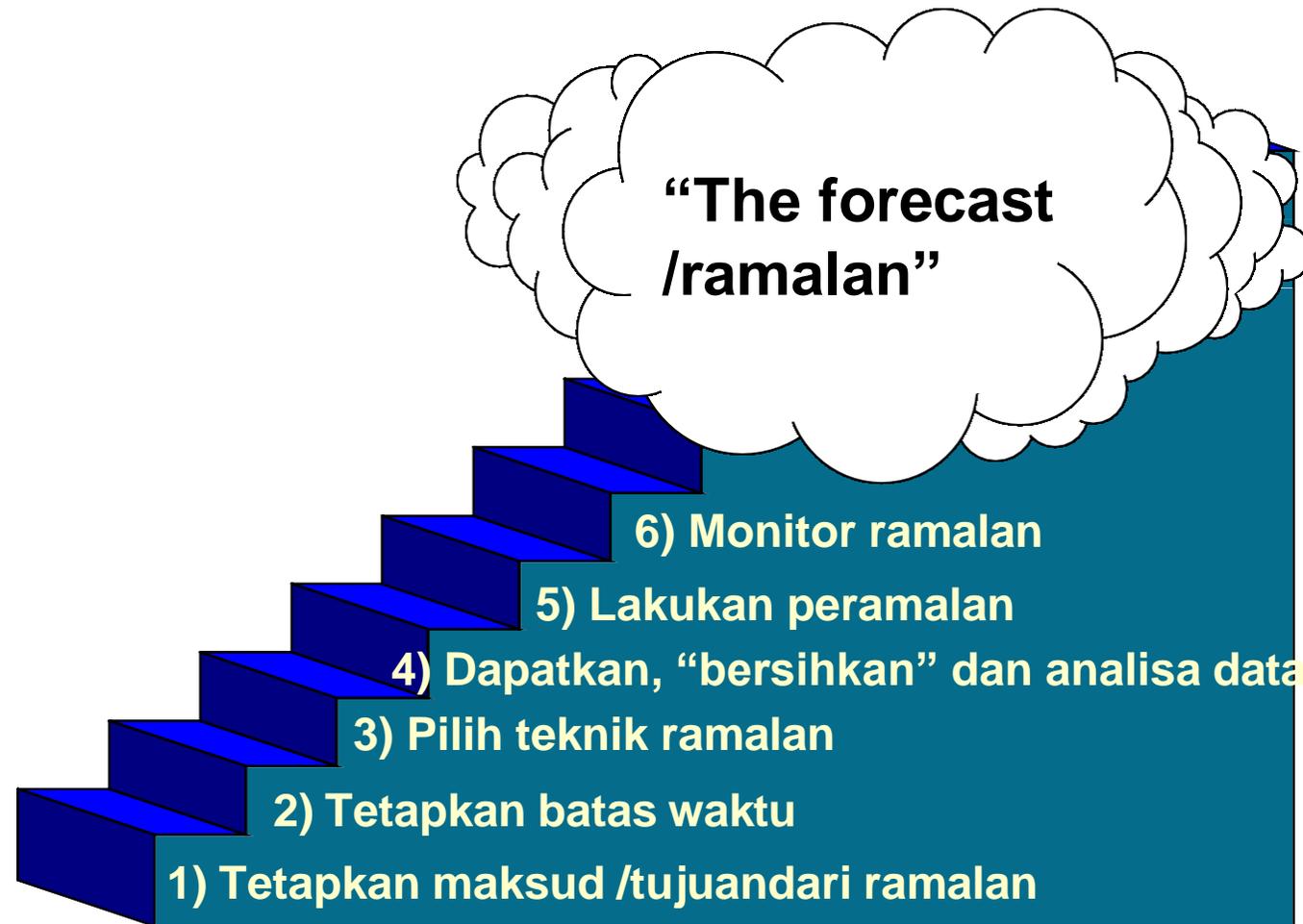
Penggunaan Ramalan

Akuntansi	Perkiraan biaya/keuntungan
Keuangan	Arus kas dan pendanaan
Sumberdaya manusia	Penerimaan pegawai/training
Pemasaran	Penetapan harga, promosi, strategi
SIM	TI/SI systems, layanan-layanan
Operasional	Jadwal, MRP, beban kerja
Disain produk/jasa	Produk baru dan jasa

