BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Deret Waktu

Deret Waktu adalah rangkaian data yang berupa pengamatan yang diukur selama kurun waktu tertentu, berdasarkan waktu dengan interval yang sama. Dengan adanya deret waktu tersebut menjadikan adanya analisis deret waktu yang merupakan metode untuk mempelajari deret waktu, baik dari segi teori maupun untuk membuat peramalan. Peramalan deret waktu adalah penggunaan model untuk memprediksi nilai di waktu mendatang berdasarkan peristiwa yang telah terjadi.

Peramalan suatu data deret waktu perlu memperhatikan tipe atau pola data. Pola pergerakan data atau nilai variabel dapat diikuti dengan adanya data deret waktu, sehingga data deret waktu dapat digunakan sebagai dasar untuk pembuatan keputusan pada saat ini, peramalan keadaan perdagangan dan ekonomi pada masa yang akan datang, perencanaan kegiatan untuk masa depan (Anwary, 2011).

Adapun pola data pada data deret waktu dikelompokkan menjadi empat jenis yaitu (Makridakis, 1992) :

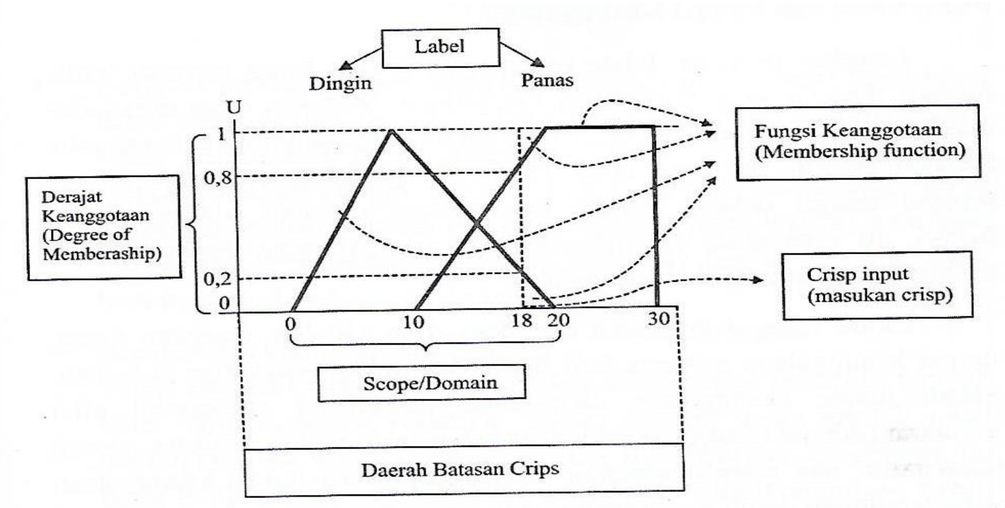
1. Pola Horizontal (H) yaitu pola data yang terjadi jika data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang konstan
2. Pola Musiman (S) yaitu pola data yang terjadi jika deret data dipengaruhi faktor musiman (misalnya kuartal tahun tertentu, bulanan, atau hari-hari pada minggu tertentu).

3. Pola Siklis (C) yaitu pola data yang terjadi jika data dipengaruhi fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti yang berhubungan dengan siklus bisnis.
4. Pola Data Trend (T) yaitu pola data yang terjadi jika terjadi kenaikan ataupun penurunan sekuler jangka panjang pada data

2.2. Fuzzy

Konsep logika *fuzzy* (logika samar) pertama kali diperkenalkan oleh Lotfi A. Zadeh dari University of California, Barkeley pada tahun 1965, yang merupakan alternatif dari logika tegas (*crisp logic*). Dalam teori logika *fuzzy*, sistem *fuzzy* tidak dimaksudkan untuk mengacu pada sistem yang tidak jelas atau kabur. Sebaliknya, yang dimaksud dengan sistem *fuzzy* adalah sebuah sistem yang dibangun dengan definisi, cara kerja, dan deskripsi yang jelas berdasar pada teori logika *fuzzy*.

