

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Pengertian Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis*)

Kata "*Elaeis*" adalah dari bahasa Yunani, artinya "minyak". Tumbuhan ini digunakan untuk usaha pertanian komersial dalam produksi minyak sawit. Kelapa sawit (*Elaeis Guineensis*) bukanlah tanaman asli Indonesia melainkan masuk ke Indonesia di bawa oleh pemerintah kolonial Belanda pada tahun 1848. Pada tahun 1911 di mulailah budidaya kelapa sawit di Deli (pantai timur Sumatera) dan di Aceh oleh seorang Belgia bernama *Adrien Hallet*. (Gapki.id 2018)

3.2 Crude Palm Oil (CPO)

Crude Palm Oil adalah minyak kelapa sawit mentah yang berwarna kemerah-merahan yang diperoleh dari hasil ekstraksi atau dari proses pengempaan daging buah kelapa sawit. Adapun fungsi atau guna dari *Crude Palm Oil (CPO)* adalah industri sabun berupa bahan penghasil busa, industri baja berupa bahan pelumas, industri pangan berupa minyak goreng, margarin, *shortening*, dan *vegetable ghee*, industri *oleokimia*, antara lain berupa *fatty acids*, *fatty alcohol* dan *glycerin*, dan *biodiesel*. (A Famani, 2014)

3.3 Statistika Deskriptif

Statistika *deskriptif* adalah statistik yang berfungsi untuk mendiskripsikan atau memberi gambaran terhadap obyek yang diteliti melalui data sampel atau populasi sebagaimana adanya, tanpa melakukan analisis dan membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum (Sugiono, 2009)

Data bisa diringkas tanpa mengurangi informasi yang akan di sampaikan secara baik dan teratur, dapat berbentuk tabel atau presentasi grafik sebagai dasar untuk pengambilan keputusan (Statistik Inferensi).

3.4 Pengertian *Forecasting*

forecasting (prediksi) merupakan proses memperkirakan secara sistematis tentang apa yang mungkin terjadi dimasa yang akan datang berdasarkan informasi masa lalu dan sekarang yang dimiliki agar kesalahannya dapat diperkecil (Riduwan, 2010). Peramalan tidak menghasilkan suatu kepastian melainkan suatu kemungkinan yang memiliki galat sehingga dapat memberikan kontribusi dalam menentukan keputusan yang terbaik. Sedangkan menurut Heizer dan Render (2001), peramalan merupakan proses memprediksi sesuatu dimasa depan menggunakan data dari masa lalu dan memroyeksikannya ke masa depan dengan menggunakan beberapa bentuk model matematis. Berdasarkan bentuk datanya, peramalan dibagi menjadi dua yaitu peramalan *kualitatif* dan peramalan *kuantitatif*. Peramalan *kualitatif* adalah peramalan yang dilakukan menggunakan data *kategorik* dari masa lalu. Peramalan kuantitatif adalah peramalan yang dilakukan menggunakan bentuk data *numerik* dengan asumsi bahwa beberapa aspek pola pada masa lalu terus berlanjut di masa yang akan datang (Martiningtyas, 2004)