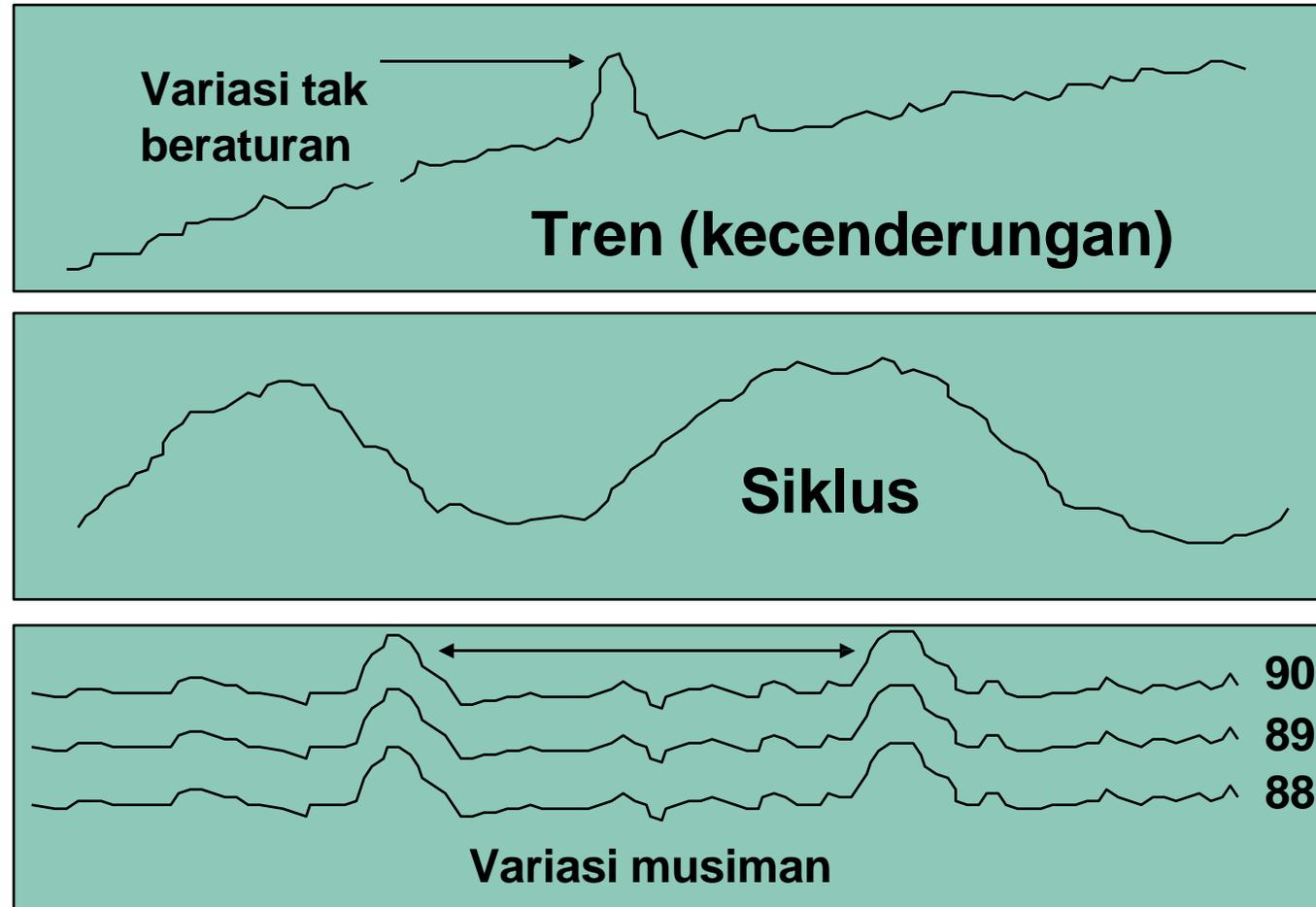
Ciri-ciri ramalan

- Asumsi sistem kasual
masa lalu ==> masa depan
- Ramalan jarang sempurna, oleh karena tingkat keacakan
- Ramalan lebih akurat untuk group daripada individu
- Tingkat akurasi ramalan menurun sejalan dengan meningkatnya cakrawala waktu

