

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/319939701>

# Implementasi Metode Fuzzy Time Series dengan Penentuan Interval Berbasis Rata-rata untuk Peramalan Data Penjualan....

Thesis · June 2010

DOI: 10.13140/RG.2.2.36498.76481

CITATIONS

0

READS

603

3 authors, including:



**M Syauqi Haris**

Brawijaya University

1 PUBLICATION 0 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Dian Eka Ratnawati**

Brawijaya University

37 PUBLICATIONS 1 CITATION

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Optimasi Asupan Makanan Harian Ibu Hamil Penderita Hipertensi Menggunakan Algoritme Genetika

[View project](#)



Prediksi Jumlah Pengangguran Terbuka di Indonesia menggunakan Metode Genetic-Based Backpropagation [View project](#)

**IMPLEMENTASI METODE FUZZY TIME SERIES DENGAN  
PENENTUAN INTERVAL BERBASIS RATA-RATA UNTUK  
PERAMALAN DATA PENJUALAN BULANAN**

**SKRIPSI**

oleh:

**M SYAUQI HARIS  
0310960048-96**



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER  
JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2010**



# **IMPLEMENTASI METODE FUZZY TIME SERIES DENGAN PENENTUAN INTERVAL BERBASIS RATA-RATA UNTUK PERAMALAN DATA PENJUALAN BULANAN**

## **SKRIPSI**

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains dalam bidang Ilmu Komputer

oleh:

**M SYAUQI HARIS**  
**0310960048-96**



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER  
JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2010**



**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**  
**IMPLEMENTASI METODE FUZZY TIME SERIES DENGAN**  
**PENENTUAN INTERVAL BERBASIS RATA-RATA UNTUK**  
**PERAMALAN DATA PENJUALAN BULANAN**

Oleh :  
**M SYAUQI HARIS**  
**0310960048-96**

**Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji**  
**pada tanggal 14 Juni 2010**  
**dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar**  
**Sarjana Sains dalam bidang Ilmu Komputer**

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Edy Santoso, SSi.,M.Kom  
NIP. 197404142003121004

Dian Eka Ratnawati, SSi.,M.Kom  
NIP. 197306192002122001

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Matematika  
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Dr. Agus Suryanto, MSc.  
NIP. 196908071994121001



## **LEMBAR PERNYATAAN**

**Saya yang bertanda tangan di bawah ini :**

**Nama : M Syauqi Haris**  
**NIM : 0310960048-96**  
**Jurusan : Matematika**  
**Program Studi : Ilmu Komputer**  
**Penulis skripsi berjudul : Implementasi Metode Fuzzy Time Series Dengan Penentuan Interval Berbasis Rata-Rata Untuk Peramalan Data Penjualan Bulanan.**

**Dengan ini menyatakan bahwa :**

- 1. Isi dari skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam Skripsi ini.**
- 2. Apabila dikemudian hari ternyata Skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.**

**Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran**

**Malang, 14 Juni 2010**  
**Yang menyatakan,**

**M Syauqi Haris**  
**NIM. 0310960048-96**





# IMPLEMENTASI METODE FUZZY TIME SERIES DENGAN PENENTUAN INTERVAL BERBASIS RATA-RATA UNTUK PERAMALAN DATA PENJUALAN BULANAN

## ABSTRAK

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. Dalam perhitungan peramalan dengan menggunakan *fuzzy time series*, panjang interval telah ditentukan di awal proses perhitungan. Sedangkan penentuan panjang interval sangat berpengaruh dalam pembentukan *fuzzy relationship* yang tentunya akan memberikan dampak perbedaan hasil perhitungan peramalan. Oleh karena itu, pembentukan *fuzzy relationship* haruslah tepat dan hal ini mengharuskan penentuan panjang interval yang sesuai. Salah satu metode untuk penentuan panjang interval yang efektif adalah dengan metode berbasis rata-rata atau *average-based fuzzy time series*. Dalam skripsi ini, penulis mengimplementasikan *fuzzy time series* untuk meramalkan data penjualan bulanan, adapun data yang digunakan untuk pengujian adalah data yang berasal dari situs web penyedia data statistic hasil sensus. Dan dari hasil pengujian yang dilakukan, diketahui bahwa Peramalan data menggunakan Fuzzy Time Series dengan penentuan interval berbasis rata-rata memiliki tingkat akurasi lebih tinggi dibandingkan dengan Fuzzy Time Series Standar, dengan selisih rata-rata 52,39 % lebih akurat jika error dihitung menggunakan AFER dan selisih rata-rata 70,90 % lebih akurat jika error dihitung menggunakan MSE.



# **IMPLEMENTATION OF FUZZY TIME SERIES WITH AVERAGE-BASED INTERVAL FOR MONTHLY SALES FORECASTING**

## **ABSTRACT**

*Forecasting systems with fuzzy time series capturing the pattern of past data and then use it to project future data. The process also does not require a complex learning system as it exists on genetic algorithms and neural networks, so that make the system is easy to develop. In the prediction using fuzzy time series, the length of the interval has been determined at the beginning of the calculation process. While determining the interval length is very influential in the formation of fuzzy relationships also will have an impact on the prediction of the outcome differences. Therefore, the formation of the fuzzy relationship must be precise and it requires the determination of an appropriate interval length. One method that can be used to determine the effective length of the interval is an average based method. In this paper, the authors implement the fuzzy time series to forecast the monthly sales data, as for the data used for testing is derived from census statistical data website provider. And from the results of tests conducted that data forecasting using Average-based Fuzzy Time Series with a determination based on the average interval has a higher accuracy compared with Fuzzy Time Series Standards, with the difference in average 52.39% more accurate if the error is calculated using AFER and the difference in average 70.90% more accurate if the error is calculated using the MSE.*



## KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu kewajiban mahasiswa Ilmu Komputer untuk meraih gelar Sarjana Komputer.