3.5 Analisis Runtun Waktu

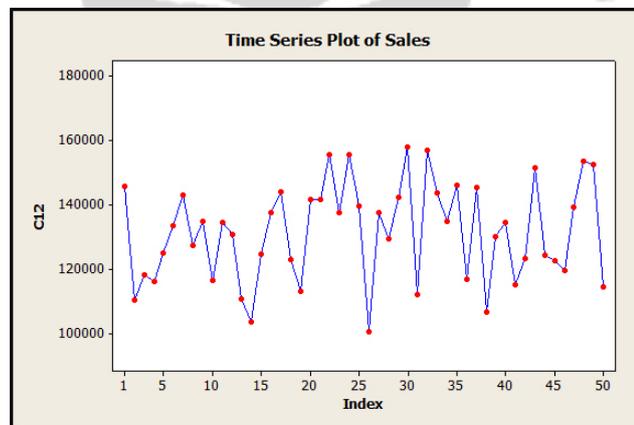
Analisis runtun waktu pertama kali diperkenalkan dan dikembangkan pada tahun 1970 oleh Box dan Jenkins. Runtun waktu adalah himpunan observasi terurut dalam waktu atau dalam dimensi lain. Waktu antara dua observasi yang berurutan biasanya adalah konstan atau tidak dapat dilakukan akumulasi terhadap observasi untuk suatu periode waktu yang digunakan tidak benar-benar konstan misalnya bulan kalender. Menurut sejarah nilai observasinya, runtun waktu dibedakan menjadi dua yaitu runtun waktu deterministik dan runtun waktu stokastik. Runtun waktu deterministik adalah suatu runtun waktu dimana keadaan yang akan datang 10 dapat diramalakan secara pasti dan tidak perlu penyelidikan kembali. Runtun waktu stokastik adalah suatu runtun waktu dimana keadaan yang akan datang bersifat probabilistik, menurut observasi yang di masa lampau (Soejoeti, 1987). *Data time series* yaitu data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu untuk melihat perkembangan suatu kegiatan (misal perkembangan penjualan, harga dan lain sebagainya), apabila data digambarkan akan

menunjukkan fluktuasi dan dapat digunakan untuk dasar penarikan trend yang dapat digunakan untuk dasar peramalan yang berguna untuk dasar perencanaan dan penarikan kesimpulan (Supranto, 2001).

Ketika sebuah deret waktu disajikan ke dalam bentuk plot, maka akan tergambarakan sebuah pola-pola tertentu dari data deret waktu. Menurut Makridakis dan Wheelwright (1999), pola data time series dapat dibedakan menjadi empat jenis.

1. Pola Horizontal

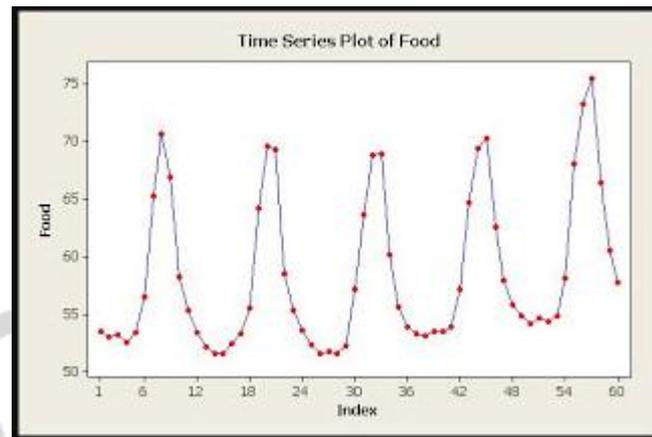
Pola data horizontal terjadi saat data observasi berfluktuasi di sekitaran suatu nilai konstan atau *mean* yang membentuk garis horizontal. Data ini disebut juga dengan data stasioner. Contoh plot data horizontal adalah pada **gambar 3.1** yaitu berupa plot data penjualan. Jumlah penjualan selalu meningkat atau menurun pada suatu nilai konstan secara konsisten dari waktu ke waktu.



Gambar 3.1 Pola data Horizontal

2. Pola Musiman (Seasonal)

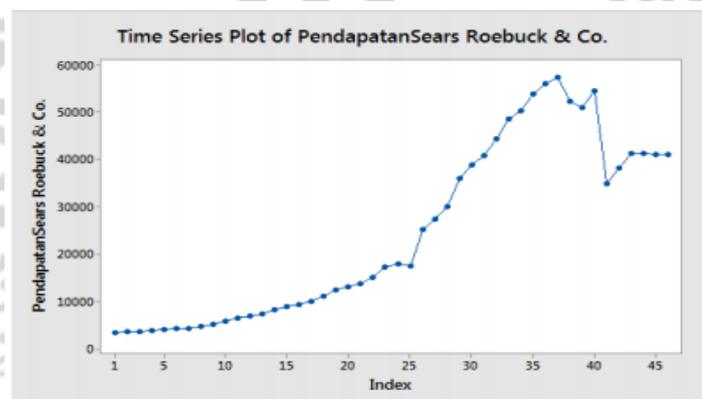
Pola data musiman terjadi bilamana suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman. Pola data musiman dapat mempunyai pola musim yang berulang dari periode ke periode berikutnya. Misalnya pola yang berulang setiap bulan tertentu, tahun tertentu atau pada minggu tertentu. Contoh dari data musiman ada pada **gambar 3.2** yaitu plot suplai bahan makanan tiap bulan. Dari plot tersebut terlihat bahwa terjadi pola yang berulang setiap periode dua belas bulan, sehingga bisa disimpulkan bahwa data tersebut merupakan pola data musiman.