Langkah-langkah proses peramalan



Variasi-variasi Ramalan

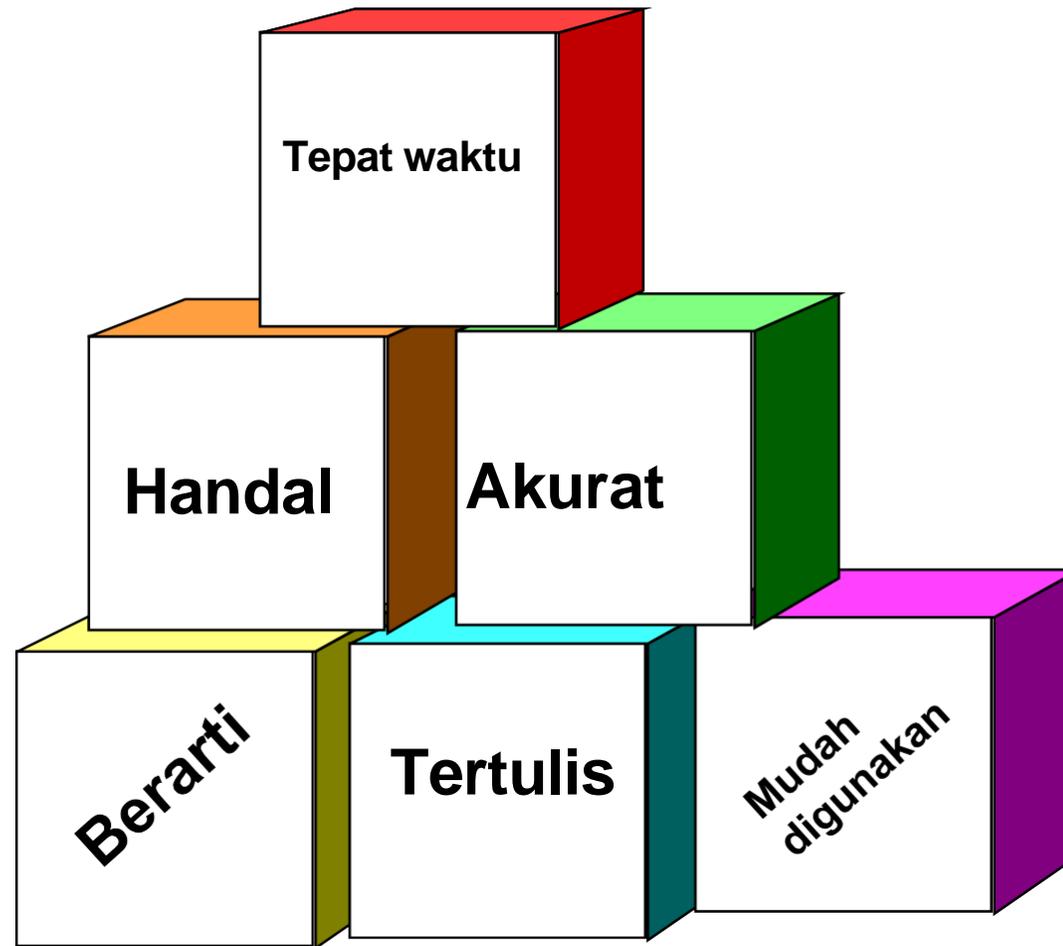


PENGERTIAN

- Peramalan (*Forecasting*) berfungsi untuk memperkirakan kejadian di masa depan.
- Berdasarkan horizon waktu, peramalan dibagi 3, yaitu :
 1. Peramalan jangka pendek
 2. Peramalan jangka menengah
 3. Peramalan jangka panjang

- Peramalan jangka menengah dan jangka panjang dapat dibedakan dari peramalan jangka pendek dengan melihat dari tiga hal, yaitu:
 - Peramalan jangka menengah dan panjang berkaitan dengan permasalahan yang lebih menyeluruh dan mendukung keputusan manajemen yang berkaitan dengan perencanaan produk, pabrik, dan proses.

Unsur-unsur ramalan yang baik



- Peramalan jangka pendek biasanya menggunakan metodologi yang berbeda dibandingkan peramalan jangka panjang.
- Peramalan jangka pendek cenderung lebih tepat dibandingkan peramalan jangka panjang.
- Faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan permintaan berubah setiap hari. Dengan demikian semakin panjang horizon waktu, ketepatan peramalan semakin berkurang.

- Faktor lain yang harus dipertimbangkan saat membuat peramalan penjualan, terutama peramalan penjualan jangka panjang, adalah siklus hidup produk. Penjualan produk bahkan jasa tidak terjadi pada tingkat yang konstan sepanjang siklus hidup produk dan/atau jasa. Hampir semua produk yang ontologinya melalui empat tahapan, yaitu: pengenalan, pertumbuhan, kematangan dan penurunan.

JENIS-JENIS PERAMALAN

- Berbagai organisasi menggunakan tiga jenis peramalan yang utama dalam perencanaan operasi di masa depan:
 - Peramalan ekonomi: merencanakan indikator-indikator yang berguna dalam membantu organisasi menyiapkan peramalan jangka menengah dan jangka panjang.

- Peramalan teknologi: peramalan jangka panjang sangat memperhatikan laju perkembangan teknologi.
- Peramalan permintaan: proyeksi suatu penjualan perusahaan yg berlaku pada setiap periode dalam perencanaan horizon.
- Peramalan ekonomi dan teknologi bukan merupakan fungsi manajer operasi, sehingga dalam pembahasan kita menekankan pada perencanaan permintaan.

