

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Non Statistik**

##### **2.1.1 Definisi Penumpang**

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) Tahun 2002, penumpang dapat diartikan sebagai seorang (individu) atau satu perusahaan (kelompok) yang menggunakan jasa angkutan untuk suatu perjalanan tertentu dengan mengeluarkan sejumlah uang sebagai imbalan bagi pengangkut, dengan kata lain dapat didefinisikan orang telah membeli tiket berarti orang yang melakukan perjalanan dengan menggunakan alat transportasi yang disediakan oleh pihak pengangkutan atau perusahaan niaga dan terikat kontrak dan persetujuan dengan pengangkut tertera di dalam tiket dengan pengangkut selama perjalanan.

Menurut Damardjati (1995) pengertian penumpang pesawat adalah: “ Setiap orang yang diangkut ataupun yang harus diangkut di dalam pesawat udara, atas dasar persetujuan dari perusahaan penerbangan ataupun badan yang menyelenggarakan angkutan tersebut “.

### 2.1.2 Bandar Udara Ahmad Yani Semarang

Bandara Ahmad Yani Semarang (*Ahmad Yani Airport*) merupakan bandara internasional yang terletak di Kota Semarang, Bandara ini dikelola oleh PT. Angkasa Pura I (Persero). Bandara Ahmad Yani Semarang sekarang memiliki luas terminal 6.708 m<sup>2</sup> dengan kapasitas 800.000 penumpang per tahun. Kapasitas apron (parkir pesawat), Bandara Ahmad Yani hanya bisa menampung 5 pesawat tipe *narrow body* dan 2 pesawat tipe *propeller*. Pada tahun 2016 sendiri, Bandara Ahmad Yani Semarang telah melayani 4,2 juta pergerakan penumpang dan 62,1 ribu pergerakan pesawat. Dengan kata lain, Bandara Ahmad Yani Semarang telah mengalami kelebihan kapasitas atau *lack of capacity*.

## 2.2 Tinjauan Statistik

### 2.2.1 Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif adalah suatu teknik mengumpulkan, mengolah, menyederhanakan, menyajikan serta menganalisis data kuantitatif secara deskriptif agar dapat memberikan gambaran yang teratur tentang suatu peristiwa ke dalam bentuk tabel dan grafik yang sesuai (Dajan, 1986). Dalam hal ini analisis deskriptif yang digunakan adalah dengan menggambarkan data dalam bentuk grafik. Grafik bisa menggambarkan naik turunnya suatu data dengan jelas dan mudah dipahami.

Adapun untuk melihat rata-rata dapat dicari dengan rumus :

$$\bar{X} = \frac{\sum_{x_{ini}=1}^n}{n} \quad (2.1)$$

Dimana :

$\bar{X}$  : Rata-rata jumlah data tiap bulan pada tahun tersebut

$\sum_{x_{ini}=1}^n$  : Jumlah data tiap bulan pada tahun tersebut

$n$  : Banyaknya data

### 2.3 Peramalan (*Forecasting*)

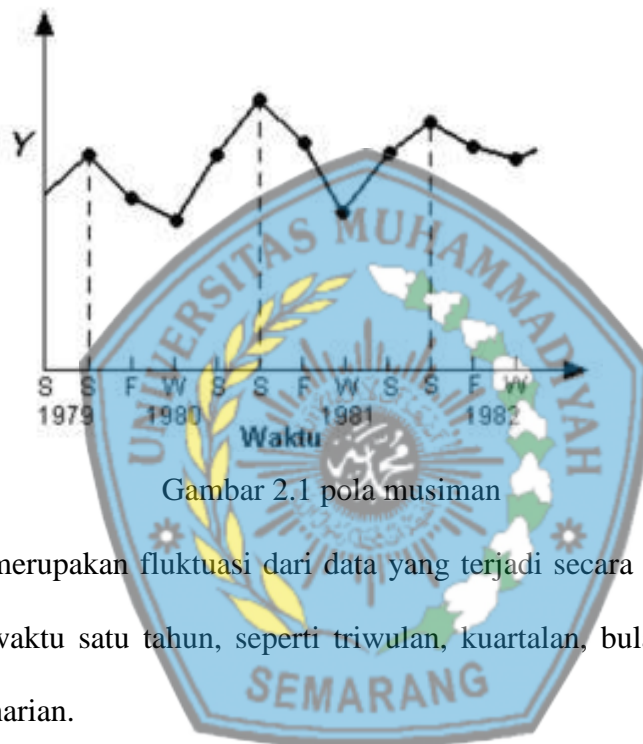
Definisi dari peramalan adalah memperkirakan besarnya atau jumlah sesuatu pada waktu yang akan datang berdasarkan data pada masa lampau yang dianalisis secara ilmiah khususnya menggunakan metode statistika (Sudjana, 1989: 254). Peramalan biasanya dilakukan untuk mengurangi ketidakpastian terhadap sesuatu di masa yang akan datang. Suatu usaha untuk mengurangi ketidakpastian tersebut dilakukan dengan menggunakan metode peramalan.