Gambar 3.2 Pola data Seasonal

3. Pola Siklis

Pola siklis terjadi apabila pola data deret waktu mengalami fluktuasi ekonomi jangka panjang berhubungan dengan siklus bisnis. Misal penjualan produk seperti mobil dan peralatan utama lainnya. Pengaruh siklis sulit diprediksi karena pengaruhnya berulang tetapi tidak periodik. Pola ini masih terus dikembangkan dan diteliti lebih lanjut pemodelannya sehingga dapat diperoleh hasil yang tepat. Pada **gambar 3.3** menunjukkan pola data dengan pergerakan siklis pada data pajak perusahaan Sears Roebuck &Co.

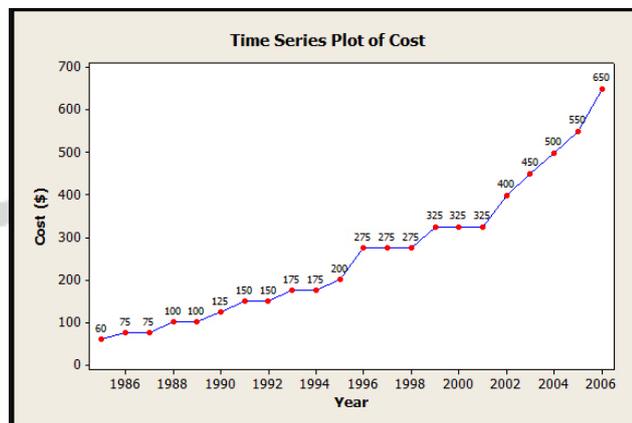


Gambar 3.3 Pola data Siklis

4. Pola Trend

Pola data *trend* terjadi bilamana data pengamatan mengalami kenaikan atau penurunan selama periode jangka panjang. Suatu data pengamatan yang mempunyai *trend* disebut data nonstasioner. Plot data trend dicontohkan pada

gambar 3.4 yaitu berupa data harga suatu produk yang meningkat dari tahun ke tahun.



Gambar 3.4 Pola data Trend

3.6 Jenis Data Berdasarkan Waktu

Statistika adalah ilmu yang mempelajari tentang data. Beberapa jenis data menurut waktu dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu sebagai berikut (Rosadi, 2006).

1. *Data cross-section*, adalah jenis data yang dikumpulkan untuk jumlah variabel pada suatu titik waktu tertentu. Model yang digunakan untuk memodelkan tipe ini adalah model *regresi*.
2. *Time Series* (Runtun waktu) data yakni jenis data yang dikumpulkan menurut urutan waktu dalam suatu rentang waktu tertentu. Jika waktu dipandang bersifat diskrit (waktu dapat dimodelkan bersifat kontinu), frekuensi pengumpulan selalu sama (*equidistant*). Dalam kasus diskrit, frekuensi dapat berupa misalnya detik, menit, jam, hari, minggu, bulan atau tahun.
3. *Panel/Pooled data*, yakni tipe data yang dikumpulkan menurut urutan waktu dalam suatu rentang waktu tertentu pada sejumlah individu/kategori. Model yang digunakan untuk pemodelan data tipe ini seperti model data panel, model runtun waktu multivariat. Secara ekuivalen, dikenal juga tipe data *Longitudinal*, dengan frekuensi data tidak harus equidistant, namun analisa fokusnya berbeda dengan model panel.