LANGKAH-LANGKAH SISTEM PERAMALAN

- Ada 7 langkah dasar sistem peramalan :
 1. Menetapkan tujuan peramalan
 2. Memilih unsur yang akan diramalkan
 3. Menentukan horizon waktu peramalan
 4. Memilih jenis model pemodelan
 5. Mengumpulkan data yang diperlukan untuk melakukan peramalan
 6. Membuat peramalan
 7. Memvalidasikan dan menerapkan hasil peramalan

PENDEKATAN DALAM PERAMALAN

- Terdapat dua pendekatan umum untuk peramalan, yaitu:
 1. Peramalan kuantitatif : peramalan yang menggunakan model matematis yang beragam dengan data masa lalu dan variabel sebab-akibat untuk peramalan permintaan.
 2. Peramalan kualitatif (subjektif): peramalan yang menggabungkan faktor seperti: intuisi, emosi, pengalaman pribadi, dan sistem nilai pengambilan keputusan untuk meramal.

Terdapat 4 teknik peramalan kualitatif:

1. Juri dari opini eksekutif.
2. Metode Delphi.
3. Komposit tenaga penjualan.
4. Survei pasar konsumen.

Ada 5 metode peramalan kuantitatif:

1. Model deret waktu (Time Series):

- a. Pendekatan naif.
- b. Rata-rata bergerak.
- c. Penghalusan eksponensial.

2. Model Asosiatif :

- a. Proyeksi tren.
- b. Regresi linear.

- Model Deret Waktu (*Time Series*) : teknik peramalan yang menggunakan sejumlah data masa lalu untuk membuat peramalan.
- Model asosiatif (kausalitas: hubungan sebab akibat) seperti regresi linear, menggabungkan banyak variabel atau faktor yang mungkin mempengaruhi kuantitas yang sedang diramalkan. Sebagai contoh, model asosiatif dari penjualan mesin pemotong rumput mungkin memasukkan faktor seperti adanya perumahan baru, anggaran iklan dan harga pesaing.

PERAMALAN DERET WAKTU

- Deret waktu didasarkan pada urutan dari titik-titik data yang berjarak sama dalam suatu jangka waktu tertentu (mingguan, bulanan, kuartalan, tahunan dll).
- Menganalisis deret waktu berarti membagi data masa lalu menjadi komponen-komponen, kemudian memproyeksikannya ke masa depan.
- Analisis deret waktu (time series) merupakan salah satu metode peramalan yang menjelaskan bahwa deretan observasi pada suatu variabel dipandang sebagai realisasi dari variabel random berdistribusi bersama.

Deret waktu mempunyai 4 komponen:

- 1. Trend (biasanya juga disingkat T):** merupakan pergerakan data sedikit demi sedikit meningkat atau menurun. Perubahan pendapatan, populasi, penyebaran umur, atau pandangan budaya dapat mempengaruhi pergerakan tren.
- 2. Musiman (biasanya juga disingkat S – dari Seasonal):** : adalah pola data yang berulang pada kurun waktu tertentu, seperti: harian, mingguan, bulanan, atau kuartal.

3. Siklus (biasanya juga disingkat C dari Cyclical): : pola dalam data yg terjadi setiap beberapa tahun. Siklus ini biasanya terkait pada siklus bisnis dan merupakan satu hal penting dlm analisis dan perencanaan bisnis jangka pendek. Memprediksi siklus bisnis sulit dilakukan karena adanya pengaruh disruptsi.

4. Variasi acak (biasanya juga disingkat I – dari Irregular): merupakan satu titik khusus dalam data yg disebabkan oleh peluang dan situasi yang tidak lazim. Variasi acak tidak mempunyai pola khusus sehingga tidak dapat diprediksi.



Disrupsi

Dengan berjalannya waktu dapat terjadi berbagai fenomena seperti, bencana alam, wabah penyakit, pemberontakan, perang dunia dsb.

Disrupsi dapat mengganggu peramalan, sehingga setelah disrupsi diperlukan peramalan yang baru

Revolusi Industri 4.0 (digitalisasi) dan Pandemi Covit 19 merupakan gejala disrupsi.

PENDEKATAN NAIF

- Pendekatan naif adalah teknik peramalan yang mengasumsikan permintaan periode berikutnya sama dengan permintaan pada periode terakhir. Dengan kata lain, jika penjualan sebuah produk (misal: telpon genggam Motorola) adalah 68 unit pada bulan Januari, kita dapat meramalkan penjualan pada bulan Februari akan sama, yaitu sebanyak 68 unit juga.

