

# Estimasi, Pemilihan Model dan Peramalan Hubungan Deret Waktu

Junaidi

Terdapat berbagai jenis model/metode peramalan hubungan deret waktu. Diantaranya adalah: 1) Model Linear; 2) Model Quadratic; 3) Model Exponential Growth; 4) Model S-Curve (Pearl-Reed Logistic); 5) Model Moving Average; 6) Model Single Exponential Smoothing; 7) Model Double Exponential Smoothing; 8) Metode Winter; 9) Model ARIMA. Melalui pengamatan terhadap pola pergerakan data pada periode-periode sebelumnya, kita kemudian memilih pola yang tepat yang akan kita jadikan (Junaidi, 2014)

Tulisan ini akan memberikan tahapan estimasi model untuk metode peramalan sederhana, cara memilih model terbaik dari model-model yang ada serta melakukan peramalan (*forecasting*). Secara lebih khusus, tulisan ini akan membahas aplikasi untuk program Minitab.

## 1. Estimasi Model

Sebagai latihan, misalnya kita punya data penjualan selama 10 tahun terakhir (1999 – 2008), secara berurut sebagai berikut: 2, 3, 6, 9, 10, 11, 14, 16, 18, 27.

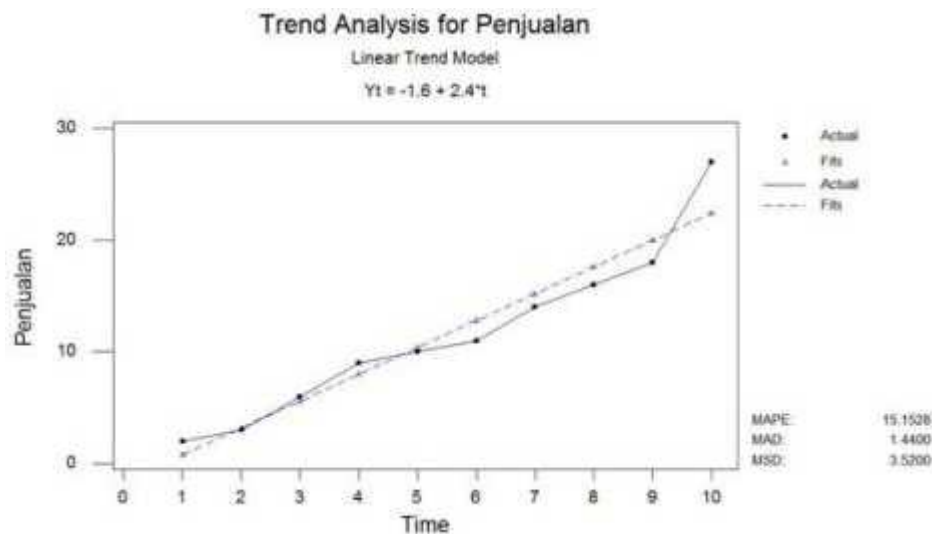
Buka program Minitab, ketikkan angka tersebut pada worksheet Minitab secara berurut pada satu kolom (misalnya di kolom C1 dan beri nama kolom tersebut dengan nama Penjualan). Angka tahun tidak perlu diinputkan.

Selanjutnya, Klik: Stat > Time Series > Trend Analysis. Akan muncul tampilan berikut:



*Tampilan 1. Trend Analysis*

Masukkan nama variabel yang akan dianalisis pada kotak variable (dalam contoh kita misalnya Penjualan). Pilih Model Type (dalam contoh kita misalnya adalah Linear), kemudian klik OK. Akan muncul output berikut:



### Tampilan 2. Output Grafik

Baris pertama dari output grafik adalah judul grafik. Baris kedua adalah model trend yang kita pilih (linear). Baris ketiga adalah persamaan model trend linear yang terbentuk dari data yang kita input sebelumnya yaitu  $Y_t = -1.6 + 2.4T$ .