Skripsi ini bertujuan untuk menjelaskan rencana penggunaan metode *Fuzzy Time Series* dengan penentuan interval berbasis rata-rata untuk peramalan data penjualan bulanan.

Pada penyusunan skripsi ini, Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Edy Santoso. SSi, M.Kom, selaku pembimbing utama penulisan skripsi.
2. Dian Eka Ratnawati. SSi, M.Kom, selaku pembimbing pendamping dalam penulisan skripsi.
3. Drs. Marji, MT, selaku Ketua Program Studi Ilmu Komputer, Jurusan Matematika, FMIPA Universitas Brawijaya dan penasehat akademik.
4. Segenap Bapak dan Ibu Dosen yang telah mendidik dan mengajarkan ilmunya kepada Penulis selama menempuh pendidikan di Program Studi Ilmu Komputer Jurusan Matematika FMIPA Universitas Brawijaya.
5. Segenap staf dan karyawan di Jurusan Matematika FMIPA Universitas Brawijaya yang telah banyak membantu Penulis dalam pelaksanaan penyusunan proposal skripsi ini.
6. Orang tua Penulis atas dukungan materi dan doa restunya kepada Penulis.
7. Rekan-rekan di Program Studi Ilmu Komputer FMIPA Universitas Brawijaya yang telah banyak memberikan bantuannya demi kelancaran pelaksanaan penyusunan proposal skripsi ini.
8. Rekan-rekan Kaskuser, khususnya Kaskus Regional Malang atas semangat dan doanya.
9. Dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat Penulis sebutkan satu per satu.

Penulis sadari bahwa dalam laporan ini kemungkinan masih ada kekurangan, oleh karena itu Penulis sangat menghargai saran dan kritik yang sifatnya membangun demi perbaikan penulisan dan mutu isi skripsi ini untuk kelanjutan penelitian serupa di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat. Amin.

Malang, Juni 2010

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	iii
LEMBAR PERNYATAAN .....	v
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	ix
KATA PENGANTAR .....	xi
DAFTAR ISI .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR KODE PROGRAM .....	xix
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	 1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Manfaat .....	3
 <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	 5
2.1 Konsep dan Jenis Data .....	5
2.2 Peramalan Data Time Series .....	7
2.3 Pengukuran Peramalan .....	10
2.4 Himpunan Fuzzy .....	10
2.5 Fungsi Keanggotaan Fuzzy .....	12
2.6 Fuzzy Time Series .....	16
2.7 Metode Peramalan Dengan Fuzzy Time Series .....	17
2.8 Penentuan Interval Berbasis Rata-rata Pada Fuzzy Time Series .....	22
 <b>BAB III METODOLOGI DAN PERANCANGAN</b> .....	 25
3.1 Deskripsi Umum Perangkat Lunak .....	26
3.2 Contoh Perhitungan Manual .....	30
3.3 Rancangan <i>User Interface</i> Program .....	36
3.4 Rancangan <i>Database</i> .....	39
3.5 Rancangan Pengujian .....	40



<b>BAB IV IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>43</b>
4.1 Lingkungan Implementasi .....	43
4.1.1 Lingkungan Perangkat Keras .....	43
4.1.2 Lingkungan Perangkat Lunak .....	43
4.2 Implementasi Program .....	43
4.2.1 Form Input Data Program .....	43
4.2.2 Proses Impor Data .....	45
4.2.3 Penghitungan Interval Berbasis Rata-rata .....	47
4.2.4 Form Fuzzifikasi .....	48
4.2.5 Proses Fuzzifikasi .....	49
4.2.6 Form Peramalan .....	55
4.2.7 Proses Peramalan .....	56
4.3 Hasil Uji .....	59
4.4 Analisa Hasil .....	71
 <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	 <b>73</b>
5.1 Kesimpulan .....	73
5.2 Saran .....	73
 <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	 <b>75</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b>	Produksi dan <i>Lag</i> Produksi Kopi Dunia Pada Tahun 2000 - 2005 .....	6
<b>Tabel 2.2</b>	Perbandingan antara Penjualan, Pembelian Bahan Baku, dan Jumlah Karyawan pada Restoran A, B, Dan C dalam Satu Bulan .....	6
<b>Tabel 2.3</b>	Data Panel Okspor dan Impor Kopi Indonesia dan Malaysia pada Periode Tahun 2005 - 2007 .....	7
<b>Tabel 2.4</b>	Data Fuzzifikasi Historis <i>Enrollment</i> .....	18
<b>Tabel 2.5</b>	<i>Fuzzy Logical Relationship</i> .....	19
<b>Tabel 2.6</b>	<i>Fuzzy Logical Relationship Group</i> .....	19
<b>Tabel 2.7</b>	Data Aktual dan Data Hasil Peramalan .....	21
<b>Tabel 2.8</b>	Tabel Basis Interval .....	23
<b>Tabel 3.1</b>	Data Aktual Penjualan Produk A Periode 1997 – 2001 .....	30
<b>Tabel 3.2</b>	Nilai Keanggotaan Fuzzy Data Histori .....	32
<b>Tabel 3.3</b>	Hasil Fuzzifikasi .....	32
<b>Tabel 3.4</b>	<i>Fuzzy Logical Relationship</i> (FLR) .....	33
<b>Tabel 3.5</b>	<i>Fuzzy Logical Relationship Group</i> (FLRG) .....	34
<b>Tabel 3.6</b>	Hasil Defuzzifikasi FLRG .....	34
<b>Tabel 3.7</b>	Data Aktual dan Data Hasil Peramalan .....	35
<b>Tabel 3.8</b>	Rancangan Hasil Pengujian .....	41
<b>Tabel 3.9</b>	Rancangan Optimasi .....	41
<b>Tabel 4.1</b>	Variabel Utama Form Input Data .....	44
<b>Tabel 4.2</b>	Variabel Utama Form Fuzzifikasi .....	49
<b>Tabel 4.3</b>	Variabel Utama Form Peramalan .....	56
<b>Tabel 4.4</b>	Data “ <i>retail and food service</i> ” .....	59
<b>Tabel 4.5</b>	Data “ <i>Motor Vehicle</i> ” .....	61
<b>Tabel 4.6</b>	Data “ <i>Furniture</i> ” .....	64
<b>Tabel 4.7</b>	Data “ <i>Electronics</i> ” .....	66
<b>Tabel 4.8</b>	Data “ <i>Auto other motor</i> ” .....	68
<b>Tabel 4.9</b>	Tabel Nilai Error Peramalan .....	69