- Pendekatan naif ini merupakan model peramalan objektif yang paling efektif dan efisien dari segi biaya. Paling tidak pendekatan naif memberikan titik awal untuk perbandingan dengan model lain yang lebih canggih.

RATA-RATA BERGERAK (*MOVING AVERAGE*)

- Rata-rata bergerak adalah suatu metode peramalan yang menggunakan rata-rata periode terakhir data untuk meramalkan periode berikutnya.

$$\text{Rata - rata Bergerak} = \frac{\sum \text{Permintaan dalam periode } n \text{ sebelumnya}}{n}$$

n = jumlah periode dalam rata-rata bergerak

- Contoh :

Bulan	Penjualan Aktual	Rata-rata bergerak 3 bulanan
Januari	10	
Februari	12	
Maret	13	
April	16	$(10+12+13)/3 = 11,67$
Mei	19	$(12+13+16)/3 = 13,67$
Juni	23	$(13+16+19)/3 = 16$
Juli	26	$(16+19+23)/3 = 19,33$
Agustus	30	$(19+23+26)/3 = 22,67$
September	28	$(23+26+30)/3 = 26,33$
Oktober	18	$(26+30+28)/3 = 28$
Nopember	16	$(30+28+18)/3 = 25,33$
Desember	14	$(28+18+16)/3 = 20,67$

- Pembobotan rata-rata bergerak :

$$\text{Pembobotan rata - rata bergerak} = \frac{\sum (\text{bobot perioden})(\text{permintaan dalam perioden})}{\sum \text{bobot}}$$

Bulan	Penjualan Aktual	Rata-rata bergerak 3 bulanan
Januari	10	
Februari	12	
Maret	13	
April	16	$[(3 \times 13) + (2 \times 12) + (10)] / 6 = 12,16$
Mei	19	$[(3 \times 16) + (2 \times 13) + (12)] / 6 = 14,33$
Juni	23	$[(3 \times 19) + (2 \times 16) + (13)] / 6 = 17,00$
Juli	26	$[(3 \times 23) + (2 \times 19) + (16)] / 6 = 20,50$
Agustus	30	$[(3 \times 26) + (2 \times 23) + (19)] / 6 = 23,80$
September	28	$[(3 \times 30) + (2 \times 26) + (23)] / 6 = 27,50$
Oktober	18	$[(3 \times 28) + (2 \times 30) + (26)] / 6 = 28,33$
Nopember	16	$[(3 \times 18) + (2 \times 28) + (30)] / 6 = 23,33$
Desember	14	$[(3 \times 16) + (2 \times 18) + (28)] / 6 = 18,67$

PENGHALUSAN EKSPONENSIAL

- Penghalusan eksponensial merupakan metode peramalan rata-rata bergerak dengan pembobotan dimana titik data dibobotkan oleh fungsi eksponensial.
- Rumus penghalusan eksponensial :

$$\text{Peramalan Baru} = \text{Peramalan Periode terakhir} + \alpha (\text{Permintaan sebenarnya periode terakhir}) - \text{peramalan periode terakhir}$$

dimana : α adalah sebuah bobot atau konstanta penghalusan yang dipilih oleh peramal yang mempunyai nilai antara 0 dan 1.

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

dimana : F_t = Peramalan baru

F_{t-1} = Peramalan sebelumnya

α = Konstanta penghalusan ($0 \leq \alpha \leq 1$)

A_{t-1} = Permintaan aktual periode lalu

Konstanta Penghalusan	Periode Terakhir	Periode Sebelum Terakhir	Periode Kedua Sebelum Terakhir	Periode Ketiga Sebelum Terakhir	Periode Keempat Sebelum Terakhir
$\alpha = 0,1$	0,1	0,09	0,081	0,073	0,066
$\alpha = 0,5$	0,5	0,25	0,125	0,063	0,031

- Menghitung Kesalahan Peramalan

$$\begin{aligned} \text{Kesalahan Peramalan} &= \text{Permintaan Aktual} - \text{Nilai Peramalan} \\ &= A_t - F_t \end{aligned}$$

Ada beberapa perhitungan yang biasa digunakan untuk menghitung kesalahan dalam peramalan. Tiga dari perhitungan yang paling terkenal adalah deviasi mutlak rata-rata (*mean absolute deviation = MAD*). Kesalahan kuadrat rata-rata (*mean square error =MSE*) dan kesalahan persen mutlak rata-rata (*mean absolute percent = MAPE*).

