

# Bab 4

## Pemulusan Eksponensial Ganda

Metode pemulusan eksponensial ganda merupakan metode yang dikembangkan dari eksponensial sederhana. Dalam pemulusan eksponensial ganda (*double exponential smoothing*) terdapat dua metode yaitu Metode 2 Parameter Holt dan Metode 1 Parameter Brown dengan penjelasan sebagai berikut:

### 1. Metode 2 Parameter Holt

Metode pemulusan eksponensial linear 2 parameter Holt memuluskan nilai **Trend** dengan parameter yang berbeda yang digunakan pada deret asli. Sesuai dengan namanya, dalam memprediksi nilai dengan menggunakan metode ini digunakan dua konstanta pemulusan, yaitu  $\alpha$  dan  $\gamma$  dengan nilai diantara 0 dan 1 yang dipilih dengan *trial* dan *error* untuk menghasilkan MSE (*Mean Square Error*) terkecil.

$$S_t = (\alpha X_t) + (1 - \alpha)(S_{t-1} + B_{t-1}) \quad (4.1)$$

$$B_t = \gamma(S_t - S_{t-1}) + (1 - \gamma)B_{t-1} \quad (4.2)$$

$$F_{t+m} = (S_t + B_t m) \quad (4.3)$$

$$e \text{ (Error)} = F_t - X_t \quad (4.4)$$

Dengan inisialisasi yang digunakan:

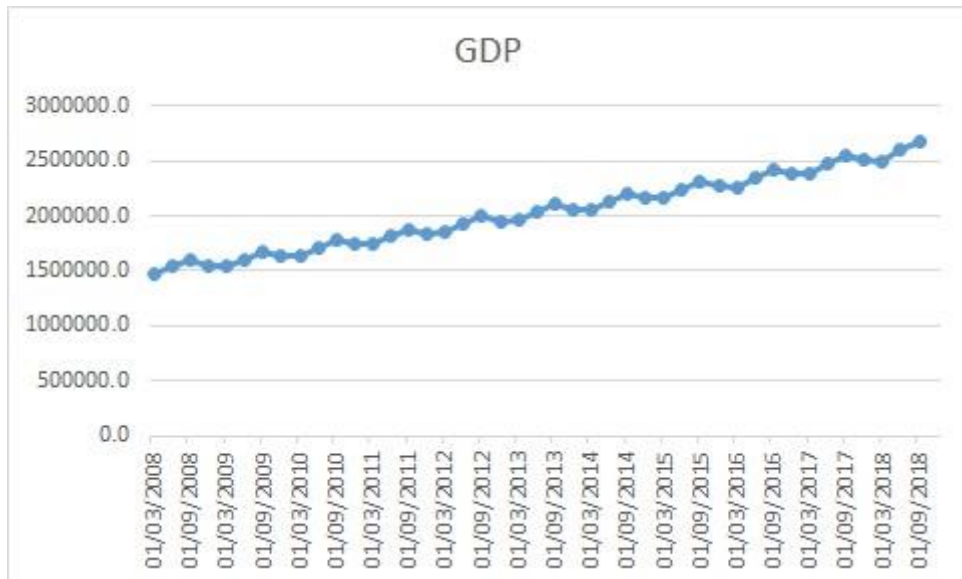
$$S_1 = X_1$$

$$B_1 = X_2 - X_1 \text{ atau } B_1 = \frac{X_4 - X_1}{3} \text{ atau } B_1 = 0$$

## Langkah Excel

### 1. Buat plot data

Block pada tanggal dan data yang ingin dibuat *plot* > *Insert* > *Chart* > *Insert Line*



Data berpola Trend, sehingga dapat digunakan metode Pemulusan Eksponensial Ganda.