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Pola Horisontal .....	8
<b>Gambar 2.2</b>	Pola Musiman .....	8
<b>Gambar 2.3</b>	Pola Siklis .....	9
<b>Gambar 2.4</b>	Pola Trend .....	9
<b>Gambar 2.5</b>	Himpunan Fuzzy pada Variabel Temperatur .....	11
<b>Gambar 2.6</b>	Himpunan Fuzzy dengan Representasi Linier Naik .....	13
<b>Gambar 2.7</b>	Himpunan Fuzzy dengan Representasi Linier Turun.....	14
<b>Gambar 2.8</b>	Himpunan Fuzzy dengan Representasi Kurva Segitiga .....	14
<b>Gambar 2.9</b>	Himpunan Fuzzy dengan Representasi Kurva Trapesium .....	15
<b>Gambar 2.10</b>	Himpunan Fuzzy dengan Representasi Kurva Bahu .....	16
<b>Gambar 2.11</b>	Grafik Perbandingan Data Aktual dengan Hasil Peramalan .....	22
<b>Gambar 3.1</b>	Diagram Alir Pembuatan Perangkat Lunak .....	25
<b>Gambar 3.2</b>	Gambaran Global Penerapan Fuzzy pada Perangkat Lunak .....	26
<b>Gambar 3.3</b>	Flowchart Penentuan Interval Berbasis Rata-rata..	27
<b>Gambar 3.4</b>	Flowchart Peramalan dengan Fuzzy Time Series ..	28
<b>Gambar 3.5</b>	Flowchart Perangkat Lunak Peramalan dengan Fuzzy Time Series .....	29
<b>Gambar 3.6</b>	Fuzzy Sets dalam <i>Universe of Discourse</i> .....	31
<b>Gambar 3.7</b>	Grafik Data Aktual dan Data Hasil Peramalan .....	36
<b>Gambar 3.8.</b>	Form Impor data .....	36
<b>Gambar 3.9</b>	Form Fuzzifikasi Data .....	37
<b>Gambar 3.10</b>	Form Peramalan dan Hasil .....	39
<b>Gambar 3.11</b>	Tabel <i>Time Series</i> .....	39
<b>Gambar 3.12</b>	Tabel <i>FLR</i> .....	40
<b>Gambar 3.13</b>	Tabel Data Hasil .....	40
<b>Gambar 4.1</b>	Form Input Data .....	44
<b>Gambar 4.2</b>	Form Fuzzifikasi .....	48
<b>Gambar 4.3</b>	Form Peramalan .....	55
<b>Gambar 4.4</b>	Grafik Hasil Peramalan Data “ <i>Retail and Food Service</i> ” .....	61

<b>Gambar 4.5</b>	Grafik Hasil Peramalan Data “ <i>Motor Vehicle</i> ” .....	63
<b>Gambar 4.6</b>	Grafik Hasil Peramalan Data “ <i>Furniture</i> ” .....	66
<b>Gambar 4.7</b>	Grafik Hasil Peramalan Data “ <i>Electronics</i> ” .....	68
<b>Gambar 4.8</b>	Grafik Hasil Peramalan Data “ <i>Auto other-motor</i> ” .	70

## DAFTAR KODE PROGRAM

<b>Kode Program 4.1</b>	Variabel Utama Form Input Data .....	44
<b>Kode Program 4.2</b>	Penentuan Lokasi Database .....	45
<b>Kode Program 4.3</b>	<i>connection string</i> .....	45
<b>Kode Program 4.4</b>	Proses <i>Query</i> Informasi Data .....	46
<b>Kode Program 4.5</b>	Proses Penyimpanan pada Array .....	46
<b>Kode Program 4.6</b>	Proses Penampilan Grafik Data <i>Time Series</i> .....	47
<b>Kode Program 4.7</b>	Proses Penentuan Panjang Interval .....	48
<b>Kode Program 4.8</b>	Variabel Utama Form Fuzzifikasi .....	49
<b>Kode Program 4.9</b>	Proses Pembentukan Himpunan <i>Crisp</i> .....	50
<b>Kode Program 4.10</b>	Proses Pembentukan Himpunan Fuzzy .....	51
<b>Kode Program 4.11</b>	Proses Menampilkan <i>Fuzzy Sets</i> dalam Grafik .....	52
<b>Kode Program 4.12</b>	Proses Menghitung Nilai Keanggotaan .....	53
<b>Kode Program 4.13</b>	Proses Fuzzifikasi .....	54
<b>Kode Program 4.14</b>	Proses Pembentukan FLR .....	54
<b>Kode Program 4.15</b>	Variabel Utama Form Peramalan .....	55
<b>Kode Program 4.16</b>	Proses Pembentukan FLRG dan defuzzifikasi .....	57
<b>Kode Program 4.17</b>	Proses Peramalan .....	58
<b>Kode Program 4.18</b>	Proses Penghitungan Error .....	58



# **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.

Teknik peramalan terbagi menjadi 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 disebut sebagai data *time series* (Jumingan, 2009). Adapun salah satu contoh data yang bisa digunakan sebagai objek peramalan data kuantitatif adalah data penjualan bulanan.