Deviasi Mutlak Rata-rata (*MAD*) (*Mean Absolute Deviation*)

- *MAD* adalah nilai yang dihitung dengan mengambil jumlah nilai absolut dari setiap kesalahan peramalan dibagi dengan jumlah periode data (n).

$$MAD = \frac{\sum |Aktual - Peramalan|}{n}$$

- **Contoh :**

Selama 8 kuartal terakhir, Perusahaan X membongkar muat sejumlah besar biji-bijian dari kapal. Manajer operasi pelabuhan ingin menguji penggunaan penghalusan eksponensial untuk melihat seberapa baik teknik ini bekerja dalam memprediksi tonase biji-bijian yang dibongkar/muat. Ia menebak peramalan bongkar/muat biji-bijian pada kuartal pertama adalah 175 ton. Dua nilai α yang digunakan dalam pengujian: $\alpha=0,1$ dan $\alpha=0,5$.

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

- Perhitungan MAD .

Kuartal	Tonase B/M Aktual	Peramalan $\alpha= 0,1$	Deviasi Absolut $\alpha=0,1$	Peramalan $\alpha= 0,5$	Deviasi Absolut $\alpha=0,5$
1	180	175	5,00	175	5,00
2	168	175,50	7,50	177,50	9,50
3	159	174,75	15,75	172,75	13,75
4	175	173,18	1,82	165,88	9,12
5	190	173,36	16,64	170,44	19,56
6	205	175,02	29,98	180,22	24,78
7	180	178,02	1,98	192,61	12,61
8	182	178,22	3,78	186,30	4,30
Jumlah Deviasi Absolut			82,45	98,62	
MAD			10,31	12,33	

Kesalahan Kuadrat Rata-rata (MSE)

Kuartal	Tonase B/M Aktual	Peramalan $\alpha=01$	(Kesalahan) ²
1	180	175	$5^2 = 25$
2	168	175,50	$(-7,5)^2=56,25$
3	159	174,75	248,06
4	175	173,18	3,33
5	190	173,36	276,89
6	205	175,02	898,70
7	180	178,02	3,92
8	182	178,22	14,31
Jumlah Kesalahan dikuadratkan =			1.526,46
MSE=(Jumlah Kesalahan dikuadratkan)/n =			190,80

Kesalahan Persen Mutlak Rata-rata (MAPE – *Mean Absolute Percent Error*)

Kuartal	Tonase B/M Aktual	Peramalan $\alpha=01$	MAPE 100 (Kesalahan/Aktual)
1	180	175	$(5/180)(100)=0,0278$
2	168	175,50	0,0446
3	159	174,75	0,0990
4	175	173,18	0,0105
5	190	173,36	0,0876
6	205	175,02	0,1462
7	180	178,02	0,0110
8	182	178,22	0,0208
Jumlah kesalahan =			0,4475
MAPE=(Jumlah Kesalahan)/n =			0,0559

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

- Penyelesaian :

Kuartal	Tonase Bongkar/ Muat	Peramalan yg dibulatkan dgn $\alpha = 0,1$	Peramalan yg dibulatkan dgn $\alpha = 0,5$
1	180	175	175
2	168	$175 + 0,1(180 - 175) = 175,50$	177,50
3	159	$175,50 + 0,1(168 - 175,50) = 174,75$	172,75
4	175	$174,75 + 0,1(159 - 174,75) = 173,18$	165,88
5	190	$173,18 + 0,1(175 - 173,18) = 173,36$	170,44
6	205	$173,36 + 0,1(190 - 173,36) = 175,02$	180,22
7	180	$175,02 + 0,1(205 - 175,02) = 178,02$	192,61
8	182	$178,02 + 0,1(180 - 178,02) = 178,22$	186,30
9	?	$178,22 + 0,1(182 - 178,22) = 178,59$	184,15

Penghalusan Eksponensial dengan Penyesuaian Tren

- Asumsikan permintaan untuk barang atau jasa kita telah meningkat 100 unit per bulan, dan kita telah meramalkan dengan $\alpha=0,4$ dalam model penghalusan eksponensial.

Bulan	Permintaan Aktual	Permintaan untuk Bulan T (F_T)
1	100	$F_1 = 100$ (diberikan)
2	200	$F_2 = F_1 + \alpha(A_1 - F_1) = 100 + 0,4(100 - 100) = 100$
3	300	$F_3 = F_2 + \alpha(A_2 - F_2) = 100 + 0,4(200 - 100) = 140$
4	400	$F_4 = F_3 + \alpha(A_3 - F_3) = 140 + 0,4(300 - 140) = 204$
5	500	$F_5 = F_4 + \alpha(A_4 - F_4) = 204 + 0,4(400 - 204) = 282$

- Untuk memperbaiki peramalan kita, berikut akan diilustrasikan model penghalusan eksponensial yg lebih rumit dan dapat menyesuaikan diri pada tren yang ada. Ide-nya adalah menghitung rata-rata data penghalusan eksponensial, kemudian menyesuaikan untuk kelambatan (lag) positif atau negatif pada tren. Rumusnya :

$$\text{Peramalan dengan Tren (FIT}_t) = \text{Peramalan penghalusan eksponensial (F}_t) - \text{Tren penghalusan eksponensial (T}_t)$$

- Dengan penghalusan eksponensial dgn tren, estimasi rata-rata dan tren dihaluskan. Prosedur ini membutuhkan dua konstanta penghalusan, α untuk rata-rata dan β untuk tren.

