

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Salah satu hal yang paling penting di dalam melakukan analisis pasar dan pemasaran adalah mengukur dan meramalkan permintaan pasar. Adapun permintaan pasar (*market demand*) didefinisikan sebagai jumlah keseluruhan produk/jasa yang akan dibeli oleh sekelompok konsumen di dalam suatu daerah tertentu, dalam waktu tertentu, dalam lingkungan pemasaran tertentu, dan dalam suatu program pemasaran tertentu (Kotler, 2002).

Permasalahan yang dihadapi dalam mengadakan analisis permintaan adalah mengukur permintaan sekarang dan meramalkan kondisi-kondisi tersebut pada masa yang akan datang. Mengukur permintaan sekarang berarti menganalisa kondisi sekarang dan sebelumnya sebagai sumber informasi untuk memprediksi keadaan yang akan datang dengan asumsi keadaan masa lalu akan berulang lagi di masa depan (Jumingan, 2009).

Teknik peramalan terbagi menjadi 2(dua) kelompok yaitu analisis kualitatif dan analisis kuantitatif. Teknik kualitatif merupakan peramalan berdasarkan pendapat suatu pihak, dan datanya tidak bisa direpresentasikan secara tegas menjadi suatu angka/nilai. Teknik peramalan tersebut misalnya adalah peramalan pendapat (*judgement forecast*). Sebaliknya, teknik peramalan kuantitatif merupakan teknik peramalan yang didasarkan pada data masa lalu (data historis) dan dapat dibuat dalam bentuk angka yang biasa kita sebut sebagai data *time series* (Jumingan, 2009).

Logika Fuzzy, sejak dikenalkan oleh Professor Zadeh (California University) pada tahun 1965, telah menjabarkan perhitungan matematik untuk menggambarkan ketidakjelasan atau atau kesamaran dalam bentuk variabel linguistik. Ide tersebut dapat diartikan sebagai generalisasi dari teori himpunan klasik yang menggabungkan pendekatan kualitatif dengan kuantitatif (Robandi, 2006).

Menurut Robandi (2006), Logika fuzzy adalah unsur pokok dari prinsip *soft computing* di berbagai penelitian. Faktor penting yang mendorong perkembangan mesin masa kini adalah penggunaan *soft computing* untuk meniru kemampuan otak manusia yang secara efektif melakukan pendekatan daripada pertimbangan kepastian

perhitungan matematika belaka. *Soft computing* memberikan toleransi ketidaktepatan, ketidakpastian, dan kebenaran parsial. Tujuan utama dari *soft computing* adalah untuk mengambil keuntungan dari toleransi ini agar mencapai kepatuhan sistem, kekokohan, tingkat kecerdasan mesin yang tinggi, dan biaya yang lebih rendah.

Metode *fuzzy time series* oleh Chen (1996) telah diimplementasikan untuk meramalkan jumlah pendaftar di Universitas Alabama dari tahun ke tahun, berdasarkan dari data histori yang ada. Kemudian metode ini juga diimplementasikan untuk prediksi temperatur dalam suatu daerah berdasarkan data-data temperatur sebelumnya yang tercatat dalam kurun waktu tertentu (Chen, 2000). Di mana data kedua penelitian tersebut adalah sama-sama berbentuk data *time series*.

Sistem peramalan dengan *fuzzy time series* menangkap pola dari data yang telah lalu kemudian digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang. Prosesnya juga tidak membutuhkan suatu sistem pembelajaran dari sistem yang rumit sebagaimana yang ada pada algoritma genetika dan jaringan syaraf sehingga mudah untuk dikembangkan.

Oleh karena itu maka judul yang diambil dalam skripsi ini adalah **“Penggunaan Metode Fuzzy Time Series Untuk Peramalan Data Time Series”** sehingga diharapkan bisa diketahui seberapa akurat sistem peramalan data *time series* dengan menggunakan sistem *fuzzy time series*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana mengimplementasikan metode *Fuzzy Time Series* untuk peramalan data.
2. Membandingkan hasil dari sistem peramalan menggunakan *fuzzy time series* dengan data aktual untuk kemudian diperoleh tingkat keakuratan sistem.

## 1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari pembuatan tugas akhir ini adalah:

1. Mengimplementasikan sistem *Fuzzy Time Series* tersebut dalam perangkat lunak.

2. Melakukan analisis terhadap hasil implementasi yang diperoleh.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data riil atau aktual yang didapatkan oleh pengguna melalui *website* penyedia data dan jasa statistik untuk penelitian.
2. Skripsi dan perangkat lunak yang akan dibuat bukanlah *software* yang mengakomodasi semua *rule* peramalan sehingga siap dipakai di masyarakat umum, namun hanya sebatas implementasi dari teori sistem Fuzzy Time Series untuk peramalan data saja.

#### **1.5 Manfaat**

Manfaat yang diperoleh dari penulisan tugas akhir ini adalah memberikan gambaran mengenai penggunaan sistem Fuzzy Time Series untuk peramalan data penjualan.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Konsep dan Jenis Data**

Dalam ekonometrika, kita kenal terdapat 3 kelompok data yaitu data runtun waktu (*time series*), data silang (*cross section*), dan data panel (*pooled data*). Data-data tersebut tentunya sangat diperlukan dalam penelitian, maupun pengambilan keputusan. Pengumpulan data biasanya memerlukan waktu yang lama karena dapat melibatkan banyak aktivitas seperti mendatangi responden, menginput data, menyunting data, maupun menampilkannya dengan suatu alat analisis tertentu. Berikut akan dibahas beberapa jenis data yang telah kita bahas di atas (Winarno, 2007).

##### **1. Data runtun waktu (*time series*)**

*Time series* merupakan data yang terdiri atas satu objek tetapi meliputi beberapa periode waktu misalnya harian, bulanan, mingguan, tahunan, dan lain-lain. Kita dapat melihat contoh data *time series* pada data harga saham, data ekspor, data nilai tukar (kurs), data produksi, dan lain-lain sebagainya. Jika kita amati masing-masing data tersebut terkait dengan waktu (*time*) dan terjadi berurutan. Misalnya data produksi minyak sawit dari tahun 2000 hingga 2009, data kurs Rupiah terhadap dollar Amerika Serikat dari tahun 2000 – 2006, dan lain-lain. Dengan demikian maka akan sangat mudah untuk mengenali jenis data ini.

Data *time series* juga sangat berguna bagi pengambil keputusan untuk memperkirakan kejadian di masa yang akan datang. Karena diyakini pola perubahan data *time series* beberapa periode masa lampau akan kembali terulang pada masa kini. Data *time series* juga biasanya bergantung kepada lag atau selisih. Katakanlah pada beberapa kasus misalnya produksi dunia komoditas kopi pada tahun sebelumnya akan mempengaruhi harga kopi dunia pada tahun berikutnya. Dengan demikian maka akan diperlukan *data lag* produksi kopi, bukan data aktual harga kopi. Tabel berikut ini akan memperjelas konsep *lag* yang mempengaruhi data *time series*.

