

BAB III

METODE PEMULUSAN EKSPONENSIAL *HOLT-WINTER* DAN METODE DEKOMPOSISI KLASIK

3.1 Metode Pemulusan Eksponensial *Holt-Winter*

Metode rata-rata bergerak dan pemulusan Eksponensial dapat digunakan untuk data stasioner maupun data nonstasioner. Namun apabila data mengandung unsur musiman, seringkali ditemukan galat yang bersifat sistematis. Salah satu penemuan penting dalam bidang peramalan yakni ditemukannya metode pemulusan Eksponensial *Holt-Winter* yang mampu menangani data yang memiliki unsur trend dan musiman, yang merupakan penyempurnaan dari metode *Holt-Brown*.

Metode Winter didasarkan pada tiga persamaan pemulusan; stasioneritas, trend dan musiman. Metode ini serupa dengan Metode *Holt*, dengan satu persamaan tambahan untuk mengatasi musiman. Metode *Holt-Winters* menggunakan tiga pembobotan atau parameter pemulusan yakni α , β dan γ dimana parameter-parameter tersebut berada pada interval (0,1). Sebenarnya ada dua metode *Holt-Winter* yang berbeda, bergantung pada sifat musiman itu sendiri apakah aditif atau multiplikatif.

3.1.1 *Holt-Winter's* Multiplikatif

Persamaan dasar untuk metode *Holt-Winter's* Multiplikatif adalah sebagai berikut :

$$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (3.1)$$

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (3.2)$$

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (3.3)$$

$$F_{t+m} = (L_t + b_t m)S_{t-s+m} \quad (3.4)$$

dimana s merupakan panjang musiman (seperti bulan atau kuartal pada tahun). L_t merupakan nilai pemulusan keseluruhan, b_t merupakan komponen

trend, S_t merupakan komponen musiman, dan F_{t+m} merupakan peramalan untuk m periode berikutnya.

Persamaan (3.3) adalah pemulusan untuk indeks musiman yang merupakan rasio antara nilai aktual dan deret data, Y_t , dibagi dengan L_t yang merupakan nilai pemulusan tunggal terbaru untuk deret data. Jika Y_t lebih besar dari L_t , rasionya akan lebih dari 1, namun apabila Y_t lebih kecil dari L_t maka rasionya akan kurang dari 1. Perlu dipahami bahwa pada metode ini L_t merupakan nilai pemulusan (rata-rata) dari deret data yang tidak mengandung unsur musiman. Selanjutnya dengan membagi Y_t oleh L_t , diperoleh taksiran untuk indeks musiman tanpa pemulusan untuk periode t sebagai berikut :

$$\frac{Y_t}{L_t} = \frac{L_t S_t}{L_t} = S_t \quad (3.5)$$

Perlu diperhatikan bahwa Y_t masih berunsur musiman dan keacakan. Untuk memuluskan deret data Y_t , persamaan (3.3) memboboti faktor musiman terakhir dengan γ dan angka musiman paling akhir pada musim yang sama dengan $(1 - \gamma)$. Faktor musiman sebelum ini ditentukan pada periode $t-s$, karena s merupakan panjang musiman. Berdasarkan hal tersebut, maka persamaan (3.3) dimuluskan menjadi :

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma) S_{t-s}$$

Persamaan (3.2) sama dengan persamaan (2.42) dari *Holt's* untuk pemulusan trend. Persamaan (3.1) sedikit berbeda dengan persamaan (2.41) dari *Holt's* dimana unsur pertamanya yaitu nilai aktual Y_t dibagi dengan indeks musiman S_{t-s} . Hal ini dilakukan untuk mengeliminasi unsur musiman pada Y_t . Ketika S_{t-s} lebih besar dari 1, perlu dilakukan penyesuaian karena nilai periode $t-s$ lebih besar dari rata-rata pada musimannya. Apabila Y_t dibagi dengan angka yang lebih besar dari 1, maka akan menghasilkan nilai yang lebih kecil dari nilai aktual. Lawan dari penyesuaian terjadi ketika angka musiman lebih kecil dari 1. Penggunaan nilai S_{t-s} sangatlah penting karena nilai S_t tidak dapat dihitung apabila L_t tidak diketahui dari persamaan (3.1). Oleh karena itu diperlukan suatu proses penentuan nilai awal atau biasa disebut proses inisialisasi.