Sistem *fuzzy* dapat dipahami dengan pengenalan konsep dasar yang berhubungan dengan logika *fuzzy* (Setiadji, 2009). Berikut adalah konsep dasar pada logika sistem *fuzzy* :



Gambar 2.1 Kerangka Sistem *Fuzzy*

Keterangan :

- Derajat keanggotaan : derajat dimana nilai crisp compatible dengan fungsi keanggotaan (dari 0 sampai 1), juga mengacu sebagai tingkat keanggotaan, nilai kebenaran atau masukan *fuzzy*.
- Label : nama deskriptif yang digunakan untuk mengidentifikasi suatu fungsi keanggotaan. Contoh dalam Gambar 2.1. pada temperatur terdapat lebel dingin dan panas.
- Fungsi keanggotaan : mendefinisikan himpunan *fuzzy* dengan memetakan masukan crisp dari domainya ke derajat keanggotaan.
- Masukan crisp : masukan yang tegas dan tertentu.
- Lingkup/domain : lebar daerah awal keanggotaan. Contoh dalam Gambar 2.1. pada temperatur terdapat domain dari 0 sampai 30
- Daerah batasan crisp : jangkauan seluruh nilai yang mungkin dapat diaplikasi pada sistem variabel.

2.2.1. Himpunan Fuzzy

Teori logika fuzzy dikenal himpunan fuzzy (*fuzzy sets*) yang merupakan pengelompokan sesuatu berdasarkan variabel bahasa (*linguistik variabel) yang* dinyatakan dalam fungsi keanggotaan. Di dalam semesta pembicaraan (*universe of* dicourse) fungsi keanggotaan dari suatu himpunan fuzzy tersebut bernilai 0 sampai dengan 1. Dengan 1 memiliki arti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan tertentu dan 0 memiliki arti bahwa suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan tertentu.

Misalkan E suatu himpunan sederhana dan A suatu himpunan bagianya $A \in E$. Pengertian keanggotaan ini dapat pula dinyatakan melalui konsep fungsi karakteristik μ_A, dimana harga $\mu_A(X)$ menyatakan apakah $x \in A$ atau $x \notin A$. (Setiadji, 2009)

$$\mu_A(X) = \begin{cases} 1 \ , \ jika \ x \in A \\ 0 \ , \ jika \ x \notin A \end{cases} \qquad (2.1)$$

2.2.2. Fungsi Keanggotaan *Fuzzy*

Fungsi Keanggotaan (*Membership Function*) dalam himpunan *fuzzy* adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan elemen-elemen input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut derajat keanggotaan) yang memiliki interval 0 sampai 1. Beberapa jenis fungsi yang biasa digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan yaitu (Kusumadewi et al. 2004):

1. Representasi Linier

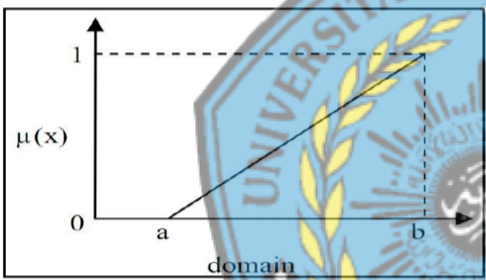
Pada representasi linier, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Ada dua jenis himpunan *fuzzy* yang linier, yaitu linier naik dan linier turun. Linier naik dimulai dari domain yang memilki derajat keanggotaan nol (0) lalu bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan yang lebih tinggi. Linier turun dimulai dari domain yang memilki derajat keanggotaan paling tinggi lalu bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan yang lebih rendah.

Fungsi keanggotaan untuk representasi linier naik :

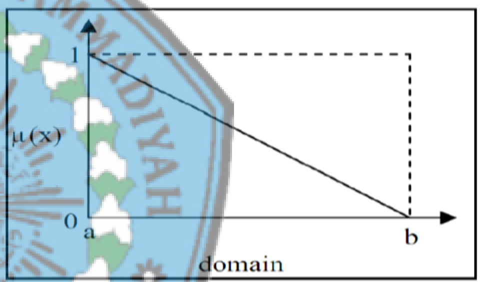
$$\mu[x] = \begin{cases} 0 & , jika \quad x \le a \\ \dfrac{(x-a)}{(b-a)} & , jika \quad a \le x \le b \\ 1 & , jika \quad x \ge b \end{cases} \tag{2.2}$$