Tabel 2.1. Produksi dan *lag* produksi kopi dunia tahun 2000–2005

| <b>Tahun</b> | <b>Produksi Kopi<br/>(Ton)</b> | <b><i>lag</i></b> |
|--------------|--------------------------------|-------------------|
| 2000         | 7.562.713                      | -                 |
| 2001         | 7.407.986                      | -154.727          |
| 2002         | 7.876.893                      | 468.907           |
| 2003         | 7.179.592                      | -697.301          |
| 2004         | 7.582.293                      | 402.701           |
| 2005         | 7.276.333                      | -305.960          |

*Data lag* tersebut kemudian dapat digunakan untuk melihat pengaruh lag produksi terhadap harga kopi dunia.

## 2. Data Silang (*cross section*)

Data silang terdiri dari beberapa objek data pada suatu waktu, misalnya data pada suatu restoran akan terdiri dari data penjualan, data pembelian bahan baku, data jumlah karyawan, dan data-data relevan lainnya. Ilustrasinya seperti pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Perbandingan antara penjualan, pembelian bahan baku, dan jumlah karyawan pada restoran A, B, dan C dalam satu bulan

| <b>Restaurant</b> | <b>Penjualan</b> | <b>Pembelian<br/>Bahan Baku</b> | <b>Jumlah<br/>Karyawan</b> |
|-------------------|------------------|---------------------------------|----------------------------|
| A                 | 19.587.200       | 10.300.100                      | 10                         |
| B                 | 23.584.000       | 16.200.589                      | 15                         |
| C                 | 17.211.000       | 13.300.251                      | 7                          |

Dari data tersebut dapat maka dapat dilihat produktivitas pada restoran A, B, dan C.

## 3. Data Panel (*pooled data*)

Data panel adalah data yang menggabungkan antara data runtun waktu (*time series*) dan data silang (*cross section*). Karena itu data panel akan memiliki beberapa objek dan beberapa periode waktu. Contoh data panel dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3. *Data panel* ekspor dan impor kopi Indonesia dan Malaysia pada periode tahun 2005 – 2007

| <b>Negara</b> | <b>Periode</b> | <b>Ekspor</b> | <b>Impor</b> |
|---------------|----------------|---------------|--------------|
| Indonesia     | 2005           | 443.366       | 1.654        |
| Indonesia     | 2006           | 411.721       | 5.092        |
| Indonesia     | 2007           | 320.600       | 47.937       |
| Malaysia      | 2005           | 666           | 23.826       |
| Malaysia      | 2006           | 1.490         | 35.368       |
| Malaysia      | 2007           | 984           | 42.165       |

(Winarno, 2007)

## 2.2. Peramalan Data Time Series

Teknik peramalan terbagi menjadi 2(dua) kelompok yaitu analisis kualitatif dan analisis kuantitatif. Teknik kualitatif merupakan peramalan berdasarkan pendapat suatu pihak, dan datanya tidak bisa direpresentasikan secara tegas menjadi suatu angka/nilai. Teknik peramalan tersebut misalnya adalah peramalan pendapat (*judgement forecast*). Sebaliknya, teknik peramalan kuantitatif merupakan teknik peramalan yang mendasarkan pada data masa lalu (data historis) dan dapat dibuat dalam bentuk angka yang biasa kita sebut sebagai data *time series* (Jumingan, 2009).

Peramalan Data Time Series memprediksi apa yang akan terjadi berdasarkan data historis masa lalu. *Time series* adalah kumpulan dari pengamatan yang teratur pada sebuah variabel selama periode waktu yang sama dan suksesif. Dengan mempelajari bagaimana sebuah variabel berubah setiap waktu, sebuah relasi diantara kebutuhan dan waktu dapat diformulasikan dan digunakan untuk memprediksi tingkat kebutuhan yang akan datang (Jumingan, 2009).

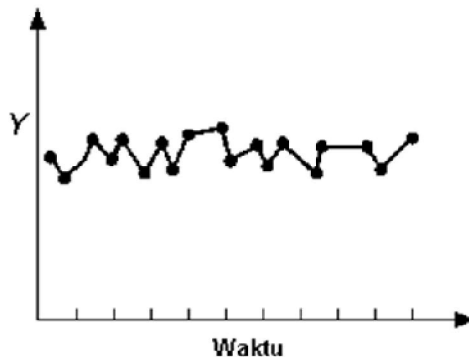
Makridakis, Wheelwright dan McGee (1992) menjelaskan bahwa pada umumnya peramalan kuantitatif dapat diterapkan bila terdapat tiga kondisi berikut.

1. Tersedia informasi tentang masa lalu (data historis)
2. Informasi tersebut dapat dikuantitatifkan dalam bentuk numerik
3. Dapat diasumsikan bahwa beberapa aspek pola masa lalu akan terus berlanjut di masa mendatang.

Menurut Makridakis, Wheelwright dan McGee (1992), langkah penting dalam memilih suatu metode *time series* yang tepat adalah

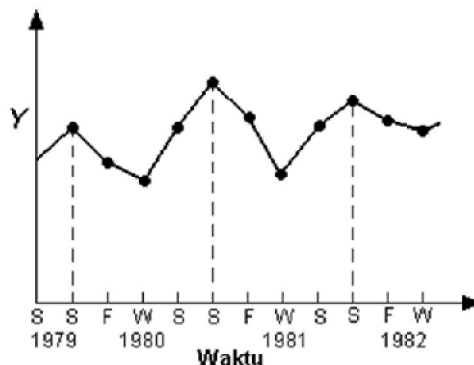
dengan mempertimbangkan jenis pola datanya. Pola data dapat dibedakan menjadi empat, yaitu :

**Pola horisontal (H)** terjadi bila data berfluktuasi disekitar nilai rata-rata yg konstan. Suatu produk yg penjualannya tdk meningkat atau menurun selama waktu tertentu termasuk jenis ini. Pola khas dari data horizontal atau stasioner seperti ini dapat dilihat dalam Gambar 2.1.



**Pola musiman**  
faktor musiman  
hari pada minggu  
ringan, es krim  
menunjukkan  
dilihat Gambar

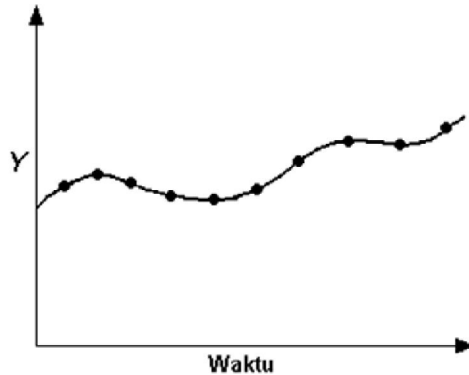
diengaruhi oleh  
atau hari-  
minuman  
semuanya  
dapat



Gambar 2.2. Pola Musiman

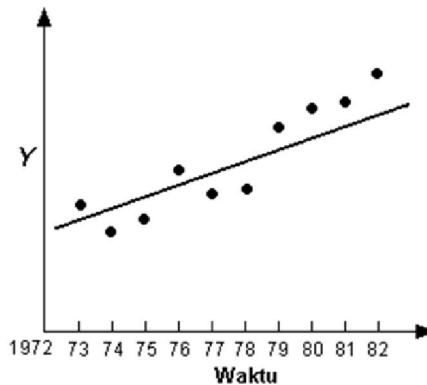


**Pola siklus (C)** terjadi bilamana datanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti yang berhubungan dengan siklus bisnis. Contoh: Penjualan produk seperti mobil, baja, dan peralatan utama lainnya. Jenis pola ini dapat dilihat pada Gambar 2.3.