Menurut Makridakis (1999: 8), metode peramalan dibagi ke dalam dua kategori utama, yaitu metode kualitatif dan metode kuantitatif. Metode kualitatif dilakukan apabila data masa lalu tidak tersedia sehingga peramalan tidak bisa dilakukan. Dalam metode kualitatif, pendapat-pendapat dari para ahli akan menjadi pertimbangan dalam pengambilan keputusan sebagai hasil dari peramalan yang telah dilakukan. Namun, apabila data masa lalu tersedia, peramalan dengan metode kuantitatif akan lebih efektif digunakan dibandingkan dengan metode kualitatif.

Menurut Santoso (2009: 37), peramalan dengan metode kuantitatif dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu *time series model* dan *causal model*. *Time*

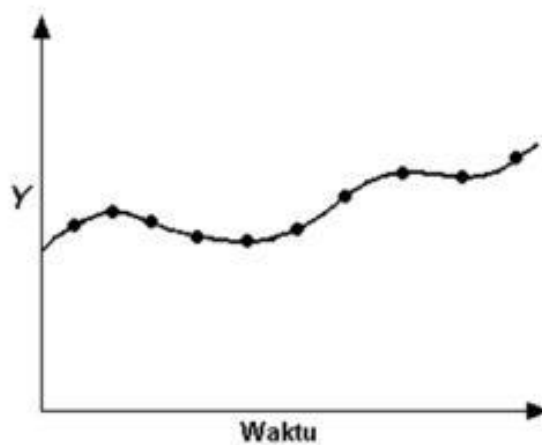
*series model* didasarkan pada data yang dikumpulkan, dicatat, atau diamati berdasarkan urutan waktu dan peramalannya dilakukan berdasarkan pola tertentu dari data. Ada empat pola data yang menjadi dasar peramalan dengan model ini, yaitu pola musiman, siklis, *trend*, dan Horizontal.

#### 1. Pola musiman



merupakan fluktuasi dari data yang terjadi secara periodik dalam kurun waktu satu tahun, seperti triwulan, kuartalan, bulanan, mingguan, atau harian.

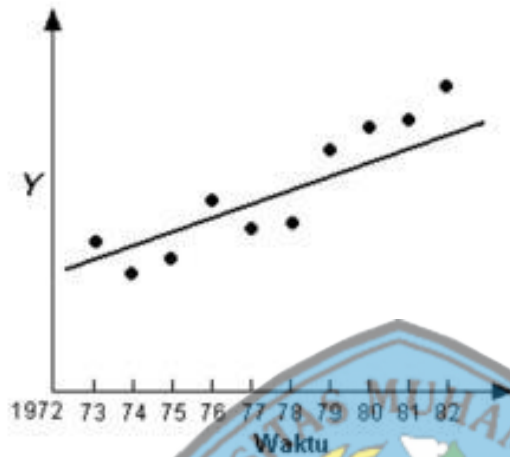
#### 2. Pola siklis



merupakan fluktuasi dari data untuk waktu yang lebih dari satu tahun.

Pola ini sulit dideteksi dan tidak dapat dipisahkan dari pola *trend*.

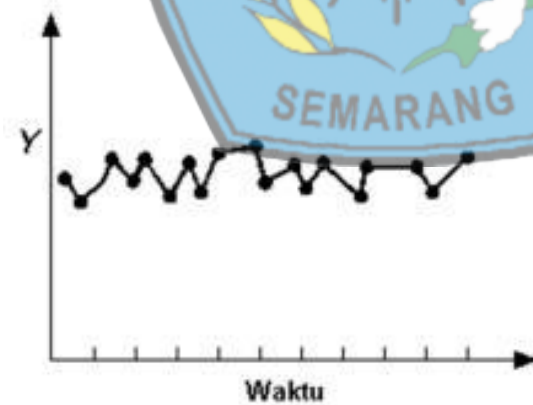
### 3. Pola *Trend*



Gambar 2.3 Pola *Trend*

merupakan kecenderungan arah data dalam jangka panjang, dapat berupa kenaikan maupun penurunan.