Fungsi keanggotaan untuk representasi linier turun :

$$\mu[x] = \begin{cases} \dfrac{(b-x)}{(b-a)} & , jika \quad a \le x \le b \\ 0 & , jika \quad x \ge b \end{cases} \tag{2.3}$$



Gambar 2.2. Grafik Fungsi Keanggotaan pada Representasi Linier Naik

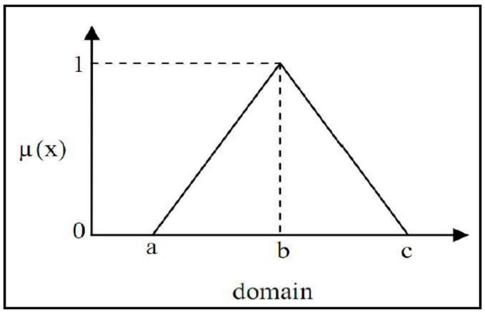


Gambar 2.3. Grafik Fungsi Keanggotaan pada Representasi Linier Turun

2. Representasi Kurva Segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara dua garis (linier). Fungsi keanggotaan untuk representasi kurva segitiga :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0 & , jika \quad x \le a \\ \dfrac{(x-a)}{(b-a)} & , jika \quad a \le x \le b \\ \dfrac{(c-x)}{(c-b)} & , jika \quad b \le x \le c \\ 0 & , jika \quad x \ge c \end{cases} \tag{2.4}$$

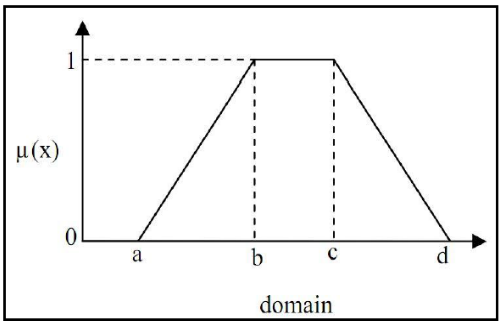


Gambar 2.4 Grafik Fungsi Keanggotaan pada Representasi Kurva Segitiga

3. Representasi Kurva Trapesium

Kurva trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1. Fungsi keanggotaan untuk representasi kurva trapesium :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0 & , jika \quad x \le a \\ \dfrac{(x-a)}{(b-a)} & , jika \quad a \le x \le b \\ 1 & , jika \quad b \le x \le c \\ \dfrac{(d-x)}{(d-c)} & , jika \quad c \le x \le d \\ 0 & , jika \quad x \ge d \end{cases} \qquad (2.5)$$

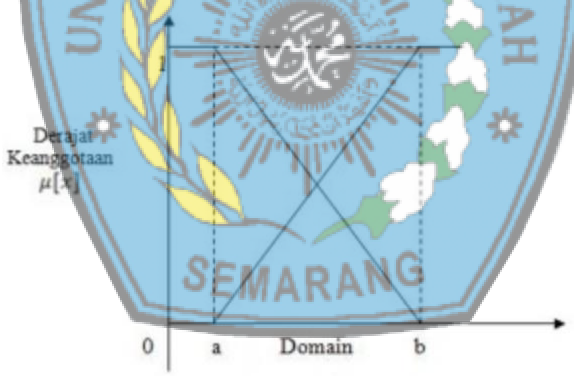


Gambar 2.5. Grafik Fungsi Keanggotaan pada Representasi Kurva Trapesium

4. Representasi Kurva Bentuk Bahu

Kurva bahu adalah kurva yang mempresentasikan bukan hanya satu buah himpunan, melainkan terdiri dari beberapa himpunan. Pada kurva bahu ini memiliki bahu di sebelah kanan dan kirinya. Fungsi keanggotaan untuk representasi kurva bentuk bahu:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0 & , jika \quad x \le b \\ \dfrac{(b-x)}{(b-a)} & , jika \quad a \le x \le b \\ 1 & , jika \quad x \le a \\ 0 & , jika \quad x \ge a \\ \dfrac{(x-a)}{(b-a)} & , jika \quad a \le x \le b \\ 0 & , jika \quad x \ge b \end{cases} \qquad (2.6)$$