**Pola tren** menunjukkan peningkatan atau penurunan secara terus-meneras. Contoh: Penjualan produk yang baru, teknologi, atau peralatan lainnya. Jenis pola ini dapat dilihat pada Gambar 2.4.

Contoh: Penjualan produk yang baru, teknologi, atau peralatan lainnya. Jenis pola ini dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Pola Trend

(Makridakis, Wheelwright dan McGee, 1992).

### 2.3. Pengukuran Peramalan

Teknik peramalan tidak selamanya selalu tepat karena teknik peramalan yang digunakan belum tentu sesuai dengan sifat datanya atau disebabkan oleh kondisi di luar bisnis yang mengharuskan bisnis perlu menyesuaikan diri. Oleh karena itu, perlu diadakan pengawasan peramalan sehingga dapat diketahui sesuai atau tidaknya teknik peramalan yang digunakan. Sehingga dapat dipilih dan ditentukan teknik peramalan yang lebih sesuai dengan cara menentukan batas toleransi peramalan atas penyimpangan yang terjadi (Jumingan,2009).

Pada prinsipnya, pengawasan peramalan dilakukan dengan membandingkan hasil peramalan dengan kenyataan yang terjadi. Penggunaan teknik peramalan yang menghasilkan penyimpangan terkecil adalah teknik peramalan yang paling sesuai untuk digunakan (Jumingan,2009).

Jilani, Burney, dan Ardil (2007) menggunakan metode AFER (*average forecasting error rate*) dan MSE (*mean square error*) untuk mengetahui besarnya penyimpangan yang terjadi pada data hasil peramalan terhadap data riil. Adapun perhitungan AFER dan MSE dapat dilihat pada Rumus 2.1 dan Rumus 2.2.

$$AFER = \frac{|A_i - F_i| / A_i}{n} \times 100\% \quad (2.1)$$

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i - F_i)^2}{n} \quad (2.2)$$

### 2.4. Himpunan Fuzzy

Sri Kusumadewi dan Hari Prurnomo (2004) dalam bukunya menjelaskan bahwa pada dasarnya himpunan fuzzy merupakan perluasan dari himpunan klasik (crisp), pada himpunan klasik A suatu elemen akan memiliki 2 kemungkinan keanggotaan yaitu anggota A dinotasikan dengan  $\mu_A(x)$ . Pada himpunan klasik ada dua keanggotaan yaitu  $\mu_A(x) = 1$  apabila x merupakan anggota A dan  $\mu_A(x)=0$  apabila x bukan anggota A.

Himpunan Fuzzy memiliki 2 (dua) atribut yaitu

1. Linguistik, yaitu penamaan suatu group yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti : Muda, Parobaya, Tua.
2. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel seperti: 40, 25, 50, dsb.

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem fuzzy, yaitu :

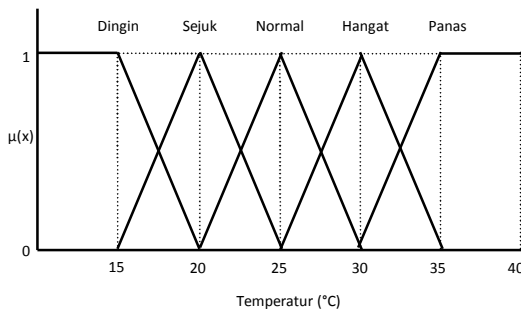
### 1. Variabel Fuzzy

Variabel Fuzzy merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem fuzzy. Contoh : umur, temperatur, permintaan, dsb.

### 2. Himpunan Fuzzy

Himpunan Fuzzy merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel fuzzy.

Contoh : Variabel temperatur, terbagi menjadi 5 himpunan fuzzy, yaitu : Dingin, Sejuk, Normal, Hangat, dan Panas. Dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Himpunan Fuzzy pada variabel temperatur

### 3. Semesta Pembicaraan

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel fuzzy. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai

semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Adakalanya nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batas atasnya.

Contoh :

- Semesta pembicaraan untuk variabel umur :  $[0 +\infty]$
- Semesta pembicaraan untuk variabel temperatur :  $[0 40]$

#### 4. Domain

Domain himpunan fuzzy adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan fuzzy. Seperti halnya semesta pembicaraan, domain merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa bertambah (naik) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai domain dapat berupa bilangan positif maupun negatif.

Contoh :

- Muda =  $[0, 45]$
- Parobaya =  $[35, 55]$
- Tua =  $[45, +\infty]$
- Dingin =  $[0, 20]$
- Hangat =  $[25, 35]$
- Panas =  $[30, 40]$

### 2.5. Fungsi Keanggotaan Fuzzy

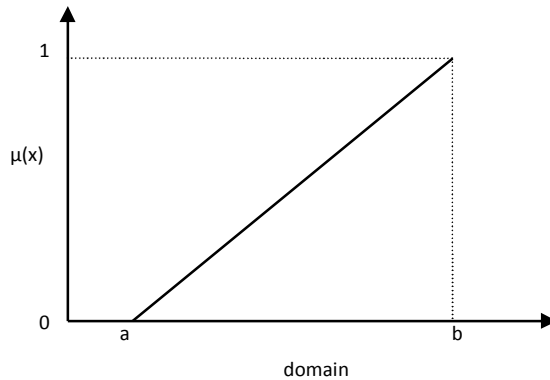
Sri Kusumadewi dan Hari Purnomo (2004) dalam bukunya menjelaskan bahwa fungsi Keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan.

#### 1. Representasi Kurva Linier

Pada representasi linier, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini adalah yang paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati konsep yang kurang jelas.

Ada 2 (dua) keadaan himpunan fuzzy linier. Pertama, kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat

keanggotaan nol (0) bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi. Direpresentasikan pada Gambar 2.6.

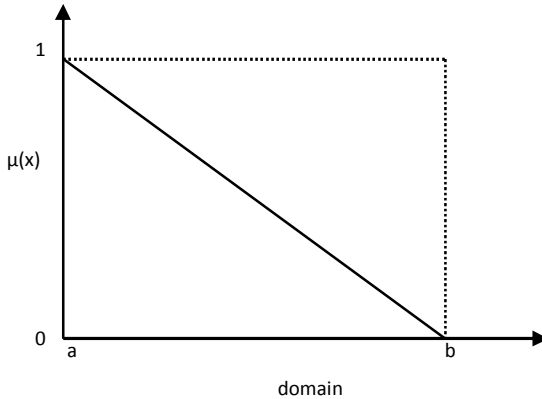


Gambar 2.6. Himpunan Fuzzy dengan Representasi Linier Naik

Fungsi keanggotaan :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2.3)$$

Kedua, merupakan kebalikan yang pertama yaitu garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah. Direpresentasikan pada Gambar 2.7.