3.7 Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* merupakan komponen pembentuk *soft computing*. Hal utama dari *fuzzy logic* adalah teori himpunan *fuzzy*. Himpunan *fuzzy* merupakan kelas objek dengan rangkaian nilai keanggotaan. Himpunan tersebut ditandai dengan fungsi keanggotaan yang diberikan kepada setiap objek dengan nilai berkisar antara nol dan satu. Notasi yang digunakan antara lain inclusion, union, intersection, komplemen, relasi, berbagai sifat dari notasi dalam konteks himpunan *fuzzy* juga diterapkan. Secara khusus, teorema pemisah untuk himpunan *fuzzy* adalah memberikan pemisah tanpa harus benar-benar memisahkan himpunan *fuzzy* tersebut (Zadeh, 1965).

Menurut Susilo (2006), Logika *fuzzy* pertama kali dikembangkan oleh Lotfi Azker Zadeh melalui tulisannya pada tahun 1965 tentang teori himpunan *fuzzy*. Himpunan *fuzzy* adalah konsep yang mendasari lahirnya logika *fuzzy*. Zadeh memperluas teori mengenai himpunan klasik menjadi himpunan *fuzzy* sehingga himpunan klasik merupakan kejadian khusus dari himpunan *fuzzy*. Himpunan *fuzzy* adalah himpunan yang anggotanya memiliki derajat keanggotaan tertentu yang nilainya berada pada selang tertutup $[0,1]$. Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami himpunan fuzzy (Susilo, 2003), yaitu:

1. Variabel *fuzzy* merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem fuzzy. Contoh: permintaan, persediaan, produksi.
2. Himpunan *fuzzy* merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*. Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2013), himpunan *fuzzy* memiliki dua atribut, yaitu Linguistik atau penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami. Contoh: muda, parobaya, tua. Sedangkan yang kedua adalah Numerik, yaitu suatu nilai angka yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel. Contoh: 3, 4, 17.
3. Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*. Contoh: semesta pembicaraan untuk variabel temperatur: $X = [0,100]$.

4. Domain himpunan *fuzzy* adalah keseluruhan nilai yang diizinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*. Contoh domain himpunan fuzzy untuk semesta $X = [0, 120]$.

Pada himpunan fuzzy nilai keanggotaan terletak pada rentang 0 sampai 1, yang berarti himpunan fuzzy dapat mewakili interpretasi tiap nilai berdasarkan pendapat atau keputusan probabilitasnya. Nilai 0 menunjukkan salah dan nilai 1 menunjukkan benar dan masih ada nilai-nilai yang terletak antara benar dan salah, dengan kata lain kebenaran suatu item tidak hanya benar atau salah (Zadeh, 1965).

3.8 Fuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah tahap pertama dari proses inferensi *fuzzy*. Pada tahap ini data masukan diterima dan sistem menentukan nilai fungsi keanggotaannya serta mengubah variabel numerik (variabel non fuzzy) menjadi variabel linguistik (variabel fuzzy) (Jang dan Mizutani, 1997). Dengan kata lain, fuzzifikasi merupakan pemetaan *crisp points* (titik-titik numerik) ke gugus *fuzzy* dalam semesta pembicaraan. Sebuah pemagar adalah sebuah operator yang mentransformasikan sebuah kumpulan *fuzzy* ke dalam kumpulan fuzzy lainnya yang diintensifkan atau dijarangkan. Fungsi keanggotaan memberi arti atau mendefinisikan ekspresi linguistik menjadi bilangan yang dapat dimanipulasi. Fuzzifikasi memperoleh suatu nilai dan mengkombinasikannya dengan fungsi keanggotaan untuk menghasilkan nilai *fuzzy* (Sibigtroth 1992). Fuzzifikasi merupakan proses penentuan sebuah bilangan input masing-masing gugus *fuzzy* (Viot 1993).

3.9 Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah suatu proses yang menggabungkan seluruh *fuzzy output* menjadi sebuah hasil spesifik yang dapat digunakan untuk masing-masing sistem output (Jang dan Mizutani, 1997). Penegasan atau defuzzifikasi merupakan langkah terakhir dalam sebuah sistem kendali logika *fuzzy*, dimana tujuan dari defuzzifikasi adalah untuk menkonversikan setiap hasil dari *inference engine* yang diekspresikan dalam bentuk *fuzzy set* ke dalam suatu bilangan real. Hasil dari konversi tersebut adalah aksi yang diambil oleh kendali logika *fuzzy*. Oleh karena itu, pemilihan metode defuzzifikasi yang sesuai juga turut memberikan pengaruh

pada sistem kendali logika *fuzzy* dalam menghasilkan respon yang optimum (Sutikno, 2012).