Gambar 2.6 Grafik Fungsi Keanggotaan pada Representasi Kurva Bentuk Bahu

2.2.3. Fuzzifikasi dan Defuzifikasi

Fuzzifikasi adalah langkah pertama dalam memproses logika *fuzzy* menurut tranformasi domain dimana masukan crisp ditranformasikan kedalam masukan *fuzzy*. Defuzzifikasi adalah sebuah metode penegasan yang digunakan untuk menghasilkan nilai variabel solusi yang diinginkan dari suatu daerah konsekuen samar (*fuzzy*) (Setiadji, 2009). Defuzzifikasi ini merupakan komponen penting dalam pemodelan sistem samar (Cox, 1944). Pemilihan fungsi penegasan (defuzzifikasi) biasanya ditentukan oleh beberapa kriteria (Wang, 1997) :

1. Masuk akal (*plausibility*) artinya secara intuitif bilangan tegas Z dapat diterima sebagai bilangan yang mewakili himpunan samar kesimpulan dari semua himpunan samar keluaran untuk setiap aturan.
2. Perhitungan sederhana (*computational simpelicity*) artinya diharapkan perhitungan untuk menentukan bilangan penegasan kesimpulan dari semua aturan adalah sederhana.
3. Kontinuitas (*continuity*) artinya perubahan sekecil apapun pada himpunan samar kesimpulan tidak mengakibatkan perubahan besar pada bilangan penegasan.

2.3. Deret Waktu *Fuzzy*

Deret waktu *fuzzy* adalah sebuah konsep baru yang diusulkan oleh Song dan Chissom pada tahun 1993 berdasarkan teori himpunan *fuzzy* (*fuzzy set*) dan konsep variabel linguistik. Deret waktu *fuzzy* merupakan konsep yang dapat digunakan untuk meramalkan masalah di mana data historis tersebut dibentuk dalam nilai-nilai linguistik, dengan kata lain data-data terdahulu dalam deret waktu *fuzzy* adalah data linguistik, sedangkan data terkini sebagai hasilnya berupa angka-angka riil.

Jika U adalah himpunan semesta, $U = [u_1, u_2, \ldots, u_p]$, maka suatu himpunan *fuzzy* A_i dari U dengan fungsi keanggotaan umumnya dinyatakan sebagai berikut:

$$A = f_A(u_1)/u_1 + \ldots + f_A(u_n)/u_n \qquad (2.7)$$

dimana f_A adalah fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* A dan $f_A(u_i)$ adalah derajat keanggotaan dari u_i ke A, dimana $f_A(u_i) \in [0,1]$ dan $1 \le i \le n$. Nilai derajat keanggotaan $f_A(u_i)$ didefinisikan sebagai berikut :

$$\mu_{A_i}(u_i) = \begin{cases} 1 & jika \quad i = j \\ 0.5 & jika \quad i = j-1 \ atau \ i = j+1 \\ 0 & lainya \end{cases} \qquad (2.8)$$

Hal ini digambarkan berdasarkan aturan sebagai berikut :

Aturan 1:

Jika data historis X_t termasuk dalam u_i, maka nilai derajat keanggotaan untuk u_i adalah 1, dan $u_i + 1$ adalah 0,5 dan jika bukan u_i dan $u_i + 1$ maka dinyatakan nol.

Aturan 2:

Jika data historis X_t termasuk dalam u_i, $1 \le i \le n$ maka nilai derajat keanggotaan untuk u_i adalah 1, untuk $u_i - 1$ dan $u_i + 1$ adalah 0,5 dan jika bukan u_i, $u_i - 1$ dan $u_i + 1$ maka dinyatakan nol.

Aturan 3:

Jika data historis X_t termasuk dalam u_n, maka nilai derajat keanggotaan untuk u_n adalah 1, untuk $u_n - 1$ adalah 0,5 dan jika bukan u_n dan $u_n - 1$, maka dinyatakan nol.