3.1.2 Proses Inisialisasi

Sama halnya dengan metode pemulusan Eksponensial lainnya, dibutuhkan nilai awal komponen untuk memulai perhitungan. Untuk menginisialisasi metode peramalan *Holt-Winter's*, diperlukan nilai awal untuk pemulusan L_t , trend b_t dan indeks musiman S_t . Untuk mendapatkan estimasi nilai awal dari indeks musiman, diperlukan setidaknya data lengkap selama satu musim. Dengan demikian, nilai trend dan pemulusan diinisialisasi pada periode s . Nilai awal konstanta pemulusan didapatkan dengan menggunakan nilai rata-rata musim pertama, sehingga :

$$L_s = \frac{1}{s}(Y_1 + Y_2 + \dots + Y_s) \quad (3.6)$$

Perlu diingat bahwa persamaan (3.6) merupakan rata-rata bergerak berorder s yang akan mengeliminasi unsur musiman pada data. Untuk menginisialisasi trend, lebih baik menggunakan data lengkap selama 2 musim (2 periode), sebagai berikut :

$$b_s = \frac{1}{s} \left[\frac{Y_{s+1} - Y_1}{s} + \frac{Y_{s+2} - Y_2}{s} + \dots + \frac{Y_{s+s} - Y_s}{s} \right] \quad (3.7)$$

Kemudian didapatkan nilai inisialisasi indeks musiman dengan menggunakan rasio dari data tahun pertama dengan rata-rata data tahun pertama, sehingga

$$S_1 = \frac{Y_1}{L_s}, S_2 = \frac{Y_2}{L_s}, \dots, S_s = \frac{Y_s}{L_s} \quad (3.8)$$

Penentuan parameter α , β dan γ dilakukan untuk meminimumkan MSE atau MAPE. Pendekatan untuk mendapatkan nilai-nilai parameter tersebut dilakukan dengan menggunakan algoritma optimasi non-linear untuk menemukan nilai parameter yang optimal.

3.1.3 *Holt-Winter's* Aditif

Komponen musiman pada metode *Holt-Winter's* dapat bersifat aditif, namun jarang terjadi. Persamaan dasar untuk metode *Holt-Winter's* aditif adalah sebagai berikut :

$$L_t = \alpha(Y_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (3.9)$$

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (3.10)$$

$$S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (3.11)$$

$$F_{t+m} = L_t + b_t m + S_{t-s+m} \quad (3.12)$$

Persamaan (3.10) identik dengan persamaan (3.2). Pada metode *Holt-Winter's* aditif, data dikurangi indeks musiman lalu dikalikan dengan bobotnya, sementara pada *Holt-Winter's* multiplikatif data dibagi dengan indeks musiman lalu dikalikan dengan bobotnya.

Proses inisialisasi untuk L_s dan b_s identik dengan metode multiplikatif. Berikut proses inisialisasi indeks musiman untuk metode aditif:

$$S_1 = Y_1 - L_s \quad S_2 = Y_2 - L_s \quad \dots \quad S_s = Y_s - L_s$$

3.2 Metode Dekomposisi Klasik

Metode dekomposisi memisahkan tiga komponen terpisah dari pola dasar, yakni komponen trend, komponen siklus dan komponen musiman. Faktor trend menggambarkan perilaku data dalam jangka panjang, dan dapat meningkat, menurun, atau tidak berubah. Faktor siklus menggambarkan kenaikan atau penurunan pada periode tertentu. Faktor musiman berkaitan dengan fluktuasi periodik dengan panjang konstan yang disebabkan oleh beberapa hal. Perbedaan antara musiman dan siklus adalah musiman berulang dengan sendirinya pada interval yang tetap seperti tahun, bulan atau minggu, sedangkan faktor siklus mempunyai jangka waktu yang lebih lama dan lamanya berbeda dari siklus yang satu ke siklus yang lain.