3.10 Fuzzy Time Series

Fuzzy time series merupakan suatu metode peramalan data yang menggunakan prinsip-prinsip *fuzzy* dasar yang dikembangkan oleh L. Zadeh yang kemudian dikembangkan oleh Song dan Chissom pada tahun 1993 untuk memecahkan permasalahan pada prediksi pendaftaran mahasiswa baru dengan *data time series*. Kemudian model dari Song dan Chissom dikembangkan lagi oleh Chen dengan memanfaatkan operasi aritmatika untuk memecahkan masalah dengan kasus yang sama. Peramalan dengan menggunakan metode *fuzzy time series* menangkap pola dari data yang telah lalu kemudian digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang (Berutu, 2013). *Fuzzy Time Series (FTS)* merupakan metode peramalan data yang menggunakan konsep *fuzzy set* sebagai dasar perhitungannya. Sistem peramalan dengan metode ini bekerja dengan menangkap pola dari data historis kemudian digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang. Prosesnya juga tidak membutuhkan suatu sistem pembelajaran dari suatu sistem yang rumit, sebagaimana yang ada pada algoritma genetika dan *neural network* sehingga mudah untuk digunakan dan dikembangkan (Robandi, 2006).

3.11 Fuzzy Time Series Menurut Cheng

Algoritma Chen mempunyai beberapa kekurangan, yaitu tidak mempertimbangkan adanya pengurangan dan tidak adanya pembobotan (*weighted*) yang semakin kecil pada pengamatan yang semakin lama. Beberapa orang kemudian mencoba memperbaiki algoritma Chen. Menurut Cheng, dkk (2008), perbedaan metode tersebut terdapat pada langkah pembentukan *fuzzy set* dan terdapat bobot pada setiap kelompok relasi *fuzzy*. Tahapan *forecasting* data time 20 series menggunakan *fuzzy time series* terboboti berdasarkan cara Cheng adalah sebagai berikut.

1. Membentuk himpunan semesta atau *universe of discourse* (U)

$$U = [D_{min} - D_1; D_{max} + D_2] \quad (3.1)$$

Dengan,

D_1 dan D_2 : Bilangan konstanta yang di tentukan oleh peneliti.

D_{min} : Data dengan nilai terkecil.

D_{max} : Data dengan nilai terbesar

2. Pembentukan interval

- a. Pada langkah ini, himpunan semesta dibagi menjadi beberapa interval dengan jarak yang sama. Dalam penentuan jarak interval ini, salah satu cara yang bisa dipakai adalah dengan menggunakan rumus *Struges*. Beberapa peneliti juga menggunakan rumus *Struges* untuk menentukan jarak interval, seperti Sumartini, dkk (2017).

$$n = 1 + 3,322 \log (N) \quad (3.2)$$

dengan N merupakan banyaknya data historis yang digunakan. Dari hasil tersebut, nantinya akan terbentuk sejumlah nilai linguistik untuk mempresentasikan suatu himpunan *fuzzy* pada interval-interval yang terbentuk dari himpunan semesta (U).

$$U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\} \quad (3.3)$$

Dengan,

U : himpunan semesta

u_i : banyak kelas pada U , untuk $i = 1, 2, \dots, n$.