### 4. Pola Horizontal



Gambar 2.4 Pola Horizontal

Pola ini terjadi jika data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata secara acak tanpa membentuk pola yang jelas seperti pola musiman.

*Time series* merupakan serangkaian pengamatan berdasarkan urutan waktu. Antar urutan waktu pada suatu variabel yang berdekatan saling berkorelasi artinya, tiap pengamatan yang diambil dari variabel yang berkorelasi dengan variabel itu sendiri pada waktu sebelumnya secara dinamis (Abraham and Johannes: 192, 2005). Pengamatan yang dilakukan harus memiliki interval waktu yang sama (hari, minggu, bulan, tahun). Dari pengamatan data tersebut, dapat dilihat pola data menurun, naik ataupun mengalami siklus atau fluktuatif. Pola yang didapatkan digunakan untuk mengidentifikasi model yang selanjutnya digunakan untuk peramalan. Model deret waktu pada *time series* ada dua, yaitu *deterministic* dan model deret waktu *stokastik*. Serangkaian pengamatan dikategorikan dalam model deret waktu *deterministic* apabila nilai dari serangkaian pengamatan tersebut dapat dirumuskan secara pasti. Akan tetapi jika pengamatan tersebut belum dapat dirumuskan secara pasti maka dapat dikoreksi dengan probabilitas dan dapat disebut sebagai proses stokastik (Mufidah, 2010).

#### **2.4 Himpunan Fuzzy (*Fuzzy Set*)**

Himpunan fuzzy pertama kali dikembangkan oleh Prof Lotfi Zadeh tahun 1965 yang didasari oleh gagasan untuk memperlebar jarak antara fungsi berdasarkan ciri-ciri setiap anggota himpunan fungsi yang bernilai maksimal dan minimal atau (*range*) dengan bilangan *real*. Adanya ketidakpastian nilai-nilai tersebut maka terbentuklah himpunan *fuzzy*. Ada dua kemungkinan yang pasti terjadi pada *crisp* (himpunan tegas), yaitu satu

(1) yang memiliki arti suatu data ada didalam satu himpunan anggota atau bernilai (0) yang memiliki arti bahwa suatu data tidak termasuk anggota di dalam suatu himpunan tersebut (Kusumadewi, 2004).

Dalam himpunan *fuzzy*, ada suatu variabel *fuzzy* yang dapat dioperasikan yang dinamakan semesta pembicaraan (*universe of discourse*). Semesta pembicaraan adalah himpunan dari suatu bilangan *real* yang terus bertambah atau naik dari kiri ke kanan secara monoton.

Himpunan *fuzzy* (*fuzzy set*) adalah sebuah kelas atau golongan dari objek dengan sebuah rangkaian kesatuan (*continue*) dari derajat keanggotaan (*grade of membership*). Misalkan saja  $U$  merupakan himpunan semesta, dengan  $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$  yang mana  $u_i$  merupakan nilai yang mungkin dari  $U$ , kemudian variabel linguistik  $A_i$  terhadap  $U$  dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$A_i = \frac{\mu_{A_i}(\mu_1) + \mu_{A_i}(\mu_2) + \mu_{A_i}(\mu_3) + \dots + \mu_{A_i}(\mu_n)}{\mu_1 + \mu_2 + \mu_3 + \dots + \mu_n} \quad (2.2)$$

Dengan:

$U$  : himpunan semesta

$U_i$  : besarnya jarak pada  $U$ , untuk  $i = 1, 2, \dots, n$

## 2.5 Fuzzy Time Series

*Fuzzy time series* adalah sebuah konsep baru yang diusulkan oleh Song dan Chissom berdasarkan teori himpunan *fuzzy* (*fuzzy set*) dan konsep variabel linguistik. *fuzzy time series* 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 *fuzzy time series* adalah data linguistik, sedangkan data terkini sebagai hasilnya berupa angka-angka riil.

Cara perhitungan sistem *fuzzy* ini adalah menggunakan data *history* untuk memperkirakan data masa depan, lalu menentukan pola apa yang cocok untuk diterapkan. Alur perhitungan dengan metode *fuzzy* ini juga tidak rumit cukup sederhana, dan mudah untuk diekspansi bila dibandingkan dengan metode algoritma lain (Anggriani, 2012).