Dekomposisi mempunyai asumsi bahwa data tersusun sebagai berikut :

$$\begin{aligned} data &= pola + galat \\ &= f(trend, siklus, musiman) + galat \end{aligned}$$

Selain komponen pola, terdapat pula unsur galat atau keacakan. Galat dianggap sebagai perbedaan antara pengaruh gabungan dari tiga sub-pola deret tersebut dengan data yang sebenarnya.

Metode dekomposisi termasuk pendekatan peramalan yang tertua. Dasar dari metode dekomposisi saat ini muncul pada tahun 1920-an ketika konsep rasio-trend (*ratio-to-trend*) diperkenalkan. Sejak saat itu pendekatan dekomposisi telah digunakan secara luas baik oleh para ahli ekonomi ataupun para pengusaha.

Terdapat beberapa pendekatan alternatif untuk mendekomposisi suatu deret berkala, yang bertujuan untuk memisahkan setiap komponen deret data seteliti mungkin. Konsep dasar dalam pemisahan tersebut bersifat empiris dan tetap, mula-mula memisahkan musiman, trend dan siklus. Residu yang ada dianggap sebagai unsur acak yang tidak dapat ditaksir namun teridentifikasi.

Penulisan matematis umum dari pendekatan dekomposisi adalah :

$$Y_t = f(I_t, T_t, C_t, E_t) \quad (3.13)$$

dimana :

Y_t menyatakan data runtun waktu (data yang aktual) pada periode t ,

I_t menyatakan komponen musiman (atau Indeks) pada periode t ,

T_t menyatakan komponen trend pada periode t ,

C_t menyatakan komponen siklus pada periode t , dan

E_t menyatakan komponen galat atau keacakan pada periode t .

Metode dekomposisi dapat berasumsi pada model aditif atau multiplikatif, bergantung pada pola unsur musiman pada data. Sebagai ilustrasi, dekomposisi rata-rata sederhana berasumsi pada model aditif :

$$Y_t = (I_t + T_t + C_t + E_t) \quad (3.14)$$

sementara dekomposisi rata-rata bergerak berasumsi pada model multiplikatif :

$$Y_t = (I_t \cdot T_t \cdot C_t \cdot E_t) \quad (3.15)$$

Metode dekomposisi rata-rata sederhana dan rasio-trend pada masa lalu telah digunakan terutama karena perhitungannya mudah. Tetapi metode tersebut kehilangan daya tariknya dengan dikenalnya komputer secara luas, yang mengakibatkan aplikasi pendekatan dengan metode rasio rata-rata bergerak lebih disukai.

Sejak dikembangkan pada tahun 1920-an, metode rasio rata-rata bergerak merupakan prosedur dekomposisi yang telah banyak digunakan dalam beberapa kurun waktu, metode ini berasumsi pada model multiplikatif. Metode rasio rata-rata bergerak diawali dengan memisahkan unsur trend-siklus dari data dengan menghitung rata-rata bergerak yang jumlah unsurnya sama dengan panjang musiman. Rata-rata bergerak dengan

panjang seperti ini tidak mengandung pengaruh musiman dan tanpa atau sedikit sekali unsur acak. Berikut akan dibahas metode-metode untuk mendapatkan komponen-komponen deret waktu.

3.2.1 Indeks Musiman

Gerakan musiman terjadi pada waktu yang sama atau sangat berdekatan, dengan kata lain gerakan musiman merupakan gerakan yang teratur yang mempunyai pola tetap atau berulang-ulang secara teratur. Kecenderungan musiman dapat berupa tahunan, kuartalan atau mingguan. Karena jumlah hari pada setiap bulan tidak sama, dan jumlah hari kerja tidak sama untuk setiap bulannya, maka perlu diadakan penyesuaian data.

Untuk keperluan analisis, data runtun waktu dapat dinyatakan dalam bentuk angka indeks. Indeks musiman merupakan angka yang menunjukkan nilai relatif dari variabel Y , dimana Y adalah data runtun waktu selama seluruh bulan dalam satu tahun. Rata-rata angka indeks musiman untuk satu periode adalah 100% (tanda % sering dihilangkan atau tidak ditulis). Dengan kata lain indeks musiman adalah suatu angka yang bervariasi terhadap nilai dasar 100.