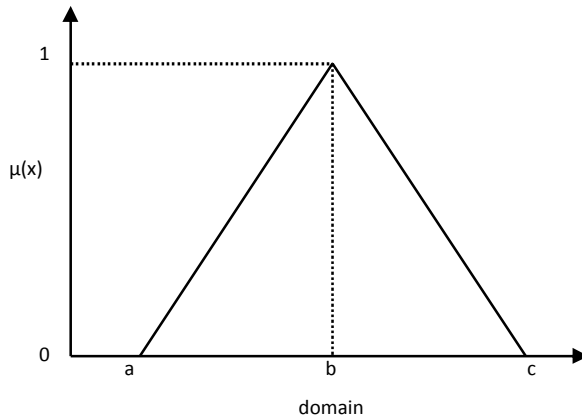
Gambar 2.7. Himpunan Fuzzy dengan Representasi Linier Turun

Fungsi keanggotaan :

$$\mu(x) = \begin{cases} (b - x)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \quad (2.4)$$

## 2. Representasi Kurva Segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya adalah gabungan dari 2 (dua) garis linier yaitu garis linier naik dan garis linier turun. Dapat dilihat pada Gambar 2.8.



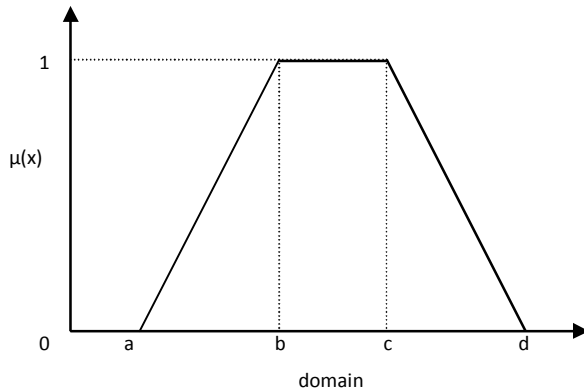
Gambar 2.8. Himpunan Fuzzy dengan Representasi Kurva Segitiga

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ (c - x)/(c - b); & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2.5)$$

### 3. Representasi Kurva Trapesium

Kurva trapesium pada dasarnya seperti kurva segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang mewakili nilai keanggotaan 1. Dapat dilihat pada Gambar 2.9.

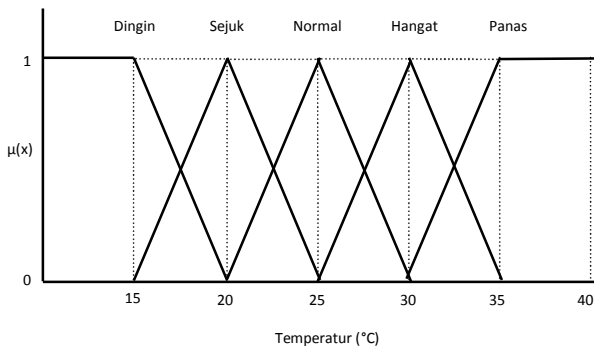


Gambar 2.9. Himpunan Fuzzy dengan Representasi Kurva Trapesium

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (x-a)/(b-a); & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ (c-x)/(c-b); & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2.6)$$

4. Representasi Kurva Bentuk Bahu Dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10. Himpunan Fuzzy dengan Representasi Kurva Bahu



## 2.6. Fuzzy Time Series

Fuzzy time series adalah metode peramalan data yang menggunakan prinsip-prinsip fuzzy sebagai dasarnya. Sistem peramalan dengan fuzzy time series menangkap pola dari data yang telah lalu kemudian digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang.

1. Tentukan himpunan semesta (*universe of discourse*) dari data yang akan dijadikan sebagai objek penelitian.
2. Bagi himpunan semesta (U) menjadi beberapa bagian dan harus ganjil serta memiliki interval yang sama.
3. Tentukan sejumlah nilai linguistik untuk merepresentasikan suatu himpunan fuzzy untuk interval-interval yang terbentuk dari himpunan semesta (U).
4. Lakukan proses fuzzyfikasi terhadap data histori.
5. Pilih nilai yang sesuai untuk parameter  $w$  dalam perhitungan dan  $w$  harus lebih besar dari 1 kemudian dilakukan perhitungan dengan menggunakan Rumus 2.7.

$$r(MBF)^{w+1} = \frac{MBF_1 + MBF_2 + \dots + MBF_w}{w} \quad (2.7)$$

6. Lakukan proses defuzzyfikasi terhadap nilai yang diperoleh dari perhitungan dengan menggunakan metode *Center of Gravity* (COG) dengan menggunakan Rumus 2.8, 2.9, dan 2.10.

$$y = \frac{(A1 * c1 + A2 * c2)}{A1 + A2} \quad (2.8)$$

$$v = r(NS) * A1 + r(NM) * A2 + \dots + r(PB) * A7 \quad (2.9)$$

$$Fi = y + v \quad (2.10)$$

(Chen, 1996)



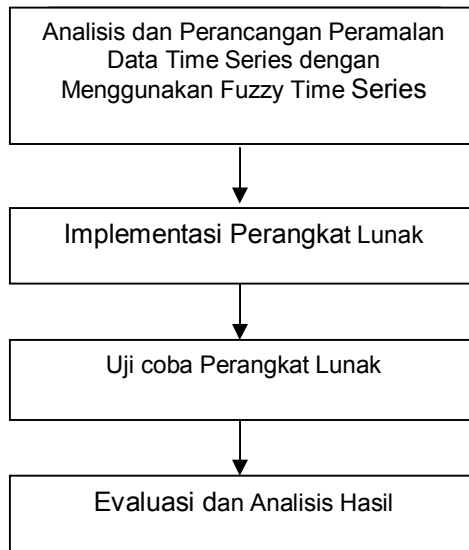
### BAB III

## METODOLOGI DAN PERANCANGAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai metode dan tahap-tahap yang digunakan dalam pembuatan perangkat lunak Sistem Peramalan Data *Time Series* dengan Menggunakan Fuzzy *Time Series*. Adapun tahapan pembuatannya adalah sebagai berikut:

1. Melakukan studi literatur mengenai sistem peramalan data *time series* dengan menggunakan fuzzy *time series*.
2. Menganalisis dan merancang perangkat lunak untuk peramalan data *time series* dengan menggunakan fuzzy *time series*.
3. Implementasi perangkat lunak berdasarkan analisis dan perancangan yang dilakukan.
4. Melakukan uji coba terhadap perangkat lunak.
5. Melakukan evaluasi hasil yang diperoleh dari uji coba perangkat lunak dan membandingkannya dengan hasil yang diperoleh secara teoritis atau manual.