Definisi *fuzzy time series* dapat diuraikan seperti dibawah ini (Song, 1993), (Song, 1994) :

**Definis 1** :  $Y(t)$ , dengan nilai  $t = 0, 1, 2, \dots$ , sebagai himpunan bagian dari  $R$ . Misalkan  $Y(t)$  adalah himpunan semesta yang digambarkan oleh himpunan *fuzzy*  $\mu_i(t)$ . Jika  $F(t)$  terdiri dari  $\mu_i(t)$ , dengan nilai  $i = 1, 2, \dots$ , maka  $F(t)$  disebut sebuah *fuzzy time series* pada  $Y(t)$ .

**Definisi 2** : Jika  $F(t+1) = A_i$  dan  $F(t) = A_j$ , suatu *fuzzy logical relationship* dapat dituliskan sebagai  $A_i \rightarrow A_j$ , yaitu  $A_i$  dan  $A_j$  sisi kiri dan sisi kanan dari *fuzzy logical relationship*, secara urut.

### 2.5.1 Penentuan Himpunan Semesta (*Universal of Discorse*)

Menurut Song, 1993 dan Song, 1994, himpunan didalam analisis metode *fuzzy time series* dapat dijabarkan misal himpunan semesta adalah  $U$ , dengan nilai  $U = \{u_1, u_2, \dots, u_3\}$ . Jadi himpunan *fuzzy*  $A_i$  dari  $U$  tadi dapat dituliskan sebagai :

$$A_i = f_{A_i}(u_1)/u_1 + f_{A_i}(u_2)/u_2 + \dots + f_{A_i}(u_n)/u_n \quad (2.3)$$



yang mana  $f_{A_i}$  merupakan keanggotaan fungsi dari  $A_i$ ,  $f_{A_i} : U \rightarrow [0,1]$ .  $f_{A_i}(u_i)$  adalah  $A_i$  yang didalamnya terdapat  $U$  sebagai anggotanya, dimana  $f_{A_i}(U_i) \in [0,1]$  dan  $1 \leq i \leq n$ . Nilai keanggotaan dari  $f_{A_i}$  dilambangkan dengan  $a_{ij}$  dimana nilainya adalah sebagai berikut :

$$a_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{If } j = i \\ 0,5 & \text{If } j = i-1 \text{ atau } i+1 \\ 0 & \text{Yang lainnya} \end{cases} \quad (2.4)$$

Kemudian dibangun himpunan fuzzy, dimana  $A_i$  sejumlah  $k$  dengan  $1 \leq i \leq k$ . Untuk  $U_n$  sejumlah  $j$ , dimana  $1 \leq j \leq n$ . Sehingga diperoleh himpunan fuzzy sebagai berikut :

$$A_1 = a_{11} / U_1 + a_{12} / U_2 + \dots + a_{1n} / U_n$$

$$A_2 = a_{21} / U_1 + a_{22} / U_2 + \dots + a_{2n} / U_n$$

...

$$A_k = a_{k1} / U_1 + a_{k2} / U_2 + \dots + a_{kn} / U_n$$

Apabila dibentuk matriks  $n \times n$ , dengan nilai  $n$  yang didapatkan dari hasil *universe of discourse*, misalkan  $n$  adalah 5 maka nilai  $a_{ij}$  dapat dilihat pada tabel matriks dibawah ini:

Tabel 2.1 Matriks 5x5

$A_{ij}$	1	2	3	4	5
1	1	0,5	0	0	0
2	0,5	1	0,5	0	0
3	0	0,5	1	0,5	0

<b>4</b>	0	0	0,5	<b>1</b>	0,5
<b>5</b>	0	0	0	0,5	<b>1</b>

Selanjutnya himpunan *fuzzy* menjadi sebagai berikut:

$$A_1 = 1/u_1 + 0,5/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5$$

$$A_2 = 0,5/u_1 + 1/u_2 + 0,5/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5$$

$$A_3 = 0/u_1 + 0,5/u_2 + 1/u_3 + 0,5/u_4 + 0/u_5$$

$$A_4 = 0/u_1 + 0/u_2 + 0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5$$

$$A_5 = 0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0,5/u_4 + 1/u_5$$

### 2.5.2 Penentuan Interval *Fuzzy*

Pada tahap awal *fuzzy time series* adalah menentukan panjang dan lebar interval. Keakuratan nilai dari hasil prediksi sangat bergantung pada penentuan interval ini. Untuk itu, perlu diperhatikan dalam langkah awal ini (Anggriani, 2012).