$F_t = \alpha$ (permintaan aktual terakhir) + $(1-\alpha)$ (Peramalan periode terakhir –
Estimasi tren periode terakhir)

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

$T_t = \beta$ (peramalan periode ini – peramalan periode terakhir) + $(1-\beta)$ (Estimasi
tren periode terakhir)

$$T_t = \beta(F_t - F_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

F_t = peramalan dengan eksponensial yang dihaluskan dari data berseri pada periode t.

T_t = tren eksponensial yg dihaluskan pada periode t.

A_t = permintaan aktual pada periode t.

α = konstanta penghalusan untuk rata-rata ($0 \leq \alpha \leq 1$)

β = konstanta penghalusan untuk tren ($0 \leq \beta \leq 1$)

3 Langkah menghitung peramalan yang disesuaikan dengan tren, yaitu:

1. Menghitung F_t , peramalan eksponensial yang dihaluskan untuk periode t, menggunakan persamaan (1).

2. Menghitung tren yang dihaluskan (T_t) menggunakan persamaan (2).
3. Menghitung persamaan dengan tren (FIT_t) dengan rumus:

$$FIT_t = F_t + T_t$$

- **Penyelesaian :**
$$F_t = \alpha(A_{t-1}) + (1-\alpha)(F_{t-1} + T_{t-1})$$
$$T_t = \beta(F_t - F_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1}$$

Langkah-1 : Ramalkan bulan kedua :

$$F_t = \alpha A_t + (1-\alpha)(F_t + T_t)$$

$$F_2 = (0,2)(12) + (1-0,2)(11+2) = 12,8 \text{ unit.}$$

Langkah-2 : Hitung tren pada periode 2 :

$$T_2 = \beta(F_2 - F_1) + (1-\beta)T_1$$

$$= (0,4)(1,8) + (0,6)(2) = 1,92$$

Langkah-3 : Hitung FIT_t :

$$FIT_2 = F_2 + T_2$$

$$= 12,8 + 1,92 = 14,72 \text{ unit}$$

- **Contoh :**

Bulan (t)	Permintaan Aktual (A_t)	Bulan (t)	Permintaan Aktual (A_t)
1	12	6	21
2	17	7	31
3	20	8	28
4	19	9	36
5	24	10	?

Nilai $\alpha=0,2$ dan $\beta=0,4$. Diasumsikan **peramalan** awal untuk bulan pertama (F_1) adalah 11 unit dan tren pada periode tersebut (T_1) = 2 unit.

Perhitungan selengkapnya :

Bulan	Permintaan Aktual	F_t	T_t	FIT_t
1	12	11	2	13,00
2	17	12,80	1,92	14,72
3	20	15,18	2,10	17,28
4	19	17,82	2,32	20,14
5	24	19,91	2,23	22,14
6	21	22,51	2,38	24,89
7	31	24,11	2,07	26,18
8	28	27,14	2,45	29,59
9	36	29,28	2,32	31,60
10	?	32,48	2,68	35,16

Proyeksi Trend

- Proyeksi Trend adalah suatu metode peramalan serangkaian waktu yang sesuai dengan garis tren terhadap serangkaian titik-titik data masa lalu, kemudian diproyeksikan ke dalam peramalan masa depan untuk peramalan jangka menengah dan jangka panjang.
- Persamaan garis:

$$\hat{y} = a + bx$$

- Dimana :
 - y = variabel yang akan diprediksi
 - a = konstanta
 - b = kemiringan garis regresi
 - x = variabel bebas (waktu)
- Dengan metode kuadrat terkecil (MKT) didapat :

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2}$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

- Contoh :

Tahun	Periode Waktu (x)	Permintaan Daya Listrik (Y)	x^2	xy
2001	1	74	1	74
2002	2	79	4	158
2003	3	80	9	240
2004	4	90	16	360
2005	5	105	25	525
2006	6	142	36	852
2007	7	122	49	854
Jumlah	$\sum x = 28$	$\sum y = 692$	$\sum x^2 = 140$	$\sum xy = 3.063$
Rata-rata	4	98,86	-	-