Logika Fuzzy, sejak dikenalkan oleh Professor Zadeh (California University) pada tahun 1965, telah menjabarkan perhitungan matematik untuk menggambarkan ketidakjelasan 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 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.

Dalam perhitungan peramalan dengan menggunakan *fuzzy time series*, panjang interval telah ditentukan di awal proses perhitungan. Sedangkan penentuan panjang interval sangat berpengaruh dalam pembentukan *fuzzy relationship* yang tentunya akan memberikan dampak perbedaan hasil perhitungan peramalan. Oleh karena itu, pembentukan *fuzzy relationship* haruslah tepat dan hal ini mengharuskan penentuan panjang interval yang sesuai. Salah satu metode untuk penentuan panjang interval yang efektif adalah dengan metode berbasis rata-rata atau *average-based fuzzy time series* (Xihao, 2008).

Oleh karena itu maka judul yang diambil dalam skripsi ini adalah **“Implementasi Metode Fuzzy Time Series Dengan Penentuan Interval Berbasis Rata-rata Untuk Peramalan Data Penjualan Bulanan”** sehingga diharapkan bisa diketahui bagaimana langkah-

langkah implementasi metode dalam sistem dan bisa diukur akurasi penggunaan sistem fuzzy *time series* untuk peramalan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam skripsi ini adalah:

1. Bagaimana mengimplementasikan metode Fuzzy *Time Series* dengan penentuan interval berbasis rata-rata untuk peramalan data penjualan bulanan.
2. Membandingkan hasil dari sistem peramalan menggunakan fuzzy *time series* dengan penentuan interval berbasis rata-rata dan hasil peramalan dengan fuzzy *time series* standar terhadap data aktual dengan cara menghitung AFER (*average forecasting error rate*) dan MSE (*mean square error*) sehingga bisa diketahui tingkat keakuratan sistem.

## **1.3 Tujuan**

Tujuan yang ingin dicapai dari pembuatan skripsi ini adalah:

1. Mengimplementasikan sistem Fuzzy *Time Series* dengan penentuan interval berbasis rata-rata dalam perangkat lunak.
2. Melakukan analisis terhadap hasil implementasi yang diperoleh.

## **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penulisan skripsi 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* dengan interval berbasis rata-rata untuk peramalan data saja.

## **1.5 Manfaat**

Manfaat yang diperoleh dari penulisan skripsi ini adalah memberikan gambaran dan mengetahui tingkat keakuratan sistem mengenai penggunaan sistem Fuzzy dengan penentuan interval berbasis rata-rata untuk peramalan data penjualan bulanan.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

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

Dalam ekonometrika, dikenal 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 dibahas 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. Dapat dilihat dari contoh data *time series* pada data harga saham, data ekspor, data nilai tukar (kurs), data produksi, dan lain-lain sebagainya. Jika diamati 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 (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 Bahan Baku</b>	<b>Jumlah 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 pada Tabel 2.2 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

Negara	Periode	Ekspor	Impor
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 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 disebut sebagai data *time series* (Jumingan, 2009).

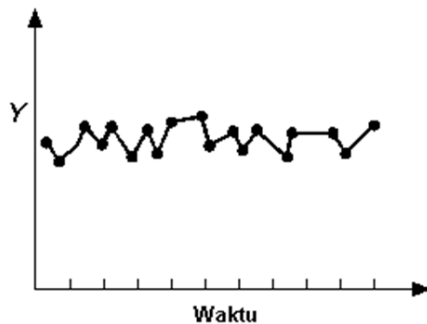
Peramalan Data *Time Series* memprediksi apa yang akan terjadi berdasarkan data historis masa lalu. *Time series* adalah kumpulan dari pengamatan yang teratur pada sebuah variabel selama periode waktu yang sama dan suksesif. Dengan mempelajari bagaimana sebuah variabel berubah setiap waktu, sebuah relasi 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.

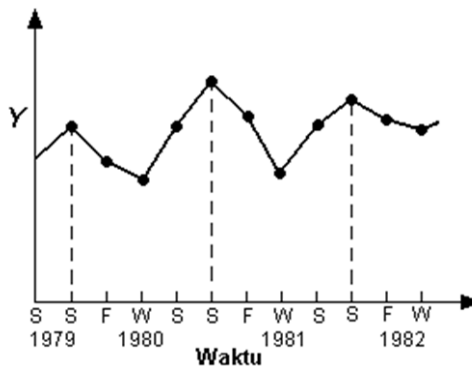
Menurut Makridakis, Wheelwright dan McGee (1992), langkah penting dalam memilih suatu metode *time series* yang tepat adalah dengan mempertimbangkan jenis pola datanya. Pola data dapat dibedakan menjadi empat, yaitu :

**Pola horisontal (H)** terjadi bilamana 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.



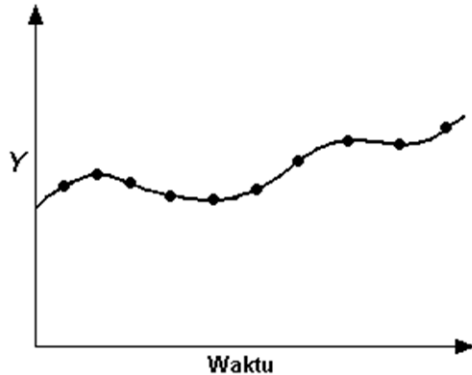
Gambar 2.1. Pola Horisontal

**Pola musiman (S)** terjadi bilamana suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman (misalnya kuartal tahun tertentu, bulanan, atau hari-hari pada minggu tertentu). Penjualan dari produk seperti minuman ringan, es krim, dan bahan bakar pemanas ruang semuanya menunjukkan jenis pola ini. Untuk pola musiman kuartalan dapat dilihat Gambar 2.2.