- b. Menentukan lebar interval

$$l = \frac{[(D_{max} + D_2) - (D_{min} - D_1)]}{n} \quad (3.4)$$

- c. Menentukan nilai tengah atau *midpoint*

$$m_i = \frac{\text{batas bawah} + \text{batas atas}}{2} \quad (3.5)$$

Dari hasil tersebut, maka didapatkan partisi dari himpunan semesta sesuai dengan panjang dari interval.

$$\begin{aligned}
 u_1 &= (D_{min} - D_1; D_{min} - D_1 + l) \\
 u_2 &= (D_{min} - D_1 + l; D_{min} - D_1 + 2l) \\
 u_3 &= (D_{min} - D_1 + 2l; D_{min} - D_1 + 3l) \\
 &\vdots \\
 u_n &= (D_{min} - D_1 + (k - 1)l; D_{min} - D_1 + nl)
 \end{aligned} \tag{3.6}$$

3. Mendefinisikan fuzzifikasi

Secara kasar himpunan *fuzzy* dapat diartikan sebagai suatu kelas bilangan dengan batasan samar. Jika *universe of discourse* (U) adalah himpunan semesta $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$, maka suatu himpunan *fuzzy* A_i dari U dengan derajat keanggotaan umumnya dinyatakan sebagai berikut:

$$A_i = \frac{\mu_{A_i}(u_1)}{u_1} + \frac{\mu_{A_i}(u_2)}{u_2} + \frac{\mu_{A_i}(u_3)}{u_3} + \dots + \frac{\mu_{A_i}(u_n)}{u_n} \tag{3.7}$$

Dimana, $\mu_{A_i}(u_j)$ adalah derajat keanggotaan dari u_j ke A_i , dimana $\mu_{A_i}(u_j) \in [0,1]$ dan $1 \leq j \leq n$. Nilai derajat keanggotaan dari $\mu_{A_i}(u_j)$ didefinisikan sebagai berikut:

$$\mu_{A_i}(u_j) = \begin{cases} 1 & \text{jika } i = j \\ 0,5 & \text{jika } i = j - 1 \text{ atau } j + 1 \\ 0 & \text{yang lainnya} \end{cases} \tag{3.8}$$

Hal tersebut dapat digambarkan dengan aturan sebagai berikut ini:

Aturan 1: Jika data aktual X_t termasuk dalam u_j , maka derajat keanggotaan untuk u_j adalah 1, dan u_{j+1} adalah 0,5 dan jika bukan u_j dan u_{j+1} , berarti dinyatakan nol.

Aturan 2: Jika data aktual X_t termasuk dalam u_j , $1 \leq i \leq n$ maka derajat keanggotaan untuk u_j adalah 1, untuk u_{j-1} dan u_{j+1} adalah 0,5 dan jika bukan u_j , u_{j-1} dan u_{j+1} berarti dinyatakan nol.

Aturan 3: Jika data aktual X_t termasuk dalam u_i , maka derajat keanggotaan untuk u_j adalah 1, dan untuk u_{j-1} adalah 0,5 dan jika bukan u_j dan u_{j-1} berarti dinyatakan nol (Boaisha dan Amaitik, 2010).

4. *Membentuk Fuzzy Logic Relationships (FLR) dan Fuzzy Logic Relationships Group (FLRG).*

Hubungan diidentifikasi berdasarkan hasil dari *fuzzifikasi* data *time series*. Jika variabel *time series* ($t-1$) merupakan *fuzzifikasi* sebagai A_k dan (t) merupakan hasil *fuzzifikasi* sebagai A_m , maka A_k berhubungan dengan A_m . Hubungan yang seperti ini dinotasikan sebagai $A_k \rightarrow A_m$, dimana A_k merupakan data historis saat sekarang (*current state*) dan A_m merupakan data historis selanjutnya dari waktu sekarang (*next state*).

Contoh jika FLR berbentuk $A_1 \rightarrow A_2, A_1 \rightarrow A_1, A_1 \rightarrow A_3, A_1 \rightarrow A_1$

FLRG yang terbentuk adalah $A_1 \rightarrow A_1, A_2, A_3$

5. Menentukan pembobotan

Menentukan bobot relasi FLR menjadi *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG) dengan memasukkan semua hubungan dan memberikan bobot berdasarkan pada urutan dan perulangan yang sama. FLR yang memiliki *current state* (A_i) yang sama digabungkan menjadi satu grup ke dalam bentuk matriks pembobotan. Kemudian mentransfer bobot tersebut ke dalam matriks pembobot yang persamaannya ditulis berikut.