Untuk menentukan interval dalam *fuzzy*, ada beberapa metode yang muncul dengan perhitungan berbeda antara satu metode dengan metode yang lain. Berikut adalah beberapa metode untuk menentukan interval, yaitu (Anggriani, 2012) :

#### 1. *Automatic Clustering*

merupakan partisi hasil persamaan matriks tertentu yang mempunyai kesamaan karakteristik tertentu yang didapat dari pengelompokkan semua anggota yang terbentuk. Sebuah *cluster* atau klasterisasi yaitu pengelompokkan berdasarkan kedekatan dari penggabungan kumpulan objek.

## 2. Penentuan Interval Berbasis Rata-rata (*Average*)

Panjang interval yang berbeda akan mempunyai pengaruh yang sangat signifikan dalam hasil prediksi dan tingkat kesalahan. Panjang interval yang terlalu besar akan menyebabkan ketidakstabilan nilai hasil prediksi, sedangkan jika terlalu kecil panjang intervalnya akan terdapat *crisp* (himpunan tegas).

## 3. Aturan *Sturgess*

Aturan *Sturgess* merupakan aturan yang lebih mudah untuk digunakan untuk melihat interval, dimana :

$$K = 1 + 3,3 * \log n \quad (2.5)$$

dengan K adalah banyak kelas yang terbentuk dan n adalah banyak data. Menurut hasil penelitian yang sudah pernah dilakukan sebelumnya, penentuan jumlah interval dengan menerapkan metode penentuan interval berbasis rata-rata (*average*) memiliki hasil prediksi yang lebih akurat bila dibandingkan dengan metode penentuan panjang interval yang lain (Xihao dan Yimin, 2008).

Berikut adalah proses penentuan interval berbasis rata-rata (*Average based*):

1. Hitung semua nilai selisih (*lag*) absolute dimana  $D_i$  ( $i = 1, \dots, n-1$ ) sehingga menjadi:

$$\sum_{i=1}^{n-1} (D_i + 1) - (D_i) \quad (2.6)$$

2. Hasil penjumlahan dari proses pertama kemudian dibagi dengan jumlah data.
3. Untuk menentukan basis dari interval, hasil dari proses 2 dibagi 2.

Tabel 2.2 Basis Interval

<b>Basis</b>	<b>Basis</b>
0.1	0.1
1.1 - 10	1
10	10
100	100
1000	1000

4. Setelah mendapatkan nilai basis interval maka nilai jangkauan dari basis tersebut dapat digunakan sebagai panjang interval.

Gunakan aturan Sturges berdasarkan rumus 2.5 diatas untuk menentukan jumlah interval. Setelah jumlah interval diketahui, maka selanjutnya adalah menghitung lebar interval untuk membagi data dengan jumlah interval yang sama.

$$\text{Lebar interval} = \frac{n_{max} - n_{min}}{k} \quad (2.7)$$

Dengan :

$n_{max}$  : Nilai data maksimum

$n_{min}$  : Nilai data minimum

$K$  : Jumlah interval

### 2.5.3 Mendefinisikan himpunan *fuzzy* pada himpunan semesta

Tahap ini mengubah himpunan semesta yang telah terbagi dan masih berupa himpunan bilangan *crisp* mejadi himpunan *fuzzy* berdasarkan interval. Himpunan *fuzzy* dibentuk dengan ukuran matrik  $n \times n$ , nilai  $n$  merupakan nilai yang diperoleh dari hasil *universe of diskorse* :

$$\begin{aligned} A1 &= a11 / u1 + a12 / u2 + \dots + a1n / un \\ A2 &= a21 / u1 + a22 / u2 + \dots + a2n / un \\ &\vdots \\ ak1 &/ u1 + ak2 / u2 + \dots + ank / un \end{aligned} \quad (2.8)$$

### 2.5.4 Fuzzyfikasi Data Historis

Tahap ini menentukan nilai keanggotaan pada masing-masing himpunan *fuzzy* dari data historis, dengan nilai keanggotaannya adalah 0 sampai 1.

### 2.5.5 Menentukan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR)

Misal  $F(i) = A_i$  dan  $F(i+1) = A_j$ . Hubungan antara dua pengamatan secara urut,  $F(i)$  dan  $F(i+1)$  menjadi  $F(i) \rightarrow F(i+1)$ , dinamakan dengan relasi logika *fuzzy*, dinotasikan oleh  $A_i \rightarrow A_j$ , di mana  $A_i$  dinamakan dengan LHS (*Left Hand Side*) atau data saat ini dan  $A_j$  dinamakan dengan RHS (*Right Hand Side*) atau data berikutnya.