- Penyelesaian :

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2} = \frac{3.063 - (7)(4)(98,86)}{140 - (7)(4^2)} = \frac{295}{28} = 10,54$$

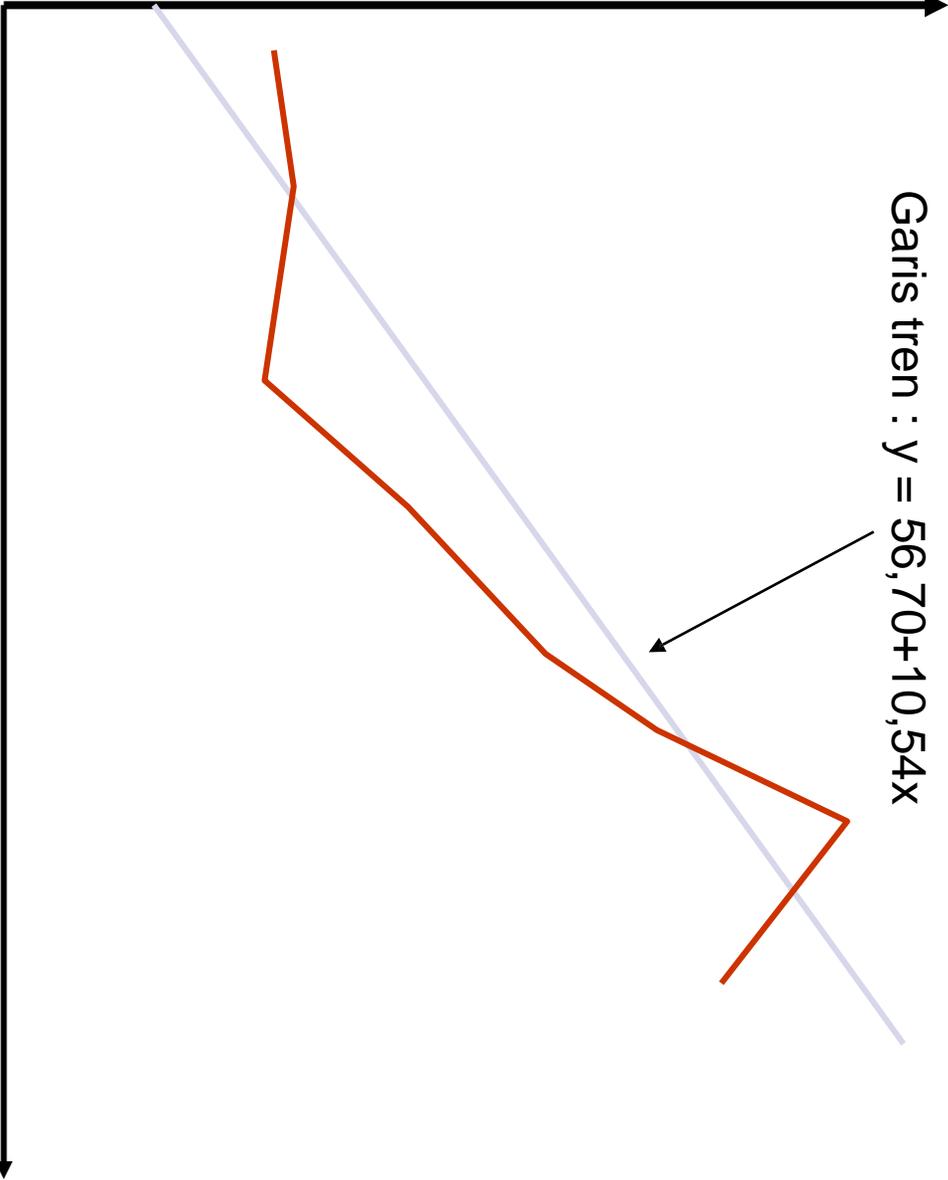
$$a = \bar{y} - b\bar{x} = 98,86 - 10,54(4) = 56,70$$

Persamaan tren :

$$\hat{y} = a + bx = 56,70 + 10,54x$$

$$\begin{aligned} \text{Permintaan tahun 2008} &= 56,70 + 10,54(8) \\ &= 141,02 \text{ megawat} \end{aligned}$$

Permintaan tenaga listrik (megawatts)



Garis tren : $y = 56,70 + 10,54x$

Tahun

Metode Peramalan Asosiatif

- Analisis Regresi :
 1. Regresi Linear
 - 1.1. Regresi Linear Sederhana
 - 1.2. Regresi Linear Berganda
 2. Regresi Kuadrat
 3. Regresi Eksponensial