Selanjutnya diberikan dua grafik, dengan sumbu vertikal adalah variabel yang dianalisis (dalam contoh kita adalah penjualan) dan sumbu horizontal adalah periode waktu (dalam Minitab periode waktu dinyatakan sebagai periode 1, 2, .... dst). Terdapat grafik dengan garis tidak terputus-putus dan berwarna hitam. Garis dan titik-titik pada grafik tersebut adalah menggambarkan trend dari data sebenarnya (Actual). Berikutnya, terdapat grafik dengan garis terputus-putus dan berwarna biru. Garis dan titik-titik pada grafik tersebut menggambarkan nilai pendugaan dari model (Fits).

Ramalan tidak akan pernah tepat 100 %. Oleh karenanya, usaha yang dapat kita lakukan hanyalah menentukan model yang memberikan peramalan dengan nilai kesalahan (ketidaktepatan) sekecil mungkin. Lalu bagaimana kita dapat memperkirakan nilai kesalahan peramalan kita untuk masa yang akan datang ?

Tentunya kesalahan peramalan untuk masa yang akan datang (sesuatu yang belum terjadi) tidak dapat kita hitung secara pasti. Hal tersebut hanya dapat dilakukan melalui

pendekatan dengan membandingkan nilai fits dan actual dari data pada masa yang lalu. Secara grafis, ini ditunjukkan oleh perbedaan antara titik-titik pada garis biru putus-putus dengan titik-titik pada garis hitam tidak terputus-putus dari grafik di atas (pada tahun yang sama). Secara numeris, nilai-nilai yang umum adalah : MAPE (Mean Absolute Percentage Error), MAD (Mean Absolute Deviation), atau MSD (Mean Square Deviation).

Semakin kecil nilai-nilai MAPE, MAD, atau MSD, semakin kecil nilai kesalahannya. Oleh karenanya, dalam menetapkan model yang akan digunakan dalam peramalan, pilihlah model dengan nilai MAPE, MAD atau MSD yang paling kecil.

Output grafik Minitab diatas memberikan nilai MAPE, MAD dan MSD masing-masingnya sebesar 15.1528, 1.44 dan 3.52 seperti yang terlihat di sudut kanan bawah. Makna dari masing-masing pengukuran dan perhitungannya secara manual diberikan sebagai berikut:

MAPE (Mean Absolute Percentage Error), mengukur ketepatan nilai dugaan model, yang dinyatakan dalam bentuk rata-rata persentase absolut kesalahan.

$$MAPE = \frac{\sum |y_t - \hat{y}_t| / y_t}{n} \times 100$$

MAD (Mean Absolute Deviation), mengukur ketepatan nilai dugaan model, yang dinyatakan dalam bentuk rata-rata absolut kesalahan

$$MAD = \frac{\sum |y_t - \hat{y}_t|}{n}$$

MSD (Mean Squarred Deviation), mengukur ketepatan nilai dugaan model, yang dinyatakan dalam rata-rata kuadrat dari kesalahan

$$MSD = \frac{\sum (y_t - \hat{y}_t)^2}{n}$$

Dari contoh data kita, maka nilai MAPE, MAD dan MSD masing-masingnya dapat dihitung sebagai berikut:

tahun	Y		Y-	abs Y –	abs (Y- /Y)	(Y- ) <sup>2</sup>
(1)	(2)	(3)	4=(2-3)	5= abs(4)	6=5/2	7=(2-3) <sup>2</sup>
1	2	0.80	1.20	1.20	0.60	1.44
2	3	3.20	-0.20	0.20	0.07	0.04
3	6	5.60	0.40	0.40	0.07	0.16
4	9	8.00	1.00	1.00	0.11	1.00
5	10	10.40	-0.40	0.40	0.04	0.16
6	11	12.80	-1.80	1.80	0.16	3.24
7	14	15.20	-1.20	1.20	0.09	1.44
8	16	17.60	-1.60	1.60	0.10	2.56
9	18	20.00	-2.00	2.00	0.11	4.00
10	27	22.40	4.60	4.60	0.17	21.16
Jumlah	116	116.00	0.00	14.40	1.52	35.20

**Catatan:** kolom 3 adalah nilai dugaan yang diperoleh dengan memasukkan angka urutan tahun kedalam persamaan model  $= -1.6 + 2.4T$ . Misalnya untuk tahun ketiga, maka  $= -1.6 + 2.4(3) = 5.60$

$$\text{MAPE} = (1.52/10) \times 100 = 15.2 \%$$

$$\text{MAD} = 14.40/10 = 1.44$$

$$\text{MSD} = 35.20/10 = 3.52$$

Dengan cara yang sama, kita dapat memilih model kuadratik, model pertumbuhan eksponensial maupun kurva S (dari tampilan 1). Selanjutnya, nilai-nilai MAPE, MAD dan MSD masing-masing model dibandingkan, dan pilihlah model dengan nilai-nilai tersebut yang paling kecil sebagai model terbaik untuk peramalan.