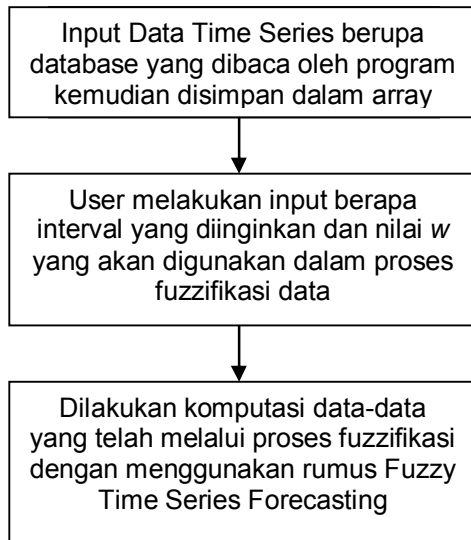
Sebagaimana digambarkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Diagram Alir Pembuatan Perangkat Lunak

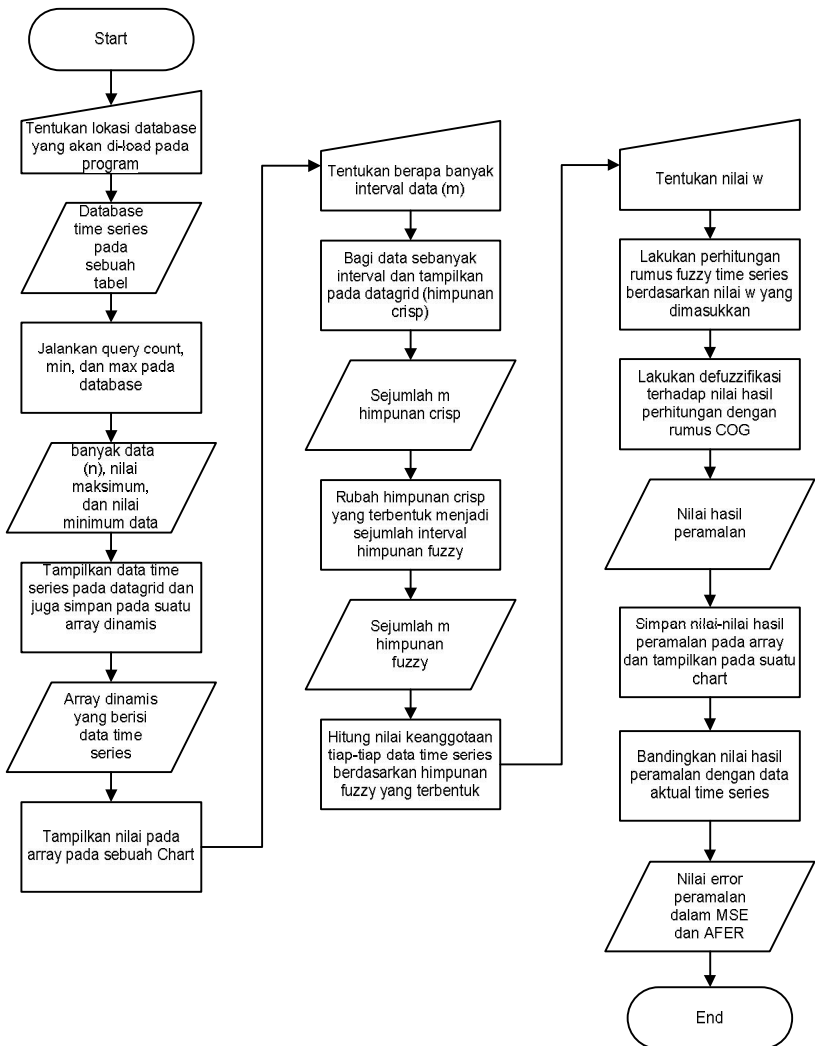
### 3.1. Deskripsi Umum Perangkat Lunak

Perangkat lunak peramalan data *time series* dengan menggunakan *fuzzy time series* yang akan dibuat adalah implementasi metode peramalan data dengan menggunakan logika fuzzy. Perangkat lunak ini menerima inputan berupa serangkaian data *time series* yang terdiri dari *timeline* dan nilai dari suatu rekap data aktual dalam kurun waktu tertentu. Data input tersebut kemudian diproses secara fuzzy, yaitu tahap fuzzifikasi, inferensi atau kalkulasi, dan defuzzifikasi untuk mendapatkan nilai akhir peramalan berupa bilangan tegas(*crisp*). Adapun gambaran global tentang perangkat lunak bisa dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Gambaran Global Penerapan Fuzzy pada Perangkat Lunak

Sedangkan untuk gambaran lebih detail tentang perangkat lunak penerapan *fuzzy time series* untuk peramalan data bisa dilihat pada *flowchart* perangkat lunak pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Flowchart Perangkat Lunak Peramalan dengan Fuzzy Time Series

### 3.2. Contoh Perhitungan Manual

$Y(t)$  : merupakan *time series* / deret berkala ( $t = 0, 1, 2, \dots$ )

$U$  : *Universe of Discourse* yang mengandung semua nilai deret

$u_i$  : besarnya jarak pada  $U$ , dimana  $i = 1, 2, \dots, n$  dan  $U$  dapat digambarkan sebagai  $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ ;  $u_i(t)$  dapat didefinisikan sebagai sebuah *fuzzy set* dari  $Y(t)$ .

$F(t)$  : merupakan *fuzzy time series* dari  $Y(t)$  dan didefinisikan sebagai  $F(t) = \{u_1(t), u_2(t), \dots, u_n(t)\}$ .

$\mu_A$  : merupakan *membership function* (MBF) dari  $A$ ,  $\mu_A : U \rightarrow [0, 1]$

$A$  : merupakan *fuzzy set* dari  $U$  dan didefinisikan sebagai berikut:

$$A = \frac{\mu_A(u_1)}{u_1} + \frac{\mu_A(u_2)}{u_2} + \dots + \frac{\mu_A(u_n)}{u_n}$$

Dimana:  $\mu_A(u_i)$  merupakan angka membership dari  $u_i$  dalam  $A$  dan  $\mu_A(u_i) \in [0, 1]$ .

#### Langkah 1. Input Data

Misalkan disini yang akan kita ramal dengan FTS adalah data penjualan produk A. Tabel 3.1 ini adalah data aktual penjualan periode 1997-2001.

Tabel 3.1 Data Aktual Penjualan Produk A Periode 1997-2001.

| Waktu    | Aktual |
|----------|--------|
| Jan-97   | 259    |
| Feb-97   | 369    |
| Mar-97   | 363    |
| Apr-97   | 314    |
| Mei-97   | 171    |
| Jun-97   | 266    |
| Jul-97   | 236    |
| Agust-97 | 295    |
| Sep-97   | 407    |
| Okt-97   | 625    |
| Nop-97   | 245    |
| Des-97   | 162    |
| Jan-98   | 539    |
| Feb-98   | 280    |

| Waktu    | Aktual |
|----------|--------|
| Sep-98   | 519    |
| Okt-98   | 241    |
| Nop-98   | 433    |
| Des-98   | 601    |
| Jan-99   | 620    |
| Feb-99   | 472    |
| Mar-99   | 390    |
| Apr-99   | 305    |
| Mei-99   | 561    |
| Jun-99   | 501    |
| Jul-99   | 610    |
| Agust-99 | 622    |
| Sep-99   | 204    |
| Okt-99   | 440    |

| Waktu    | Aktual |
|----------|--------|
| Mei-00   | 420    |
| Jun-00   | 245    |
| Jul-00   | 503    |
| Agust-00 | 607    |
| Sep-00   | 372    |
| Okt-00   | 286    |
| Nop-00   | 439    |
| Des-00   | 343    |
| Jan-01   | 376    |
| Feb-01   | 255    |
| Mar-01   | 190    |
| Apr-01   | 586    |
| Mei-01   | 419    |
| Jun-01   | 165    |

| Waktu    | Aktual |
|----------|--------|
| Mar-98   | 228    |
| Apr-98   | 179    |
| Mei-98   | 366    |
| Jun-98   | 209    |
| Jul-98   | 471    |
| Agust-98 | 581    |

| Waktu  | Aktual |
|--------|--------|
| Nop-99 | 431    |
| Des-99 | 513    |
| Jan-00 | 167    |
| Feb-00 | 318    |
| Mar-00 | 526    |
| Apr-00 | 505    |

| Waktu    | Aktual |
|----------|--------|
| Jul-01   | 214    |
| Agust-01 | 376    |
| Sep-01   | 517    |
| Okt-01   | 362    |
| Nop-01   | 185    |
| Des-01   | 153    |