$$W = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \cdots & w_{1p} \\ w_{21} & w_{22} & \cdots & w_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{q1} & w_{q2} & \cdots & w_{qp} \end{bmatrix}$$

(3.9)

dimana W merupakan matriks pembobot dan w_{ij} merupakan bobot matriks pada baris ke- i dan kolom ke- j dengan $i = 1, 2, \dots, q$; $j = 1, 2, \dots, p$. Selanjutnya mentransfer bobot FLRG ke dalam bentuk matriks pembobot yang telah distandarisasi (W^*) yang mempunyai persamaan seperti berikut.

$$W^* = \begin{bmatrix} w_{11}^* & w_{12}^* & \cdots & w_{1p}^* \\ w_{21}^* & w_{22}^* & \cdots & w_{2p}^* \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{q1}^* & w_{q2}^* & \cdots & w_{qp}^* \end{bmatrix} \quad (3.10)$$

dimana W^* merupakan matriks pembobot terstandarisasi dengan rumus sebagai berikut.

$$W_{ij} = \frac{W_{ij}}{\sum_{j=1}^p W_j} \quad (3.11)$$

6. Defuzzifikasi data peramalan

Untuk menghasilkan nilai peramalan, matriks pembobot terstandarisasi W^* dikalikan dengan (m_i merupakan nilai tengah pada himpunan *fuzzy*). Sehingga perhitungan peramalannya menjadi:

$$F_i = W_{i1}^*(m_1) + W_{i2}^*(m_2) + \cdots + W_{ip}^*(m_p) \quad (3.12)$$

dimana F_i adalah hasil peramalan, dengan w_{ip}^* merupakan persamaan 22. Jika hasil dari *fuzzifikasi* pada periode ke- i adalah A_i , dan A_i tidak mempunyai FLR pada FLRG atau dapat dituliskan dengan kondisi $A_j \rightarrow \emptyset$, dimana nilai maksimum derajat keanggotaan berada pada u_i , maka nilai dari prediksi (F_i) adalah nilai tengah u_i , atau dapat didefinisikan dengan m_i (Fahmi dkk, 2013).

3.12 Akurasi Peramalan

Tujuan dari analisis runtun waktu (*time series*) adalah untuk meramalkan nilai masa depan (Wei, 2006). Dalam semua situasi peramalan mengandung derajat ketidakpastian. Kita mengenali fakta ini dengan memasukkan unsur kesalahan (*error*) dalam perumusan sebuah peramalan deret waktu. Sumber penyimpangan dalam peramalan bukan hanya disebabkan oleh unsur *error*, tetapi ketidakmampuan suatu model peramalan mengenali unsur yang lain dalam deret data juga mempengaruhi besarnya penyimpangan dalam peramalan. Jadi besarnya penyimpangan hasil peramalan bisa disebabkan oleh besarnya faktor yang tidak diduga (*outliers*) dimana tidak ada metode peramalan yang mampu menghasilkan

peramalan yang akurat, atau bisa juga disebabkan metode peramalan yang digunakan tidak dapat memprediksi dengan tepat komponen trend, komponen musiman, atau komponen siklus yang mungkin terdapat dalam deret data, yang berarti metode yang digunakan tidak tepat (Bowerman dan O'Connell, 1987). Berikut adalah metode yang dapat digunakan:

1. Nilai tengah galat absolut atau *mean absolute error* (MSE)

Mean Squared Error adalah kuadrat rata-rata kesalahan meramal. Rumusnya sebagai berikut:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (D_i - F_i)^2 \quad (3.13)$$

dengan

D_i = data aktual periode ke- i

F_i = data ramalan periode ke- i

n = jumlah periode

Metode ini mudah menghitungnya dan sederhana, tetapi mempunyai kelemahan-kelemahan antara lain :

- a. Perlu data histories yang cukup.
- b. Data tiap periode diberi weight (bobot) sama.
- c. Jika fluktuasi data tidak random, tidak menghasilkan *forecasting* yang baik

2. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

Mean Absolute Percentage Error merupakan nilai tengah kesalahan persentase absolute dari suatu peramalan. Dengan rumus sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{D_i - F_i}{D_i} \right| \times 100\%. \quad (3.14)$$