Namun demikian, ada dua catatan penting terkait dengan aplikasi program Minitab ini untuk peramalan.

**Dalam output Minitab, persamaan model trend pertumbuhan eksponensial adalah:**

$$Y_t = {}_0c^T$$

$$\text{Dimana } c = e^T$$

Bandungkan rumus ini dengan rumus trend pertumbuhan eksponensial pada tulisan seri 2. Ini sebenarnya adalah identik.

*Model kurva S dalam Minitab adalah model Pearl-Reed logistic dengan rumus berikut:*

$$Y_t = \frac{10^a}{\beta_0 + \beta_1(\beta_2^{t-1})}$$

Selanjutnya, setelah mendapatkan model terbaik, kita akan melakukan peramalan dengan model tersebut. Hal ini akan dibahas pada seri ke 4 tulisan ini.

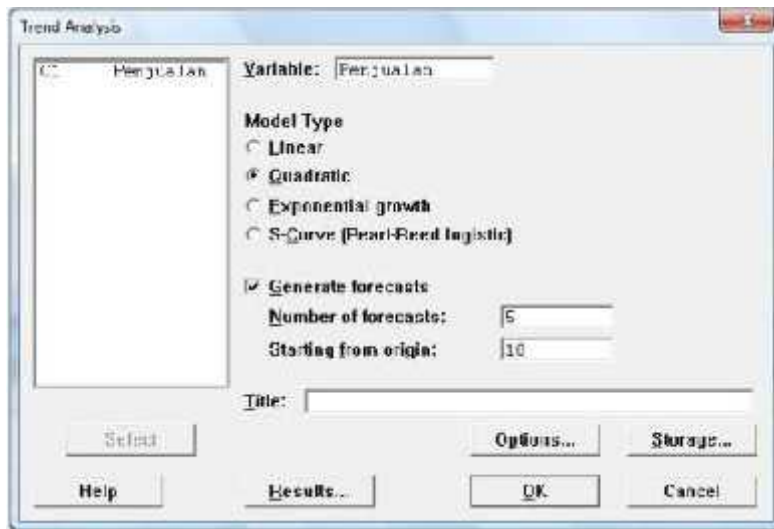
## 2. Peramalan (Forecasting)

Bagian ini akan membahas mengenai cara peramalan nilai (forecasting) setelah kita memilih model peramalan terbaik. Mengikuti data yang diberikan pada bagian sebelumnya, setelah dilakukan analisis trend didapatkan nilai-nilai MAPE, MAD dan MSD untuk model linear, kuadrat, pertumbuhan eksponensial dan Kurva S sebagai berikut:

Ukuran	Linear	Kuadrat	Pertumbuhan Eksponensial	Kurva S
MAPE	15.1528	14.2028	18.7619	14.3849
MAD	1.4400	1.2442	1.6291	1.4344
MSD	3.5200	2.2465	3.8937	3.9012