- Pilih nilai  $\alpha$  dan  $\gamma$  dengan range dari 0 sampai 1 (misal 0.1, 0.2, ... , 0.9)
- Lakukan Peramalan

Buat kolom baru untuk mengisi rumus-rumus yang diperlukan, contoh :

A	B	C	D	E	F	G	H
Tanggal	GDP	St	Bt	Ft+1	e^2	MSE	
31/03/2008	1475278.0	1475278.0	=B3-B2			3027219870.8025	
30/06/2008	1536361.9	1536361.9	61083.9				
30/09/2008	1605665.9	1601555.85	61494.905	1597445.8	67570044.01	alpha	0.5
31/12/2008	1545541.2	1604295.978	55619.42725	1663050.755	13808495516	gamma	0.1
31/03/2009	1548190.9	1604053.152	50033.20201	1659915.405	12482364962		
30/06/2009	1600949.4	1627517.877	47376.35429	1654086.354	2823535922		
30/09/2009	1671853.3	1673373.766	47224.30772	1674894.231	9247264.308		
31/12/2009	1631616.2	1676107.137	42775.21405	1720598.073	7917773805		

A	B	C	D	E	F	G	H
Tanggal	GDP	St	Bt	Ft+1	e^2	MSE	
31/03/2008	1475278.0	1475278.0	61083.9			3027219870.8025	
30/06/2008	1536361.9	=(\$H\$4*B3)+(1-\$H\$4)*(C2+D2))					
30/09/2008	1605665.9	1601555.85	61494.905	1597445.8	67570044.01	alpha	0.5
31/12/2008	1545541.2	1604295.978	55619.42725	1663050.755	13808495516	gamma	0.1
31/03/2009	1548190.9	1604053.152	50033.20201	1659915.405	12482364962		
30/06/2009	1600949.4	1627517.877	47376.35429	1654086.354	2823535922		
30/09/2009	1671853.3	1673373.766	47224.30772	1674894.231	9247264.308		
31/12/2009	1631616.2	1676107.137	42775.21405	1720598.073	7917773805		

A	B	C	D	E	F	G	H
Tanggal	GDP	St	Bt	Ft+1	e^2	MSE	
31/03/2008	1475278.0	1475278.0	61083.9			3027219870.8025	
30/06/2008	1536361.9	1536361.9	=( $\$H\$5*(C3-C2)$ )+((1- $\$H\$5$ )*D2)				
30/09/2008	1605665.9	1601555.85	61494.905	1597445.8	67570044.01	alpha gamma	0.5
31/12/2008	1545541.2	1604295.978	55619.42725	1663050.755	13808495516		0.1
31/03/2009	1548190.9	1604053.152	50033.20201	1659915.405	12482364962		
30/06/2009	1600949.4	1627517.877	47376.35429	1654086.354	2823535922		
30/09/2009	1671853.3	1673373.766	47224.30772	1674894.231	9247264.308		
31/12/2009	1631616.2	1676107.137	42775.21405	1720598.073	7917773805		

A	B	C	D	E	F	G	H
Tanggal	GDP	St	Bt	Ft+1	e^2	MSE	
31/03/2008	1475278.0	1475278.0	61083.9			3027219870.8025	
30/06/2008	1536361.9	1536361.9	61083.9				
30/09/2008	1605665.9	1601555.85	61494.905	=C3+D3	67570044.01	alpha gamma	0.5
31/12/2008	1545541.2	1604295.978	55619.42725	1663050.755	13808495516		0.1
31/03/2009	1548190.9	1604053.152	50033.20201	1659915.405	12482364962		
30/06/2009	1600949.4	1627517.877	47376.35429	1654086.354	2823535922		
30/09/2009	1671853.3	1673373.766	47224.30772	1674894.231	9247264.308		
31/12/2009	1631616.2	1676107.137	42775.21405	1720598.073	7917773805		

Rumus mulai dimasukkan pada baris kedua, 1 baris setelah nilai inisiasi. Rumus forecasting dimulai di baris setelah baris rumus St dan Bt (baris ketiga).