Ada beberapa metode untuk menghitung angka indeks musiman, antara lain metode rata-rata sederhana (*simple average method*), metode rasio terhadap trend (*ratio to trend method*) dan metode rasio terhadap rata-rata bergerak (*ratio to moving average method*).

Pada metode rata-rata sederhana, akan ditentukan rata-rata bulanan untuk seluruh tahun, dengan kata lain angka rata-rata dipakai untuk mewakili bulan Januari, Februari dan seterusnya. Hal ini dilakukan karena angka dari bulan tertentu berubah dari tahun ke tahun, sehingga perlu dicari rata-ratanya. Untuk mencari rata-rata bagi bulan tertentu dilakukan dengan cara menjumlahkan angka dari bulan tersebut kemudian membaginya dengan banyaknya tahun pada data. Rata-rata tiap bulan dinyatakan sebagai persentase terhadap total rata-ratanya. Pengambilan rata-rata tiap bulan dimaksudkan untuk menghilangkan pengaruh trend.

Pada metode rasio terhadap trend, data asli untuk setiap bulan dinyatakan sebagai persentase dari nilai-nilai trend bulanan. Rata-rata dari

persentase ini merupakan indeks musiman. Apabila rata-rata indeks tidak sama dengan 100 atau jumlahnya tidak sama dengan 1200%, maka perlu diadakan penyesuaian. Akan tetapi indeks musiman yang dihasilkan tidak murni karena masih mengandung unsur siklus dan keacakan.

Perhitungan indeks musiman dengan menggunakan metode rata-rata sederhana dan metode rasio terhadap trend digunakan karena perhitungannya yang mudah. Tetapi metode ini kehilangan daya tariknya seiring dengan dikenalnya komputer yang membantu perhitungan dengan cepat sehingga metode rata-rata bergerak lebih disukai.

Berikut adalah prosedur untuk mencari indeks musiman pada proses dekomposisi dengan metode rasio terhadap rata-rata bergerak :

- i. Hitung rata-rata bergerak yang panjangnya (N) sama dengan panjang musiman.
- ii. Rata-rata bergerak digunakan untuk menghilangkan unsur musiman dan unsur keacakan.
- iii. Rata-rata bergerak yang dihasilkan adalah :

$$M_t = T_t \times C_t \quad (3.16)$$

- iv. Dengan membagi data aktual pada persamaan (3.15) oleh persamaan (3.16), maka I dan E dapat dipisahkan, yaitu :

$$\frac{Y_t}{M_t} = \frac{I_t \times T_t \times C_t \times E_t}{T_t \times C_t} = I_t \times E_t \quad (3.17)$$

- v. Pisahkan unsur keacakan E pada persamaan (3.17) untuk mendapatkan indeks musiman I_t dengan cara sebagai berikut :
 - a. Gunakan rata-rata bergerak medial untuk menghilangkan unsur keacakan E dan yang tersisa hanya faktor musiman.
 - b. Rata-rata medial adalah nilai rata-rata untuk setiap deret waktu setelah dikeluarkan nilai terbesar dan nilai terkecil.
 - c. Indeks musiman diperoleh dari rata-rata medial dikalikan dengan faktor koreksi.

3.2.2 Nilai Trend

Penghitungan nilai trend dapat dilakukan dengan beberapa metode, diantaranya metode linier, metode trend kuadratis dan metode eksponensial. Garis trend pada dasarnya adalah garis regresi dimana variabel bebas X merupakan variabel waktu. Ketiga metode tersebut menggunakan pendekatan metode kuadrat terkecil dengan asumsi $\sum_{i=1}^n X_i = 0$, dan terdapat dua cara agar jumlah nilai variabel waktu adalah nol.

i. Untuk n ganjil

Misalkan terdapat tiga buah data yaitu X_1, X_2, X_3 . Pada umumnya, yang diberi nilai 0 adalah variabel yang di tengah, sehingga $X_1 = -1$, $X_2 = 0$, $X_3 = 1$. Jika banyak data adalah ganjil, maka diperoleh :

$$\begin{aligned} n &= 2k + 1 \\ 2k &= n - 1 \\ k &= \frac{n - 1}{2} \end{aligned}$$

dimana k adalah suatu bilangan bulat dan n adalah banyaknya data. Berdasarkan hal tersebut, data yang akan diberi nilai nol terdapat pada data ke- X_{k+1} .