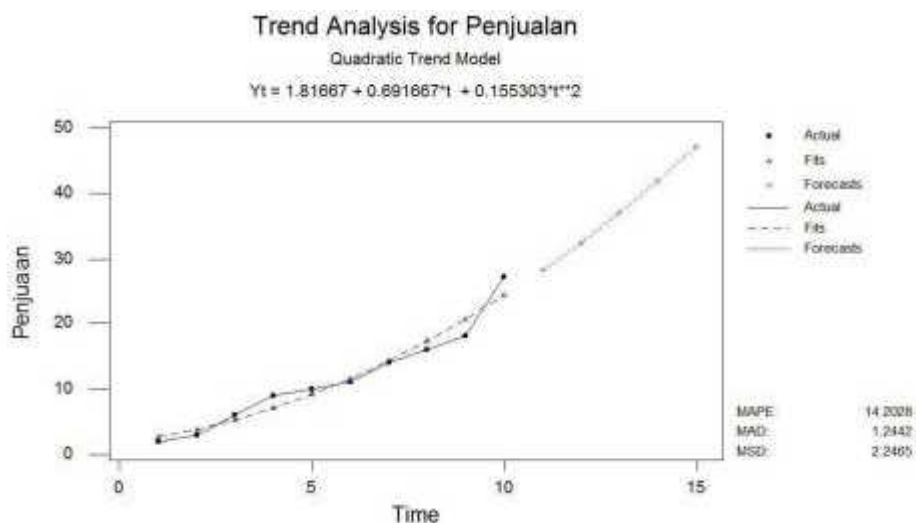
Dari tabel diatas terlihat bahwa untuk ketiga pengukuran (MAPE, MAD dan MSD), model kuadrat memberikan nilai yang terkecil. Oleh karenanya, kita menetapkan model kuadrat sebagai model terbaik yang akan digunakan untuk peramalan data kita.

Selanjutnya, pada program Minitab klik Stat > Time Series > Trend Analysis. Akan muncul tampilan berikut:



Pada kotak *variable* isikan nama variabel yang akan diramalkan (dalam kasus kita adalah penjualan). Pada *Model Type*, klik *Quadratic*. Kemudian klik *Generate forecast*. Selanjutnya isikan pada *Number of forecast* jumlah periode peramalan kita kedepan (misalnya 5 tahun kedepan). Pada *Starting from origin*, isikan tahun dasar peramalan. Dalam contoh, tahun dasarnya adalah periode ke 10 (ingat pada seri ketiga data kita ada 10 periode). Anda dapat mengisi dengan angka yang berbeda, misalnya menggunakan tahun dasar periode 6, 7 atau 8 dstnya. Jika kotak ini dikosongkan, Minitab akan mengartikan bahwa kita akan melakukan peramalan menggunakan tahun dasar terakhir (dalam kasus ini sama dengan periode 10).

Setelah mengisi semua pilihan tadi, kemudian klik OK dan akan keluar tampilan berikut: (Catatan: untuk pilihan lain, silakan dicoba-coba untuk melihat output yang dihasilkan Minitab).



Tampilan di atas adalah tampilan grafik yang menyajikan grafik data aktual (sebenarnya), grafik data fit (nilai data periode lalu menggunakan model kuadratik) dan grafik forecast (nilai peramalan kedepan).

Selanjutnya, output Minitab pada Windows Session memberikan hasil sebagai berikut:

### **Trend Analysis**

Data Penjualan

Length 10.0000

NMissing 0

Fitted Trend Equation

$$Y_t = 1.81667 + 0.691667*t + 0.155303*t**2$$

Accuracy Measures

MAPE: 14.2028

MAD: 1.24424

MSD: 2.24652

Row Period Forecast

1 11 28.2167

2 12 32.4803

3 13 37.0545

4 14 41.9394

5 15 47.1348

Tampilan output pada windows Session Minitab memberikan model kuadratik dari peramalan, ukuran keakuratan (MAPE, MAD dan MSD) dan nilai peramalan selama lima periode kedepan. Dalam contoh terlihat bahwa pada periode ke 11 (tahun 2009 dalam kasus kita) nilai penjualan diperkirakan sebesar 28,2167, pada periode ke 12 (tahun 2010) sebesar 32,4803 dan seterusnya.

### **REFERENCES**

1. Brockwell JP, Davis AR. (2002). *Introduction to Time Series and Forecasting*. New York: Springer.
2. Hanke JE, Wichern DW. (2005). *Business Forecasting*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
3. Juanda, B. Junaidi. (2012). *Ekonometrika Deret Waktu: Teori dan Aplikasi*. Bogor. IPB Press
4. Junaidi, J. (2014). *Analisis Hubungan Deret Waktu untuk Peramalan*. Jambi. Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Jambi
5. Makridakis et al. (1995). *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Jakarta: Erlangga.