Kemudian definisi deret waktu *fuzzy* diitinjau dari definisi berikut :

Definisi 1

Misalkan $Y(t)(t = \ldots, 0, 1, 2, \ldots)$ sebuah himpunan bagian dari R, semesta pembicaraan pada himpunan *fuzzy* $f_i(t)(t = 1, 2, \ldots)$ didefinisikan dan $F(t)$ adalah koleksi $f_i(t)(t = 1, 2, \ldots)$. Maka $\mu(t)$ disebut deret waktu *fuzzy* pada $Y(t)(t = \ldots, 0, 1, 2, \ldots)$. Andaikan i dan j adalah indeks himpunan $\mu(t-1)$ dan $\mu(t)$ berurut-urut. (2.9)

Definisi 2

Jika ada $f_i(t) \in F(t)$ dimana $j \in J$, ada sebuah $f_i(t-1) \in F(t-1)$ dimana $i \in I$ sehingga ada relasi fuzzy $R_{ij}(t, t-1)$ dan $f_i(t) = f_i(t-1) \circ R_{ij}(t, t-1)$ dimana $\circ$ adalah komposisi maks-min, maka $F(t)$ dikatakan disebabkan hanya oleh F(t-1) $f_i(t-1) \to f_i(t)$ atau ekuivalen dengan $F(t-1) \to F(t)$. (2.10)

Definisi 3

Jika ada $f_j(t) \in F(t)$ dimana $j \in J$, ada sebuah $f_i(t-1) \in F(t-1)$ dimana $i \in I$ sehingga ada relasi fuzzy $R_{ij}(t, t-1)$ dan $f_i(t) = f_i(t-1) \circ R_{ij}(t, t-1)$. Misalkan $R(t, t-1) = U_{ij} R_{ij}(t, t-1)$ dimana 'U' adalah operator gabungan. Maka

$R(t,t-1)$ disebut relasi fuzzy antara $F(t)$ dan F(t-1) dan didefinisikan sebagai persamaan relasi fuzzy sebagai berikut:

$$F(t) = F(t-1) \circ R(t,t-1). \tag{2.11}$$

Definisi 4

Andaikan $F(t)$ adalah deret waktu fuzzy $(t = \ldots,0,1,2,\ldots)$ dan $t_1 \neq t_2$. Jika ada $f_i(t_1) \in F(t_1)$ ada sebuah $f_j(t_2) \in F(t_2)$ sehingga $f_i(t_1) = f_j(t_2)$ dan sebaliknya, maka definisikan $F(t_1) = F(t_2)$. (2.12)

Definisi 5.

Andaikan dan $R_1 = (t,t-1) = U_{ij} R_{ij}^1(t-1)$ dan $R_2 = (t,t-1) = U_{ij} R_{ij}^2(t-1)$ adalah dua relasi fuzzy antara $F(t)$ dan F(t-1). Jika ada $f_j(t) \in F(t)$ dimana $j \in J$ ada sebuah $f_i(t-1) \in F(t-1)$ dimana $i \in I$ dan relasi fuzzy $R_{ij}^1(t,t-1)$ dan $R_{ij}^2(t,t-1)$ sehingga $f_j(t) = f_i(t-1) \circ R_{ij}^1(t,t-1)$ dan $f_j(t) = f_i(t-1) \circ R_{ij}^2(t,t-1)$. Maka definisikan $R_1(t,t-1) = R_2(t,t-1)$. (2.13)

Definisi 6

Jika ada $f_j(t) \in F(t)$, ada sebuah integer $m > 0$ dan sebuah relasi fuzzy $R_a^p(t,t-1)$ sehingga $f_j(t) = (f_{i_1}(t-1) x f_{i_2}(t-2) x \ldots x f_{i_m}(t-m) \circ R_a^p(t,t-m)$. Dimana '$x$' adalah hasil kali kartesian (sistem koordinat), $j \in J$ dan $i_k \in I_k$ adalah himpunan indeks untuk $F(t-1)(k = 1, \ldots, m)$, maka $F(t)$ dikatakan disebabkan oleh $F(t-1),\ F(t-2),\ldots,F(t-m)$. Definisikan $R(t,t-m) = U\ {}_p R_a^p(t,t\ m)$