**Langkah 2.** Definisikan *universe of discourse* U sampai dimana fuzzy set dapat ditetapkan

Setelah data aktual tersebut diatas dikalkulasi, maka nilai minimal dan maksimal dari data aktual tersebut dapat diperoleh ( $X_{min} = 153$ ,  $X_{max} = 625$ ). Berdasarkan nilai perbedaan tersebut, maka *Universe of Discourse* U dapat didefinisikan sebagai  $U = [153, 625]$ .

**Langkah 3.** Bagi *universe of discourse* U dengan beberapa selang seri data  $u_1, u_2, \dots, u_n$ , dan tentukan nilai *linguistic*.

Pertama kita bagi *universe of discourse* U kedalam 7 interval yang sama besar,

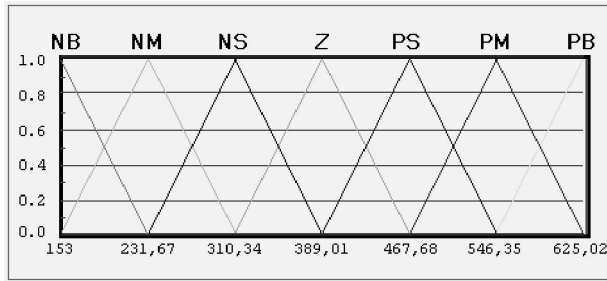
$$\begin{aligned} u_1 &= [153, 220], & u_2 &= [220, 288], & u_3 &= [288, 355], \\ u_4 &= [355, 423], & u_5 &= [423, 490], & u_6 &= [490, 558], \\ u_7 &= [558, 625]. \end{aligned}$$

Kemudian kita anggap 7 nilai linguistik (Negatif Big), (Negatif Medium), (Negatif Small), (Zero), (Positif Small), (Positif Small), (Positif Big) untuk menggambarkan variasi dari angka penjualan tadi.

Berdasarkan definisi tersebut, 7 fuzzy sets  $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7$  dimana

$$\begin{aligned} A_1 &= (\text{Negatif Big}), & A_2 &= (\text{Negatif Medium}), & A_3 &= (\text{Negatif Small}), \\ A_4 &= (\text{Zero}), & A_5 &= (\text{Positif Small}), & A_6 &= (\text{Positif Small}), \\ A_7 &= (\text{Positif Big}) \end{aligned}$$

dalam *universe of discourse* U dapat digambarkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.4. Fuzzy Sets dalam Universe of Discourse

$A1 = 153$ ;       $A2 = 231.67$ ;     $A3 = 310.34$ ;     $A4 = 389.01$   
 $A5 = 467.68$ ;     $A6 = 546.35$ ;     $A7 = 625.02$

#### Langkah 4. Fuzzifikasi nilai dari data histori.

Dalam kondisi dari *membership functions* (MBF) dan fuzzy sets seperti yang diilustrasikan pada langkah 3 diatas, nilai aktual dari angka penjualan dapat di-fuzzified dengan aturan : “jika nilai aktual dari angka penjualan tersebut adalah  $p$  dan nilai dari  $p$  terletak dalam interval  $u_j$ , maka  $p$  dapat diterjemahkan sebagai  $A_j$ ”. Fuzzified akhir nilai dari angka data penjualan berdasarkan aturan ini dapat diringkas pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Tabel Nilai Fuzzy Data Histori

| Bulan  | Aktual | NB    | NM    | NS    | Z     | PS    | PM    | PB    |
|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Jan-97 | 259    | 0,000 | 0,653 | 0,347 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Feb-97 | 369    | 0,000 | 0,000 | 0,254 | 0,746 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Mar-97 | 363    | 0,000 | 0,000 | 0,331 | 0,669 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Apr-97 | 314    | 0,000 | 0,000 | 0,953 | 0,047 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Mei-97 | 171    | 0,771 | 0,229 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Jun-97 | 266    | 0,000 | 0,564 | 0,436 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Jul-97 | 236    | 0,000 | 0,945 | 0,055 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| ...    | ...    | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   |
| Aug-01 | 376    | 0,000 | 0,000 | 0,165 | 0,835 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Sep-01 | 517    | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,373 | 0,627 | 0,000 |
| Okt-01 | 362    | 0,000 | 0,000 | 0,343 | 0,657 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Nop-01 | 185    | 0,593 | 0,407 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Des-01 | 153    | 1,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |



**Langkah 5.** Pilih basis model  $w$  yang paling sesuai dan hitung operasi fuzzy.

$$r(MBF)^{w+1} = \frac{MBF_1 + MBF_2 + \dots + MBF_w}{w}$$

Misalkan kita set  $w=5$ , maka nilai  $r(NS)^6$  atau  $r(NS)^{juni}$  :

$$\begin{aligned} r(NS)^{juni} &= \frac{NS(jan97) + NS(feb97) + NS(mar97) + NS(apr97) + NS(mei97)}{5} \\ &= \frac{0+0+0+0+0.771}{5} = 0.154 \end{aligned}$$

Dan hasilnya dapat dilihat pada tabel 3.3.

Tabel 3.3. Data Hasil perhitungan Fuzzy dengan  $w=5$

| Bulan  |     | r(NS) | r(NM) | r(NB) | r(Z)  | r(PS) | r(PM) | r(PB) |
|--------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Jan-97 | ... |       |       |       |       |       |       |       |
| Feb-97 | ... |       |       |       |       |       |       |       |
| Mar-97 | ... |       |       |       |       |       |       |       |
| Apr-97 | ... |       |       |       |       |       |       |       |
| May-97 | ... |       |       |       |       |       |       |       |
| Jun-97 | ... | 0.154 | 0.176 | 0.377 | 0.292 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Jul-97 | ... | 0.154 | 0.158 | 0.395 | 0.292 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| ...    | ... | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   |
| Aug-01 | ... | 0.320 | 0.280 | 0.000 | 0.124 | 0.076 | 0.099 | 0.101 |
| Sep-01 | ... | 0.214 | 0.186 | 0.033 | 0.291 | 0.076 | 0.099 | 0.101 |
| Oct-01 | ... | 0.214 | 0.186 | 0.033 | 0.291 | 0.151 | 0.125 | 0.000 |
| Nov-01 | ... | 0.214 | 0.186 | 0.102 | 0.298 | 0.075 | 0.125 | 0.000 |
| Dec-01 | ... | 0.164 | 0.236 | 0.102 | 0.298 | 0.075 | 0.125 | 0.000 |