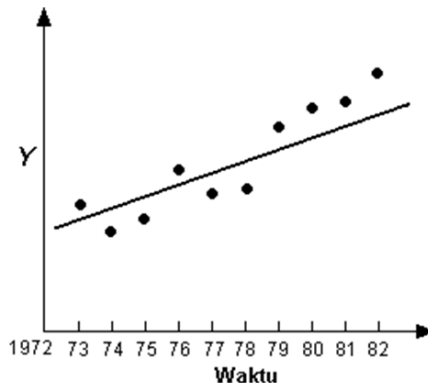
Gambar 2.2. Pola Musiman

**Pola siklis (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.



Gambar 2.3. Pola Siklis

**Pola trend (T)** terjadi bilamana terdapat kenaikan atau penurunan sekuler jangka panjang dalam data. Contoh: Penjualan banyak perusahaan, GNP dan berbagai indikator bisnis atau ekonomi 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.

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

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

Di mana  $A_i$  adalah nilai aktual pada data ke- $i$  dan  $F_i$  adalah nilai hasil peramalan untuk data ke- $i$ . Adapun  $n$  adalah banyaknya data *time series*.

### 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 :

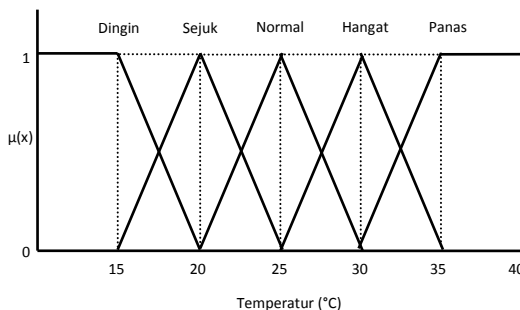
### 1. Variabel Fuzzy

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

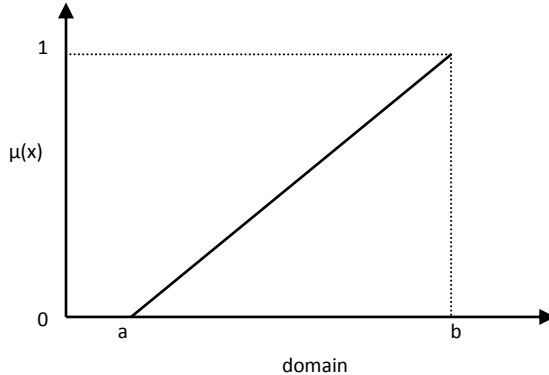
Sri Kusumadewi dan Hari Purnomo (2004) dalam bukunya menjelaskan bahwa fungsi Keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. 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

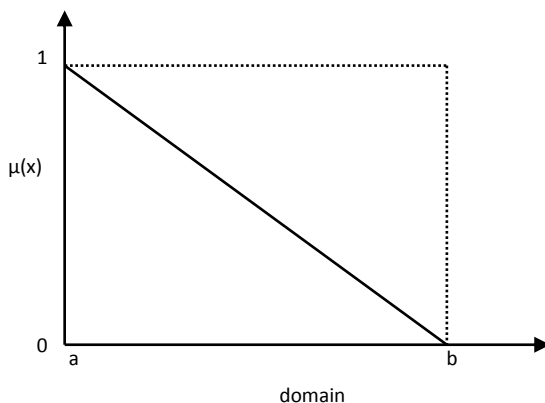
Fungsi keanggotaan :

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

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.

Adapun Fungsi keanggotaannya adalah sebagai berikut :

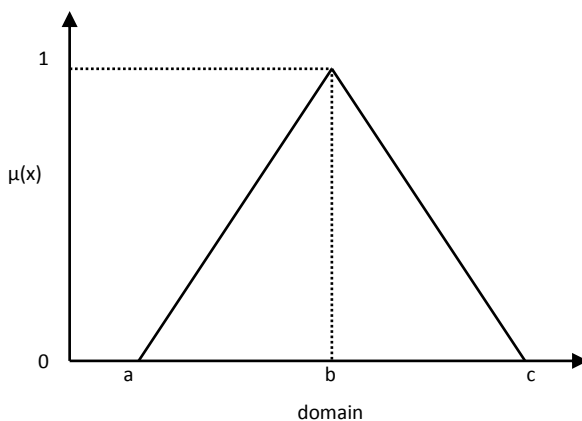
$$\mu(x) = \begin{cases} (b - x)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \quad (2.4)$$



Gambar 2.7. Himpunan Fuzzy dengan Representasi Linier Turun

## 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.



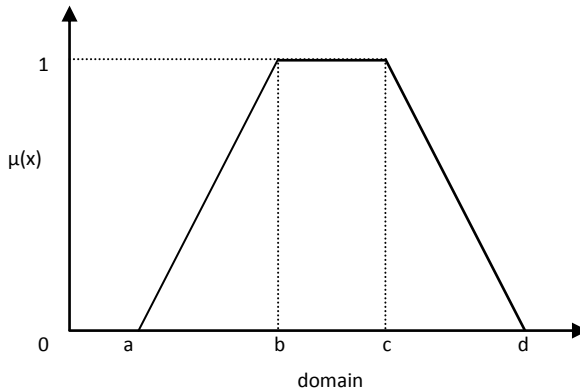
Gambar 2.8. Himpunan Fuzzy dengan Representasi Kurva Segitiga

Adapun Fungsi keanggotaannya adalah sebagai berikut :