sebagai relasi fuzzy antara $F(t)$, $F(t-1)$, $F(t-2),\ldots,F(t-m)$. Dinotasikan sebagai berikut :

$$f_{i_1}(t-1)\cap f_{i_2}(t-2)\cap\ldots\cap f_{i_m}(t-m)\rightarrow f_j(t)$$

Atau ekuivalen dengan

$$F(t-1)\cap F(t-2)\cap\ldots\cap F(t-m)\rightarrow F$$

Dimana $\cap$ adalah operator irisan dan persamaan relasi fuzzy sebagai berikut:

$$F(t)=(F(t-1)xF(t-2)xF(t-3)x...xF(t-m))^{\circ}R(t,t-m) \qquad (2.14)$$

Definisi 7

Pada definisi 6, dengan kondisi lain jika ada sebuah relasi fuzzy $R_a^p(t,t-m)$ sehingga $f_j(t)=(f_{i_1}(t-1)\cup f_{i_2}(t-2)\cup\ldots\cup f_{i_m}(t-m)^{\circ}R_a^p(t,t-m)$ maka $F(t)$ dikatakan disebabkan oleh $F(t-1)$ atau $F(t-2)$ atau ….atau $F(t-m)$. Dinotasikan relasi sebagai berikut

$$f_{i_1}(t-1)\cup f_{i_2}(t-2)\cup\ldots\cup f_{i_m}(t-m)\rightarrow f_j(t)$$

Atau ekuivalen dengan

$$F(t-1)\cup F(t-2)\cup\ldots\cup F(t-m)\rightarrow F$$

Dan persamaa relasi fuzzy sebagai berikut :

$$F(t)=(F(t-1)\cup F(t-2)\cup...\cup F(t-m))^{\circ}R(t,t-m) \qquad (2.15)$$

Dimana $R_{\circ}(t,t-m)U_pR_a^p(t,t-m)$ dan $R_{\circ}(t,t-m)$ didefinisikan relasi fuzzy antara $F(t)$ dan F(t-1) atau F(t-2) atau … atau F(t-m) .

2.4. Deret Waktu *Fuzzy Chen*

Metode Song and Chrissom memiliki perhitungan yang rumit dimana perhitungannya menggunakan operasi matriks yang kompleks walaupun pada akhirnya defuzzifikasinya sama. Sehingga Shyi-Ming Chen (1996) mengembangkan metode yang lebih sederhana dari pada metode sebelumnya, diamana pada tahap pembentukan relasi *fuzzy* dengan persamaan $R_i = A_s^T \times A_q$ untuk setiap k relasi $A_s \to A_q$, $R = \bigcup_{i=1}^{k} R_i$ dimana $\times$ adalah operator minimum tidak dipergunakan melainkan dengan menggunakan operasi aritmatika yang disederhanakan dengan tahapan sebagai berikut :

1. Definisikan semesta pembicaraan U dengan data historis, yaitu :

$$U = \left[D_{\min} - D_1, D_{\max} + D_2\right] \tag{2.16}$$

   dimana $D_{\min}$ adalah data terkecil, $D_{\max}$ adalah data terbesar sedangkan D_1 dan D_2 adalah dua bilangan positif yang tepat. Kemudian membagi semesta U kedalam beberapa interval dengan panjang yang sama $u_1, u_2, \ldots, u_n$.

2. Definisikan himpunan *fuzzy* A_i pada data historis yang diamati. Misal $A_1, A_2, ..., A_k$ adalah himpunan *fuzzy* yang mempunyai nilai linguistik dari suatu variabel linguistik, maka pendefinisian himpunan *fuzzy* $A_1, A_2, ..., A_k$ pada semesta pembicaraan U adalah :

$$\begin{aligned} A_1 &= a_{11}/u_1 + a_{12}/u_2 + ... + a_{1m}/u_m \\ A_2 &= a_{21}/u_1 + a_{22}/u_2 + ... + a_{2m}/u_m \\ &\vdots \\ A_k &= a_{k1}/u_1 + a_{k2}/u_2 + ... + a_{km}/u_m \end{aligned} \tag{2.17}$$