**Langkah 6.** Defuzzifikasi hasil perhitungan pada langkah 5, dan kemudian kalkulasi hasil peramalan.

Setelah dilakukan perhitungan fuzzy, kita perlu menerjemahkan keluaran fuzzy ke dalam skala aslinya (*defuzzify*), yang kemudian akan diperoleh hasil peramalan akhir. Dengan

menggunakan metode *Center of Gravity* (COG) maka akan didapat rumus :

$$y = \frac{(A1 * c1 + A2 * c2)}{A1 + A2}$$

$$v = r(NS) * A1 + r(NM) * A2 + \dots + r(PB) * A7$$

$$Fi = y + v$$

$$\begin{aligned} y &= \frac{(153 * 0,154 + 231,67 * 0,176)}{153 + 231,67} + \frac{(231,67 * 0,176 + 310,33 * 0,377)}{231,67 + 310,33} \\ &+ \frac{(310,33 * 0,377 + 389 * 0,292)}{310,33 + 389} + \frac{(389 * 0,292 + 467,67 * 0)}{389} \\ &+ \frac{(467,67 * 0 + 546,33 * 0)}{467,67 + 546,33} + \frac{(546,33 * 0 + 625 * 0)}{546,33 + 625} \\ &= 0,922 \end{aligned}$$

$$v = r(NB) * A1 + r(NM) * A2 + r(NS) * A3 + r(Z) * A4 + r(PS) * A5 \\ + r(PM) * A6 + r(PB) * A7$$

=

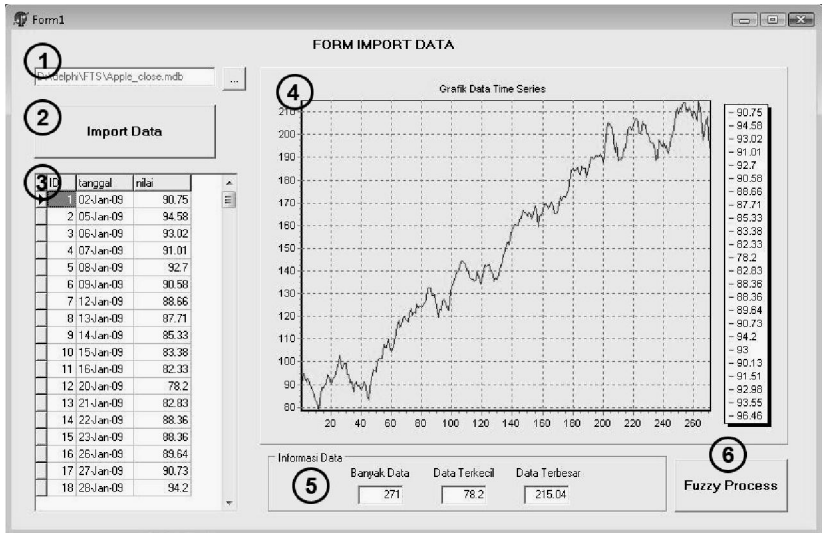
$$(0.154 * 153) + (0.176 * 231.67) + (0.377 * 310.33) + (0.292 * 389) + (0 * 467.67) \\ + (0 * 546.33) + (0 * 625)$$

$$= 295,194$$

$$F_{(juni-97)} = 0,922 + 295,194 \\ = 296,116$$

### 3.3. Rancangan User Interface Program

1. Form import data dan visualisasi data aktual, sebagaimana digambarkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.5. Form Impor data

Keterangan :

- (1). *Open Dialog Box* untuk memilih sumber data dari suatu file database atau file txt.
- (2). Tombol untuk meng-import data time series dari sumber data yang telah dipilih.
- (3). Tabel yang berisikan data time series yang telah diimpor ke program.
- (4). Grafik representasi data time series dengan sumbu x menunjukkan nilai "data ke-" dan sumbu y adalah nilai dari data ke-x.
- (5). Panel informasi atas data yang telah diimpor, terdiri dari jumlah data, nilai terbesar, dan nilai terkecil.
- (6). Tombol untuk pemrosesan selanjutnya dan membuka form fuzzifikasi data.

- Form fuzzifikasi data yaitu form untuk pembentukan *fuzzy universal of discourse* dan perhitungan tingkat keanggotaan data terhadap himpunan fuzzy yang dibentuk, sebagaimana digambarkan pada Gambar 3.5.

**FORM FUZZIFIKASI DATA**

Interval : 7

| Series | Batas Bawah | Batas Atas |
|--------|-------------|------------|
| ke-1   | 78.2        | 97.75      |
| ke-2   | 97.75       | 117.3      |
| ke-3   | 117.3       | 136.85     |
| ke-4   | 136.85      | 156.4      |
| ke-5   | 156.4       | 175.95     |
| ke-6   | 175.95      | 195.5      |
| ke-7   | 195.5       | 215.05     |

| Himpunan | Batas Kiri | Puncak | Batas Kanan |
|----------|------------|--------|-------------|
| Ke-1     | 78.2       | 101.01 | 101.01      |
| Ke-2     | 78.2       | 101.01 | 123.82      |
| Ke-3     | 101.01     | 123.82 | 146.63      |
| Ke-4     | 123.82     | 146.63 | 169.44      |
| Ke-5     | 146.63     | 169.44 | 192.25      |
| Ke-6     | 169.44     | 192.25 | 215.06      |
| Ke-7     | 192.25     | 215.06 |             |

**Grafik Semesta Fuzzy**

Series 0  
Series 1  
Series 2  
Series 3  
Series 4  
Series 5  
Series 6

**Fuzzy Data**

| data   | Series 0 | Series 1 | Series 2 | Series 3 | Series 4 | Series 5 | Series 6 |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 78.2   | 0.45     | 0.55     | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 97.75  | 0.282    | 0.718    | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 117.3  | 0.35     | 0.65     | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 136.85 | 0.438    | 0.562    | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 156.4  | 0.364    | 0.636    | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 175.95 | 0.457    | 0.543    | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 195.5  | 0.541    | 0.459    | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 215.05 | 0.583    | 0.417    | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |

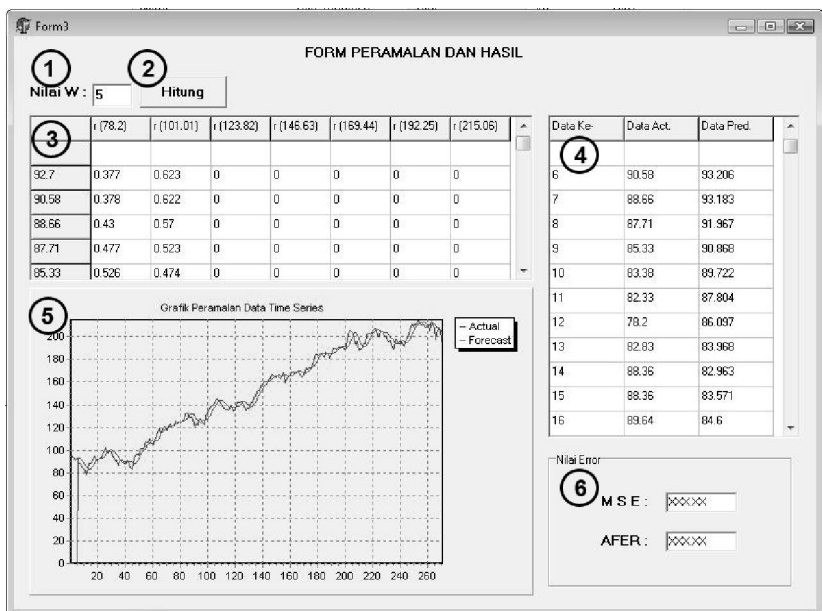
**Forecast Process**

Gambar 3.6. Form Fuzzifikasi Data

Keterangan :