Misalkan terdapat 3 buah data, maka:

$$k = \frac{n - 1}{2} = \frac{3 - 1}{2} = 1$$

sehingga $X_{k+1} = X_2 = 0$, artinya titik 0 terletak pada X_2 .

Jarak antara dua waktu diberi nilai satu satuan. Untuk nilai yang berada di atas nilai 0 diberi tanda + dan untuk nilai yang berada di bawah 0 diberi tanda -, menjadi $(\dots, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, \dots)$.

ii. Untuk n genap

Jika banyak data adalah genap, maka diperoleh

$$\begin{aligned} n &= 2k \\ k &= \frac{n}{2} \end{aligned}$$

dimana k adalah suatu bilangan bulat dan n adalah banyaknya data. Sehingga data yang akan diberi nilai 0 terletak antara X_k dan X_{k+1} (seolah-olah disisipkan dan tak perlu dituliskan).

Misalkan X_1, X_2, X_3, X_4 , dengan $n = 4$ maka diperoleh $k = 2$ sehingga $X_{k+(k+1)} = 0$ terletak antara data ke-2 dan ke-3. Jarak antara dua waktu diberi nilai dua satuan dan untuk nilai yang berada di atas nilai 0 diberi tanda + dan untuk nilai yang berada di bawah 0 diberi tanda -, menjadi $(\dots - 7, -5, -3, -1, 1, 3, 5, 7, \dots)$. Setelah nilai-nilai X diketahui, maka selanjutnya akan ditentukan nilai trend dengan metode-metode yang telah dijelaskan pada Bab 2.

Metode yang dipilih adalah metode yang mempunyai nilai *R-square* paling besar dan memiliki tingkat kesalahan paling kecil. Adapun pengujian metode untuk memilih trend yang harus dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Uji Kecocokan (*lack of fit*)

Berikut ini disajikan tabel ANOVA untuk pengujian model regresi.

Tabel 3.1
Uji ANOVA

Sumber Variasi	df	Jumlah Kuadrat	Rata-Rata Kuadrat	Test F
Regresi	k	SSR	MSR	F
Kesalahan	n-k-1	SSE	MSE	
Total	n-1			

Hipotesis pada uji kecocokan ini adalah

H_0 : Kontribusi variabel independen terhadap variabel dependen tidak signifikan

H_1 : Kontribusi variabel independen terhadap variabel dependen signifikan

dengan uji statistik

$$F_{hitung} = \frac{MSR}{MSE}, \text{ dengan derajat bebas } (k, n - k - 1)$$

Pengambilan keputusan menggunakan angka pembanding F_{hitung} dengan kriteria pengujian tolak H_0 jika $F_{hitung} > F_{tabel}$, dengan $\alpha = 5\%$.

2. Pengujian Signifikansi Parameter Regresi

Pengujian parameter regresi pada hasil pengamatan dilakukan dengan menggunakan uji t. Hal ini dilakukan untuk menguji signifikansi parameter regresi secara statistik. Dengan langkah-langkah pengujian sebagai berikut :

a. Uji Keberartian Intersep

Perumusan hipotesis :

$$H_0: \alpha = 0$$

$$H_1: \alpha \neq 0$$

H_0 : Intersep untuk model regresi tidak signifikan.