dimana $a_{ij} \in [0,1]$, $1 \le i \le k$ dan $1 \le j \le m$. Nilai a_{ij} dari menunjukan derajat keanggotaan dari u_i dalam himpunan *fuzzy* A_i Penentuan derajat untuk masing-masing $A_i (i = 1, 2, ..., m)$ yaitu jika keanggotaan maksimum dari suatu data didalam A_k maka nilai fuzzifikasinya dikatakan sebagai A_k. Karena untuk mendapatkan nilai keanggotaan dalam metode ini menggunakan pendekatan fungsi keanggotaan segitiga maka diperoleh Himpunan *Fuzzy* sebagai berikut :

$$\begin{aligned} A_1 &= 1/u_1 + 0.5/u_2 + 0/u_3 + ... + 0/u_m \\ A_2 &= 0.5/u_1 + 1/u_2 + 0.5/u_3 + ... + 0/u_m \\ &\vdots \\ A_k &= 0/u_1 + ... + 0.5/u_{m-1} + 0/u_m \end{aligned} \qquad (2.18)$$

3. Fuzzifikasi data historis.
4. Membentuk *fuzzy logical relationship* (FLR) berdasarkan data historis kemudian tetapkan *fuzzy logical relationship group* (FLRG)
5. Defuzzifikasi hasil peramalan dengan aturan sebagai berikut :

   Misalkan $F(t)$ adalah data yang akan diramalkan dimana F(t-1)=A_i , maka:

Aturan 1

Jika hanya terdapat satu relasi grup *fuzzy* A_i dari yaitu $A_i \rightarrow A_s$, maka $F(t) = A_s$ dimana defuzifikasinya adalah nilai tengah dari interval dimana memiliki nilai keanggotaan maksimum pada A_s .

Aturan 2

Jika A_i tidak memiliki relasi maka defuzifikasi $F(t)$ diperoleh dari nilai tengah interval yang memiliki nilai keanggotaan maksimum pada A_i

Aturan 3

Jika terdapat lebih dari satu relasi grup *fuzzy* A_i dari yaitu maka $A_i \rightarrow A_{k1}, A_{k2}, ...$ defuzifikasi $F(t)$ diperoleh dari rata-rata nilai tengah dari masing-masing interval yang memiliki nilai keanggotaan maksimum pada masing-masing $A_{k1}, A_{k2}, ...$.

2.5. Interval Berbasis Rata-rata

Salah satu metode untuk penentuan panjang interval yang efektif adalah dengan metode berbasis rata-rata (*average based*), yang memiliki algoritma sebagai berikut (Fauziah *et al*, 2016 dalam Xihao dan Yimin, 2008):

1. Menghitung semua nilai absolut selisih antara X_{t-1} dan X_t $(t = 1, 2, ..., n-1)$ sehingga diperoleh rata-rata nilai selisih absolut sebagai berikut :

$$mean = \frac{\sum_{i=1}^{n} |X_{t-1} - X_t|}{n} \tag{2.19}$$

Keterangan:

mean : nilai rata-rata

n : jumlah observasi

X_t : data pada periode waktu ke-t

2. Menentukan setengah dari rata-ratayang diperoleh dari langkah 1 yang dijadikan sebagai panjang interval dengan persamaan :

$$\ell = \frac{mean}{2} \tag{2.20}$$

Dimana ℓ adalah panjang interval

3. Berdasarkan panjang interval yang diperoleh langkah 2 ditentukan basis dari panjang interval sesuai dengan tabulasi basis.

Tabel 2.1. Tabel Basis Interval

Jangkauan	Basis
0.1 – 1.0	0.1
1.1 – 10	1
11 – 100	10
101 – 1000	100
1001-10000	1000
10001-10000	10000

4. Panjang interval kemudian dibulatkan sesuai dengan tabel basis interval.
5. Menentukan jumlah kelas dihitung dengan persamaan :

$$p = \frac{(D_{max} + D_2 - D_{min} - D_1)}{\ell} \quad (2.21)$$

Dimana p adalah jumlah kelas

2.6. Ketepatan Model

Suatu model deret waktu dikatakan baik apabila telah sesuai dengan kenyataan. Dengan kata lain, apabila kesalahan (*error*) model semakin kecil maka model dikatakan baik. Dalam penelitian ini ketepatan model peramalan dapat dihitung menggunakan *Mean Absolute Precentage Error* (MAPE) dengan rumus sebagai berikut (Sumartini *et al*, 2017 dalam Jumingan, 2009) :