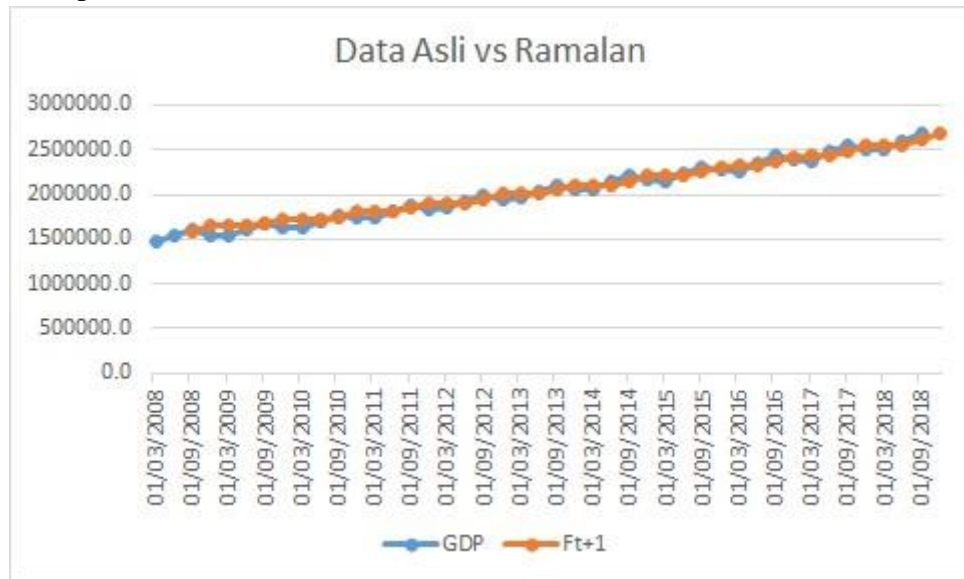
- Hitung ukuran ketepatan nilai peramalan dari masing-masing kombinasi nilai konstanta, lalu catat masing-masing nilai tersebut.

A	B	C	D	E	F	G	H
Tanggal	GDP	St	Bt	Ft+1	e^2	MSE	
31/03/2008	1475278.0	1475278.0	61083.9			=AVERAGE(F4:F44)	
30/06/2008	1536361.9	1536361.9	61083.9				
30/09/2008	1605665.9	1601555.85	61494.905	1597445.8	67570044.01	alpha gamma	0.5
31/12/2008	1545541.2	1604295.978	55619.42725	1663050.755	13808495516		0.1
31/03/2009	1548190.9	1604053.152	50033.20201	1659915.405	12482364962		
30/06/2009	1600949.4	1627517.877	47376.35429	1654086.354	2823535922		
30/09/2009	1671853.3	1673373.766	47224.30772	1674894.231	9247264.308		
31/12/2009	1631616.2	1676107.137	42775.21405	1720598.073	7917773805		

- Pilih nilai konstanta dengan ukuran ketepatan yang paling kecil sebagai data hasil peramalan, contoh :

alpha/gamma	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
0.1	1.7183E+10	1.0166E+10	7.4E+09	6.19E+09	5.6E+09
0.2	5958457950	4123567139	3.56E+09	3.3E+09	3.14E+09
0.3	3866433090	3108223241	2.9E+09	2.82E+09	2.8E+09
0.4	3230488668	2863640905	2.81E+09	2.84E+09	2.91E+09
0.5	3027219871	2865438890	2.91E+09	3.02E+09	3.17E+09

6. Buat plot data asli dan data asli ramalan, contoh :



## 2. Metode 1 Parameter Brown

Metode 1 Parameter Brown memiliki tujuan yang sama dengan Metode 2 Parameter Holt yakni untuk **memuluskan nilai trend**. Namun, yang membedakan metode ini dengan Metode 2 Parameter Holt adalah Metode 1 Parameter Brown hanya menggunakan satu parameter saja yaitu  $\alpha$  yang ditentukan dengan *trial* dan *error*. **Metode ini hanya digunakan bila data mengandung trend. Apabila mengandung musiman ataupun stasioner, data ini kurang tepat untuk digunakan.**

$$S'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)S'_{t-1} \quad (4.5)$$

$$S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha)S''_{t-1} \quad (4.6)$$

$$a_t = 2S'_t - S''_t \quad (4.7)$$

$$b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha}(S'_t - S''_t) \quad (4.8)$$

$$F_{t+m} = (a_t + b_tm) \quad (4.9)$$

$$e(\text{Error}) = F_t - X_t \quad (4.10)$$

Dengan inisialisasi yang digunakan:

$$S'_1 = S''_1 = X_1$$

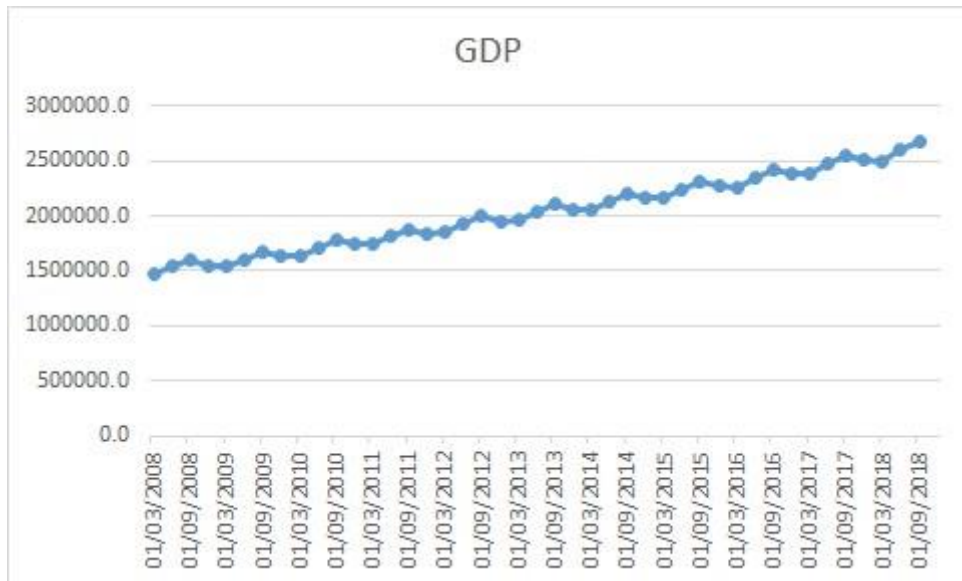
Nilai  $\alpha$  yang dipilih merupakan nilai  $\alpha$  yang menghasilkan MSE (*Mean Square Error*) paling kecil.



## Langkah Excel

### 1. Buat plot data

Block pada tanggal dan data yang ingin dibuat *plot* > *Insert* > *Chart* > *Insert Line*



Data berpola Trend, sehingga dapat digunakan metode Pemulusan Eksponensial Ganda.

- Pilih nilai  $\alpha$  dan  $\gamma$  dengan range dari 0 sampai 1 (misal 0.1, 0.2, ... , 0.9)
- Lakukan Peramalan

Buat kolom baru untuk mengisi rumus-rumus yang diperlukan, contoh :

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Tanggal	GDP	S't	S''t	at	bt	Ft+m	e^2	MSE	RMSE
31/03/2008	1475278.0	1475278.0	1475278.0	1475278	0			5091602474	71355.4656
30/06/2008	1536361.9	=SJS4*B3+(1-SJS4)*C2			49477.96				
30/09/2008	1605665.9	1598125	1590788	1605462	66031.83	1585229	417666064.1	alpha	0.9
31/12/2008	1545541.2	1550800	1554798	1546801	-35989.4	1671493	15863947364		
31/03/2009	1548190.9	1548452	1549086	1547817	-5711.95	1510811	1397234391		
30/06/2009	1600949.4	1595700	1591038	1600361	41951.89	1542105	3462644740		
30/09/2009	1671853.3	1664238	1656918	1671558	65879.66	1642313	872638321.1		
31/12/2009	1631616.2	1634878	1637082	1632674	-19835.6	1737438	11198158530		

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Tanggal	GDP	S't	S''t	at	bt	Ft+m	e^2	MSE	RMSE
31/03/2008	1475278.0	1475278.0	1475278.0	1475278	0			5091602474	71355.4656
30/06/2008	1536361.9	1530254	=SJS4*C3+(1-SJS4)*D2						
30/09/2008	1605665.9	1598125	1590788	1605462	66031.83	1585229	417666064.1	alpha	0.9
31/12/2008	1545541.2	1550800	1554798	1546801	-35989.4	1671493	15863947364		
31/03/2009	1548190.9	1548452	1549086	1547817	-5711.95	1510811	1397234391		
30/06/2009	1600949.4	1595700	1591038	1600361	41951.89	1542105	3462644740		
30/09/2009	1671853.3	1664238	1656918	1671558	65879.66	1642313	872638321.1		
31/12/2009	1631616.2	1634878	1637082	1632674	-19835.6	1737438	11198158530		