### 2.5.6 Menentukan *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG)

Nilai dari masing-masing relasi yang telah didapatkan akan digabungkan atau biasa disebut dengan FLRG (*Fuzzy Logical Relationship Group*). Cara pengelompokkan adalah dari sisi sebelah kiri yang sama. Untuk urutan pembentukan FLRG ini, ada beberapa model yang sering

digunakan, yaitu model Chen dan Lee. Letak perbedaan kedua model tersebut adalah cara pengelompokannya (Anggriani, 2012).

## 2.6 Model Chen

Deret waktu fuzzy orde pertama untuk menangani masalah peramalan di mana hasil peramalan tidak cukup baik. Dalam model *Chen* mengusulkan model deret waktu fuzzy baru yang dapat menangani masalah peramalan dengan tingkat keakurasian tinggi. Model *Chen* dikembangkan sebagai algoritma untuk meramalkan pendaftaran Universitas Alabama tahun 2002, Keakuratan perkiraan metode yang diusulkan lebih baik dari pada metode yang ada sebelumnya.

Berikut adalah cara pengelompokan semua hasil dari relasi logika *fuzzy* : Misal,  $(A_i) : A_i \rightarrow A_{j_1}$  dan  $A_i \rightarrow A_{j_2}$ . Dari ketiga relasi logika *fuzzy* tersebut dapat dikelompokkan. Dengan model *Chen* dan akan menghasilkan  $A_i \rightarrow A_{j_1}$ ,  $A_i \rightarrow A_{j_2}$ , dimana relasi  $A_i \rightarrow A_{j_1}$ ,  $A_i \rightarrow A_{j_1}$  cukup diambil salah satu, karena dua relasinya dianggap sama.

## 2.7 Model Lee

Pada tahun 2009 ditemukan metode *Fuzzy Time Series Model Lee* yang dikenal memiliki jumlah *error* yang kecil dan dapat dikatakan cukup baik untuk meramalkan. Cara model ini adalah mengelompokkan semua hasil relasi logika *fuzzy* yang saling berhubungan berdasarkan relasi *fuzzy*. Misal,  $(A_i) : A_i \rightarrow A_{j_1}$ ,  $A_i \rightarrow A_{j_1}$  dan  $A_i \rightarrow A_{j_2}$ . Dari ketiga relasi logika *fuzzy* tersebut dapat dikelompokkan  $A_i \rightarrow A_{j_1}$ ,  $A_i \rightarrow A_{j_1}$  dan  $A_i \rightarrow A_{j_2}$  adalah hasil pengelompokan menurut model *Lee*. Hasil nilai dari relasi  $A_i \rightarrow A_{j_1}$ ,  $A_i \rightarrow$

$A_{j1}$  harus dihitung menurut *Lee* karena mempunyai pengaruh yang cukup besar terhadap hasil prediksi nantinya.

## 2.8 Defuzifikasi.

Pada tahap ini, *fuzzy output* akan diubah menjadi *crisp value* berdasarkan fungsi keanggotaan dengan tujuan untuk melakukan perhitungan hasil prediksi.

## 2.9 Ukuran Ketepatan Hasil Prediksi

Prediksi terhadap suatu data dengan menggunakan metode-metode tertentu tidak selamanya tepat. Hal ini bisa terjadi karena metode yang digunakan mengalami ketidaksesuaian dengan data yang dipilih. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengawasan terhadap hasil prediksi yang menyimpang (Juningan, 2009). Pada dasarnya, pemeriksaan terhadap hasil prediksi dilakukan dengan cara hasil prediksi tersebut dibandingkan dengan data yang ada pada kenyataannya. Metode mengukur ketepatan model dilakukan dengan menggunakan nilai *Average Forecasting Error Rate* (AFER) pernah dilakukan (Anggriani, 2012). Kriteria pemilihannya adalah memilih model terbaik dengan nilai *Average Forecasting Error Rate* (AFER) terkecil.

$$AFER = \frac{|A_i - F_i|/A_i}{n} \quad (2.9)$$

Keterangan :

$A_i$  = nilai aktual pada data ke- $i$

$F_i$  = nilai hasil prediksi untuk data ke- $i$

$n$  = banyaknya data.