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^{n} \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right|}{n} \times 100\% \quad (2.22)$$

Keterangan :

X_t : data aktual pada period ke-t

F_t : nilai ramalan pada period ke-t

n : banyaknya pengamatan

Suatu model mempunyai kinerja sangat bagus jika nilai MAPE berada dibawah 10% dan mempunyai kinerja bagus jika nilai MAPE berada diantara 10% sampai 20%. Dengan demikian ketepatan hasil peramalan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$ketepatan\ peramalan = 100\% - MAPE \quad (2.23)$$

2.7. Kedelai

Kedelai merupakan tanaman asli Daratan Cina dan telah dibudidayakan oleh manusia sejak 2500 SM. Pada awalnya, kedelai dikenal dengan beberapa nama botani, yaitu *Glycine soja* dan *Soja max*. Namun pada tahun 1948 telah disepakati bahwa nama botani yang dapat diterima dalam istilah ilmiah, yaitu *Glycine max (L.) Merill*. Klasifikasi tanaman kedelai sebagai berikut :

Tabel 2.2. Klasifikasi Tanaman Kedelai

Divisio	*Spermatophyta*
Classis	*Dicotyledoneae*
Ordo	*Rosales*
Familia	*Papilionaceae*
Genus	*Glycine*
Species	*Glycine max (L.) Merill*

Kedelai merupakan tanaman serbaguna dikarenakan akarnya memiliki bintil pengikat nitrogen bebas. Selain itu, kedelai merupakan tanaman dengan kadar ptotein yang tinggi sehingga tanamanya dapat digunakan untuk pupuk hijau dan pakan ternak. Namun pemanfaatan utama dari kedelai adalah bijinya. Biji kedelai mengandung protein dan lemak serta beberapa gizi penting lainya seperti protein dan lesitin.

Sejalan dengan makin berkembangnya perdagangan antar negara yang terjadi pada awal abad ke-19, menyebabkan tanaman kedelai juga ikut tersebar ke berbagai negara tujuan perdagangan tersebut, yaitu Jepang, Korea, Indonesia, India, Australia, dan Amerika. Kedelai mulai dikenal di Indonesia sejak abad ke-16. Awal mula penyebaran dan pembudidayaan kedelai yaitu di Pulau Jawa, kemudian berkembang ke Bali, Nusa Tenggara, dan pulau-pulau lainnya (Irwanli, 2006)

Produk kedelai yang paling dikenal di Indonesia adalah tempe dan tahu. Indonesia merupakan produsen tempe terbesar di dunia dan menjadi pasar kedelai terbesar di Asia. Namun kemampuan produksi dalam negeri dari tahun ke tahun masih jauh dari kata cukup untuk memenuhi kebutuhan konsumsi kedelai dalam negeri. Bahkan pada tahun 2015 saja hanya mampu memenuhi sebanyak 31.47%. Hal inilah yang menyebabkan salah satu program pemerintah pada bidang swasembada kedelai belum terpenuhi.

Minimnya produksi kedelai di Indonesia dipengaruhi oleh luas lahan yang semakin sempit. Berdasarkan data BPS sejak tahun 2009 sampai 2013 luas lahannya semakin berkurang walaupun pada tahun 2014 mengalami sedikit kenaikan tetapi tahun 2015 kembali mengalami penurunan. Penyempitan lahan garap ini dipengaruhi oleh lahan yang beralih fungsi menjadi pemukiman dan industri, sehingga berdampak pada hasil produksi kedelai nasional. Impor kedelai dilakukan pemerintah untuk mengatasi permintaan yang terus meningkat karena ketidakmampuan produksi kedelai lokal untuk memenuhi kebutuhan kedelai di dalam negeri. Indonesia saat ini mendapatkan pasokan kedelai terbesar dari Amerika dan Argentina, bahkan pada tahun 2013 nilai impor kedelai dari Amerika mencapai US$ 4.8 miliar.