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Tanggal	GDP	S't	S''t	at	bt	Ft+m	e^2	MSE	RMSE
31/03/2008	1475278.0	1475278.0	1475278.0	1475278	0			5091602474	71355.4656
30/06/2008	1536361.9	1530254	1524756	= (2 * C3) - D3					
30/09/2008	1605665.9	1598125	1590788	1605462	66031.83	1585229	417666064.1	alpha	0.9
31/12/2008	1545541.2	1550800	1554798	1546801	-35989.4	1671493	15863947364		
31/03/2009	1548190.9	1548452	1549086	1547817	-5711.95	1510811	1397234391		
30/06/2009	1600949.4	1595700	1591038	1600361	41951.89	1542105	3462644740		
30/09/2009	1671853.3	1664238	1656918	1671558	65879.66	1642313	872638321.1		
31/12/2009	1631616.2	1634878	1637082	1632674	-19835.6	1737438	11198158530		

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Tanggal	GDP	S't	S''t	at	bt	Ft+m	e^2	MSE	RMSE
31/03/2008	1475278.0	1475278.0	1475278.0	1475278	0			5091602474	71355.4656
30/06/2008	1536361.9	1530254	1524756	1535751	= (\$J\$4 / (1 - \$J\$4)) * (C3 - D3)				
30/09/2008	1605665.9	1598125	1590788	1605462	66031.83	1585229	417666064.1	alpha	0.9
31/12/2008	1545541.2	1550800	1554798	1546801	-35989.4	1671493	15863947364		
31/03/2009	1548190.9	1548452	1549086	1547817	-5711.95	1510811	1397234391		
30/06/2009	1600949.4	1595700	1591038	1600361	41951.89	1542105	3462644740		
30/09/2009	1671853.3	1664238	1656918	1671558	65879.66	1642313	872638321.1		
31/12/2009	1631616.2	1634878	1637082	1632674	-19835.6	1737438	11198158530		

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Tanggal	GDP	S't	S''t	at	bt	Ft+m	e^2	MSE	RMSE
31/03/2008	1475278.0	1475278.0	1475278.0	1475278	0			5091602474	71355.4656
30/06/2008	1536361.9	1530254	1524756	1535751	49477.96				
30/09/2008	1605665.9	1598125	1590788	1605462	66031.83	= E3 + F3	417666064.1	alpha	0.9
31/12/2008	1545541.2	1550800	1554798	1546801	-35989.4	1671493	15863947364		
31/03/2009	1548190.9	1548452	1549086	1547817	-5711.95	1510811	1397234391		
30/06/2009	1600949.4	1595700	1591038	1600361	41951.89	1542105	3462644740		
30/09/2009	1671853.3	1664238	1656918	1671558	65879.66	1642313	872638321.1		
31/12/2009	1631616.2	1634878	1637082	1632674	-19835.6	1737438	11198158530		

Rumus at dan bt mulai dimasukkan di baris pertama, sedangkan S't dan S''t mulai dimasukkan pada baris kedua, 1 baris setelah nilai inisiasi. Rumus *forecasting* dimulai di baris setelah baris rumus S't dan S''t (baris ketiga).

- Hitung ukuran ketepatan nilai peramalan dari masing-masing kombinasi nilai konstanta, lalu catat masing-masing nilai tersebut.

H	I	J
e^2	MSE	RMSE
	=AVERAGE(H4:H44)	
417666064.1	alpha	0.9
15863947364		
1397234391		
3462644740		
872638321.1		

5. Pilih nilai konstanta dengan ukuran ketepatan yang paling kecil sebagai data hasil peramalan, contoh :

alpha	mse	rmse
0.1	6025264187	77622.58
0.2	2477361204	49773.1
0.3	2505056151	50050.54
0.4	2870041388	53572.77
0.5	3330555045	57710.96
0.6	3823796622	61836.85
0.7	4307313479	65630.13
0.8	4740986998	68854.83
0.9	5091602474	71355.47

6. Buat plot data asli dan data asli ramalan, contoh :