- (1). *Textbox* untuk memasukkan nilai interval yang diinginkan dalam pembentukan himpunan fuzzy.
- (2). Tombol untuk menghitung data aktual dan membaginya ke dalam sejumlah interval himpunan fuzzy serta merepresentasikannya dalam grafik himpunan fuzzy.
- (3). Tabel yang berisikan data time series yang telah dibagi menjadi sejumlah interval himpunan klasik (*crisp*).
- (4). Grafik representasi data time series yang telah dibagi menjadi sejumlah interval himpunan fuzzy dengan nilai batas kiri, puncak, dan batas kanan (sistem keanggotaan segitiga).
- (5). Grafik representasi himpunan fuzzy dalam kurva bahu sejumlah interval yang telah ditentukan sebelumnya.

- (6). Tombol untuk fuzzifikasi data aktual dengan menghitung tingkat/derajat keanggotaan data aktual terhadap himpunan fuzzy yang telah terbentuk.
  - (7). Tabel data aktual yang telah di-fuzzifikasi.
  - (8). Tombol untuk pemrosesan selanjutnya dan membuka form peramalan data dan hasil.
3. Form proses komputasi peramalan dan proses defuzzifikasi untuk mendapatkan data hasil peramalan yang kemudian dibandingkan dengan data aktual serta divisualisasikan, sebagaimana digambarkan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.7. Form Peramalan dan Hasil

Keterangan :

- (1). *Textbox* untuk memasukkan nilai  $w$  yang diinginkan untuk proses perhitungan peramalan.
- (2). Tombol untuk menghitung data yang telah di-fuzzifikasi dalam form sebelumnya ke dalam rumus fuzzy time series dengan nilai  $w$  yang telah ditentukan kemudian dilakukan proses defuzzifikasi.

- (3). Tabel yang berisikan data hasil perhitungan rumus fuzzy time series.
- (4). Tabel perbandingan data aktual time series dengan data time series hasil peramalan program.
- (5). Grafik representasi data aktual time series dengan data peramalan time series.
- (6). Panel informasi berisikan nilai error peramalan dalam *MSE* dan *AFER*.

### 3.4. Rancangan Database

Untuk keperluan input data program, maka dibutuhkan *database* yang berisikan data *time series* sebagai input program. Adapun *database* yang digunakan dalam skripsi ini memiliki 1(satu) tabel *time series* yang memiliki 3(tiga) *field* yaitu *id(autonumber)*, waktu(*short date*), dan nilai(*double*). Sebagaimana direpresentasikan pada gambar 3.7.



Gambar 3.8. Tabel *Time Series*

### 3.4. Rancangan Pengujian

Untuk keperluan pengujian, maka diambil 10 (sepuluh) contoh data time series dari website <http://wessa.net> yang menyediakan data-data time series riil untuk keperluan riset pendidikan. Kemudian data-data tersebut dijadikan sebagai data sumber program untuk proses peramalan fuzzy *time series*.

Dari pengujian terhadap data-data tersebut, kemudian ditampilkan error yang diperoleh dalam suatu tabel sehingga bisa diperoleh rata-rata error yang terjadi dalam *MSE* dan *AFER* dan diketahui seberapa efektif metode fuzzy time series untuk peramalan

data *time series* dengan menggunakan nilai  $w$  yang berbeda-beda sebagaimana akan ditampilkan pada tabel 3.4, 3.5, dan 3.6.

Tabel 3.4. Hasil Pengujian dengan nilai  $w = 5$

| <b>Data Ke-</b>  | <b>MSE</b> | <b>AFER</b> |
|------------------|------------|-------------|
| 1                | ...        | ...         |
| 2                | ...        | ...         |
| 3                | ...        | ...         |
| ..               | ...        | ...         |
| 9                | ...        | ...         |
| 10               | ...        | ...         |
| <b>Rata-rata</b> | ...        | ...         |

Tabel 3.5. Hasil Pengujian dengan nilai  $w = 10$

| <b>Data Ke-</b>  | <b>MSE</b> | <b>AFER</b> |
|------------------|------------|-------------|
| 1                | ...        | ...         |
| 2                | ...        | ...         |
| 3                | ...        | ...         |
| ...              | ...        | ...         |
| 9                | ...        | ...         |
| 10               | ...        | ...         |
| <b>Rata-rata</b> | ...        | ...         |

Tabel 3.5. Hasil Pengujian dengan nilai  $w = 15$

| <b>Data Ke-</b>  | <b>MSE</b> | <b>AFER</b> |
|------------------|------------|-------------|
| 1                | ...        | ...         |
| 2                | ...        | ...         |
| 3                | ...        | ...         |
| ...              | ...        | ...         |
| 9                | ...        | ...         |
| 10               | ...        | ...         |
| <b>Rata-rata</b> | ...        | ...         |





## Daftar Pustaka

- Chen, S. M. 1996. *Forecasting enrollments based on fuzzy time series - Fuzzy Sets and Systems*. International Journal of Applied Science and Engineering
- Chen S. M., Hsu C.-C. 2004. *A new method to forecasting enrollments using fuzzy time serie.*, International Journal of Applied Science and Engineering
- Jumingan. 2009. *Studi Kelayakan Bisnis – Teori dan Pembuatan Proposal Kelayakan*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Kotler, Philip. 2002. *Manajemen Pemasaran, Jilid 1*. Prehallindo. Jakarta.
- Kusumadewi, Sri., Hari Purnomo. 2004. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Graha Ilmu. Yogyakarta
- Makridakis, S., Wheelright, S.C., dan McGee, V.E. 1992. *Metode dan Aplikasi Peramalan - edisi ke-2, jilid 1*. Alih Bahasa : Andriyanto, U.S., dan Basith, A. Erlangga. Jakarta
- Robandi, Imam. 2006. *Desain Sistem Tenaga Modern – Optimasi – Logika Fuzzy – Algoritma Genetika*. Andi. Yogyakarta.
- T. A. Jilani, S. M. A., Burney, C., Ardil. 2007. *Fuzzy Metric Approach for Fuzzy Time Series Forecasting based on Frequency Density Based Partitioning*. Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology Vol. 23, pp.333-338.
- Wessa, P. (2010), Free Statistics Software, Office for Research Development and Education, version 1.1.23-r5, URL <http://www.wessa.net/>
- Winarno, W.W. 2007. *Analisis Ekonometrika dan Statistika dengan Eviews*. UPP STIM YKPN. Yogyakarta.