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

### 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.

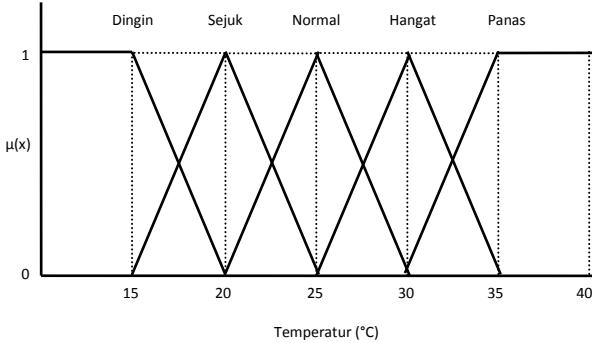


Gambar 2.9. Himpunan Fuzzy dengan Representasi Kurva Trapesium

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

Perbedaan utama antara fuzzy *time series* dan konvensional *time series* yaitu pada nilai yang digunakan dalam peramalan, yang merupakan himpunan fuzzy dari bilangan-bilangan real atas himpunan semesta yang ditentukan. Himpunan fuzzy dapat diartikan sebagai suatu kelas bilangan dengan batasan yang samar.

Jika  $U$  adalah himpunan semesta,  $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ , maka suatu himpunan fuzzy  $A$  dari  $U$  dedefinisikan sebagai  $A = f_A(u_1)/u_1 + f_A(u_2)/u_2 + \dots + f_A(u_n)/u_n$  dimana  $f_A$  adalah fungsi keanggotaan dari  $A$ ,  $f_A: U \rightarrow [0,1]$  and  $1 \leq i \leq n$ .

Sedangkan definisi dari fuzzy *time series* adalah misalkan  $Y(t)$  ( $t = \dots, 0, 1, 2, \dots$ ), adalah himpunan bagian dari  $R$ , yang menjadi himpunan semesta dimana himpunan fuzzy  $f_i(t)$  ( $i=1, 2, \dots$ ) telah didefinisikan sebelumnya dan jadikan  $F(t)$  menjadi kumpulan dari  $f_i(t)$  ( $i=1, 2, \dots$ ). Maka,  $F(t)$  dinyatakan sebagai fuzzy *time series* terhadap  $Y(t)$  ( $t = \dots, 0, 1, 2, \dots$ ).

Dari definisi di atas, dapat dilihat bahwa  $F(t)$  bisa dianggap sebagai variabel linguistik dan  $f_i(t)$  ( $i=1, 2, \dots$ ) bisa dianggap sebagai kemungkinan nilai linguistik dari  $F(t)$ , dimana  $f_i(t)$  ( $i=1, 2, \dots$ ) direpresentasikan oleh suatu himpunan fuzzy. Bisa dilihat juga bahwa  $F(t)$  adalah suatu fungsi waktu dari  $t$  misalnya, nilai-nilai dari

$F(t)$  bisa berbeda pada waktu yang berbeda bergantung pada kenyataan bahwa himpunan semesta bisa berbeda pada waktu yang berbeda. Dan jika  $F(t)$  hanya disebabkan oleh  $F(t-1)$  maka hubungan ini digambarkan sebagai  $F(t-1) \rightarrow F(t)$ .

(Chen, 1996)

## 2.7. Metode Peramalan dengan Fuzzy Time Series

Langkah Pertama : Bagi himpunan semesta  $U = [D_{\min}, D_{\max}]$  menjadi sejumlah ganjil interval yang sama  $u_1, u_2, \dots, u_m$ .

Misalkan  $U = [13000, 20000]$  bisa dibagi menjadi tujuh interval  $u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6, u_7$  dimana  $u_1 = [13000, 14000]$ ,  $u_2 = [14000, 15000]$ ,  $u_3 = [15000, 16000]$ ,  $u_4 = [16000, 17000]$ ,  $u_5 = [17000, 18000]$ ,  $u_6 = [18000, 19000]$ ,  $u_7 = [19000, 20000]$ .

Langkah Kedua : Jadikan  $A_1, A_2, \dots, A_k$  menjadi suatu himpunan-himpunan fuzzy yang variabel linguistiknya ditentukan sesuai dengan keadaan semesta. Kemudian definisikan himpunan-himpunan fuzzy tersebut sebagaimana berikut ini :

$$A_1 = a_{11}/u_1 + a_{12}/u_2 + \dots + a_{1m}/u_m$$

$$A_1 = a_{21}/u_1 + a_{22}/u_2 + \dots + a_{2m}/u_m$$

...

$$A_1 = a_{k1}/u_1 + a_{k2}/u_2 + \dots + a_{km}/u_m$$

Di mana  $a_{ij} \in [0,1]$ ,  $1 \leq i \leq k$ , and  $1 \leq j \leq m$ . nilai dari  $a_{ij}$  menunjukkan derajat keanggotaan dari  $u_j$  dalam himpunan fuzzy  $A_i$ . Penentuan derajat untuk masing-masing  $A_i (i= 1,2,\dots,m)$  yaitu jika keanggotaan maximum dari suatu data dibawah  $A_k$  maka nilai fuzzifikasi-nya dikatakan sebagai  $A_k$ . Kemudian *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) ditentukan berdasarkan data histori yang ada.

$$A_1 = 1/u_1 + 0.5/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7,$$

$$A_2 = 0.5/u_1 + 1/u_2 + 0.5/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7,$$

$$A_3 = 0/u_1 + 0.5/u_2 + 1/u_3 + 0.5/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7,$$

$$A_4 = 0/u_1 + 0/u_2 + 0.5/u_3 + 1/u_4 + 0.5/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7,$$

$$A_5 = 0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0.5/u_4 + 1/u_5 + 0.5/u_6 + 0/u_7,$$

$$A_6 = 0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0.5/u_5 + 1/u_6 + 0.5/u_7,$$

$$A_7 = 0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0.5/u_6 + 1/u_7,$$



Adapun data histori yang digunakan dalam contoh perhitungan ditampilkan pada tabel 2.4.