H_1 : Intersep untuk model regresi signifikan.

dengan uji statistik :

$$t_{hitung} = \frac{a - \alpha}{s_b}$$

dengan: $s_b = \frac{s_e}{\sqrt{SS_x}}$, $s_e = \sqrt{\frac{SSE}{n-2}}$, $SS_x = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}$,

$$SSE = \sum (y - \hat{y})^2 = \sum y^2 - a \sum y - b \sum xy$$

Pengambilan keputusan menggunakan angka pembanding t tabel dengan kriteria sebagai berikut:

$$t_{tabel} = t_{\left(\frac{\alpha}{2}, n-2\right)}$$

- Jika $t_{hitung} < -t_{tabel}$ atau $t_{hitung} > t_{tabel}$, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima
- Jika $-t_{tabel} \leq t_{hitung} \leq t_{tabel}$, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak

b. Uji Keberartian Koefisien Regresi

Perumusan hipotesis :

$$H_0: \beta = 0$$

$$H_1: \beta \neq 0$$

H_0 : Koefisien regresi untuk model regresi tidak signifikan.

H_1 : Koefisien regresi untuk model regresi signifikan.

dengan uji statistik :

$$t_{hitung} = \frac{b - \beta}{s_b}$$

dengan: $s_b = \frac{s_e}{\sqrt{SS_x}}$, $s_e = \sqrt{\frac{SSE}{n-2}}$, $SS_x = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}$,

$$SSE = \sum (y - \hat{y})^2 = \sum y^2 - a \sum y - b \sum xy$$

Pengambilan keputusan menggunakan angka pembanding t tabel dengan kriteria sebagai berikut:

$$t_{tabel} = t_{\left(\frac{\alpha}{2}, n-2\right)}$$

- c. Jika $t_{hitung} < -t_{tabel}$ atau $t_{hitung} > t_{tabel}$, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima
- d. Jika $-t_{tabel} \leq t_{hitung} \leq t_{tabel}$, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak

3.2.3 Indeks Siklus

Siklus merupakan suatu perubahan atau gelombang naik dan turun dalam suatu periode serta berulang pada periode lain. Dalam perekonomian, siklus dikenal sebagai resesi, *recovery*, *boom* dan krisis.

Suatu siklus biasanya mempunyai periode tertentu untuk kembali ke titik asalnya. Siklus juga memiliki frekuensi, yaitu siklus yang dapat diselesaikan dalam satu periode waktu. Untuk memperoleh indeks siklus ditentukan dengan cara membagi *moving average* dengan trend seperti yang ditunjukkan pada persamaan (3.19).

$$M_t = T_t \times C_t \quad (3.18)$$

$$\frac{T_t \times C_t}{T_t} = C_t \quad (3.19)$$

3.2.4 Menentukan *Error* (Keacakan)

Variasi gerak tak beraturan merupakan suatu perubahan berupa kenaikan dan penurunan yang tidak beraturan baik dari sisi waktu maupun lamanya siklus. Penyebab kondisi ini misalnya perang, krisis dan bencana alam. Penentuan indeks *error* dapat dilakukan dengan cara memisahkan komponen E_t , yaitu dengan membagi data asli dengan faktor T, I dan C .

$$\frac{Y_t}{T_t \times C_t \times I_t} = \frac{T_t \times C_t \times I_t \times E_t}{T_t \times C_t \times I_t} = E_t \quad (3.20)$$

3.3 Ketepatan Metode Peramalan

Dalam peramalan, ketepatan dipandang sebagai kriteria penolakan untuk memilih suatu metode peramalan. Kata ketepatan (*accuracy*) merujuk pada kesesuaian suatu metode peramalan tersebut untuk mengolah suatu

data. Jika metode yang digunakan sudah dianggap benar untuk melakukan peramalan, maka pemilihan metode peramalan terbaik didasarkan pada tingkat kesalahan prediksi (Santoso, 2009:40).

Alat ukur yang digunakan untuk menentukan besarnya kesalahan prediksi antara lain :

1. *Mean Squared Deviation (MSD)*

$$MSD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - F_t)^2 \quad (3.21)$$

2. *Mean Absolute Deviation (MAD)*

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |Y_t - F_t| \quad (3.22)$$

3. *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*

$$MAPE = \frac{100\%}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - F_t}{Y_t} \right| \quad (3.23)$$

dengan n menyatakan banyaknya data,

Y_t menyatakan data aktual pada waktu t ,

F_t menyatakan data hasil peramalan pada waktu t .

Semakin kecil nilai yang dihasilkan oleh ketiga alat ukur tersebut, maka metode peramalan yang digunakan akan semakin baik.