Tabel 2.4. Data Fuzzifikasi Historis *Enrollment*

Year	Actual Enrollment	Fuzzified Enrollment
1971	13055	$A_1$
1972	13563	$A_1$
1973	13867	$A_1$
1974	14696	$A_2$
1975	15460	$A_3$
1976	15311	$A_3$
1977	15603	$A_3$
1978	15861	$A_3$
1979	16807	$A_4$
1980	16919	$A_4$
1981	16388	$A_4$
1982	15433	$A_3$
1983	15497	$A_3$
1984	15145	$A_3$
1985	15163	$A_3$
1986	15984	$A_3$
1987	16859	$A_4$
1988	18150	$A_6$
1989	18970	$A_6$
1990	19328	$A_7$
1991	19337	$A_7$
1992	18876	$A_6$

Dari tabel 2.4. maka bisa diperoleh *fuzzy logical relationship*, dimana *fuzzy logical relationship*  $A_j \rightarrow A_k$  berarti jika nilai *enrollment* pada tahun  $i$  adalah  $A_j$  maka pada tahun  $i+1$  adalah  $A_k$ .  $A_j$  sebagai sisi kiri *relationship* disebut sebagai *current state* dan  $A_k$  sebagai sisi kanan *relationship* disebut sebagai *next state*. Dan jika terjadi perulangan hubungan maka tetap dihitung sekali. Adapun *fuzzy logical relationship* ditampilkan pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5. *fuzzy logical relationship*

$A_1 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_2$	$A_2 \rightarrow A_3$	$A_3 \rightarrow A_3$
$A_3 \rightarrow A_4$	$A_4 \rightarrow A_4$	$A_4 \rightarrow A_3$	$A_4 \rightarrow A_6$
$A_6 \rightarrow A_6$	$A_6 \rightarrow A_7$	$A_7 \rightarrow A_7$	$A_7 \rightarrow A_6$

Langkah Ketiga : Bagi *fuzzy logical relationship* yang telah diperoleh menjadi beberapa bagian berdasarkan sisi kiri (*current state*). Sebagaimana Tabel 2.5 maka diperoleh enam *fuzzy logical relationship group* sebagaimana pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6. *fuzzy logical relationship groups*

Group 1	$A_1 \rightarrow A_1$ $A_1 \rightarrow A_2$
Group 2	$A_2 \rightarrow A_3$
Group 3	$A_3 \rightarrow A_3$ $A_3 \rightarrow A_4$
Group 4	$A_4 \rightarrow A_3$ $A_4 \rightarrow A_6$
Group 5	$A_6 \rightarrow A_6$
Group 6	$A_7 \rightarrow A_7$ $A_7 \rightarrow A_6$

Langkah Keempat : Hitung hasil keluaran peramalan dengan menggunakan beberapa prinsip berikut :

(1) jika hasil fuzzifikasi *enrollment* pada tahun  $i$  adalah  $A_j$  dan hanya ada satu *fuzzy logical relationship* pada *fuzzy logical relationship group* yaitu dengan posisi *current state* adalah  $A_j$  sebagaimana rumusan berikut :

$$A_j \rightarrow A_k$$

Di mana  $A_j$  dan  $A_k$  adalah himpunan fuzzy dan nilai maksimum keanggotaan fuzzy-nya terdapat pada interval  $u_k$ , dan *midpoint* (nilai tengah) dari  $u_k$  adalah  $m_k$ , maka hasil peramalan untuk tahun  $i+1$  adalah  $m_k$ .

(2) jika hasil fuzzifikasi *enrollment* pada tahun  $i$  adalah  $A_j$  dan terdapat beberapa *fuzzy logical relationship* dengan *current state* adalah  $A_j$  yang ditunjukkan juga pada *fuzzy logical relationship group* yang telah dibentuk sebelumnya. Sebagaimana rumusan berikut :

$$A_j \rightarrow A_{k1}, A_{k2}, \dots, A_{kp}$$

Di mana  $A_j, A_{k1}, A_{k2}, \dots, A_{kp}$  adalah himpunan-himpunan fuzzy dan nilai keanggotaan maksimum dari  $A_{k1}, A_{k2}, \dots, A_{kp}$  terjadi pada interval  $u_1, u_2, \dots, u_p$  dan nilai tengah dari  $u_1, u_2, \dots, u_p$  adalah  $m_1$ ,

$m_2, \dots, m_p$  maka nilai hasil peramalan untuk tahun  $i+1$  dirumukan  $(m_1 + m_2 + \dots + m_p)/p$ .

(3) jika hasil fuzzifikasi *enrollment* pada tahun  $i$  adalah  $A_j$  dan tidak ada sama sekali *fuzzy logical relationship* dengan *current state* berupa  $A_j$  dimana nilai keanggotaan maksimum dari himpunan fuzzy  $A_j$  terjadi pada interval  $u_j$  dan nilai tengah  $u_j$  adalah  $m_j$ , maka nilai hasil peramalan untuk tahun  $i+1$  adalah  $m_j$ .

Berdasarkan tabel 2.4 dan tabel 2.5, bisa dilakukan peramalan terhadap banyaknya jumlah pendaftar di universitas Alabama dari tahun 1972 sampai dengan tahun 1992. Selanjutnya akan diilustrasikan proses peramalan untuk tahun 1972, 1975, dan 1980. Adapun prosedur yang sama juga bisa digunakan untuk meramalkan tahun-tahun selain yang tercantum.

Untuk tahun 1972, karena hasil fuzzifikasi pendaftaran tahun 1971 pada tabel 1 adalah  $A_1$ , dan dari tabel 3 bisa dilihat bahwa terdapat *fuzzy logical relationship group* dengan  $A_1$  sebagai *current state* sebagai berikut :

$$A_1 \rightarrow A_1, A_2$$

di mana nilai keanggotaan maksimum untuk himpunan fuzzy  $A_1$  dan  $A_2$  terjadi pada interval  $u_1$  dan  $u_2$ , dengan  $u_1 = [13000, 14000]$  dan  $u_2 = [14000, 15000]$ , serta nilai tengah dari interval  $u_1$  dan  $u_2$  adalah 13500 dan 14500. Maka untuk meramalkan jumlah pendaftar pada tahun 1972 adalah  $(13500 + 14500)/2 = 14000$ .

Untuk tahun 1975, karena hasil fuzzifikasi pendaftaran tahun 1974 pada tabel 1 adalah  $A_2$ , dan dari tabel 3 bisa dilihat bahwa terdapat *fuzzy logical relationship group* dengan  $A_2$  sebagai *current state* sebagai berikut :

$$A_2 \rightarrow A_3$$

di mana nilai keanggotaan maksimum untuk himpunan fuzzy  $A_3$  terjadi pada interval  $u_3$ , dengan  $u_3 = [15000, 16000]$ , serta nilai tengah dari interval  $u_3$  adalah 15500. Maka diramalkan jumlah pendaftar pada tahun 1974 adalah 15500.

Untuk tahun 1980, karena hasil fuzzifikasi pendaftaran tahun 1979 pada tabel 1 adalah  $A_4$ , dan dari tabel 3 bisa dilihat bahwa terdapat *fuzzy logical relationship group* dengan  $A_4$  sebagai *current state* sebagai berikut :

$$A_4 \rightarrow A_4, A_5, A_6$$

di mana nilai keanggotaan maksimum untuk himpunan fuzzy  $A_4$ ,  $A_3$  dan  $A_6$  terjadi pada interval  $u_4$ ,  $u_3$  dan  $u_6$ , dengan  $u_4 = [16000, 17000]$ ,  $u_3 = [15000, 16000]$  dan  $u_6 = [18000, 19000]$ , serta nilai tengah dari interval  $u_4$ ,  $u_3$  dan  $u_6$  adalah 16500, 15500, dan 18500. Maka untuk meramalkan jumlah pendaftar pada tahun 1980 adalah  $(16500+15500+18500)/3 = 16833$ .

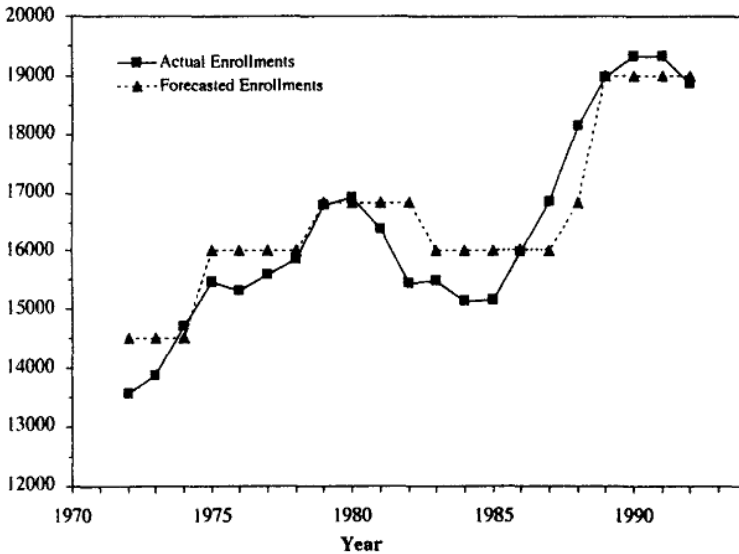
Setelah dilakukan perhitungan untuk meramalkan jumlah pendaftar untuk tiap tahun dengan metode yang telah dicontohkn, maka bisa dirangkum dalam tabel 2.7.

Tabel 2.7. Tabel Data Aktual dan Data Hasil Peramalan

Year	Actual Enrollment	Forecasted Enrollment
1971	13055	-
1972	13563	14000
1973	13867	14000
1974	14696	14000
1975	15460	15500
1976	15311	16000
1977	15603	16000
1978	15861	16000
1979	16807	16000
1980	16919	16833
1981	16388	16833
1982	15433	16833
1983	15497	16000
1984	15145	16000
1985	15163	16000
1986	15984	16000
1987	16859	16000
1988	18150	16833
1989	18970	19000
1990	19328	19000
1991	19337	19000
1992	18876	19000

Berdasarkan data pada tabel 2.7 maka dapat digambarkan grafik perbandingan antara data actual dan data hasil peramalan menggunakan fuzzy *time series* sebagaimana pada gambar 2.11.

Number of Students



Gambar 2.11. Grafik Perbandingan Data Aktual dan Hasil Peramalan  
(Chen, 1996)

## 2.8. Penentuan Interval Berbasis Rata-rata Pada Fuzzy Time Series

Dalam perhitungan peramalan dengan menggunakan *fuzzy time series* standar, panjang interval telah ditentukan di awal proses perhitungan. Sedangkan penentuan panjang interval sangat berpengaruh dalam pembentukan *fuzzy relationship* yang tentunya akan memberikan dampak perbedaan hasil perhitungan peramalan. Oleh karena itu, pembentukan *fuzzy relationship* haruslah tepat dan hal ini mengharuskan penentuan panjang interval yang sesuai. Kunci utama dalam penentuan panjang interval adalah tidak boleh terlalu besar dan tidak boleh terlalu kecil, karena jika interval itu terlalu besar maka tidak akan terjadi fluktuasi dalam proses perhitungan *fuzzy time series*, demikian juga jika interval tersebut terlalu kecil maka makna dari *fuzzy time series* sendiri akan hilang (karena himpunan yang terbentuk cenderung ke himpunan tegas/*crisp*).

Salah satu metode untuk penentuan panjang interval yang efektif adalah dengan metode berbasis rata-rata (*average-based*), yang memiliki algoritma sebagaimana berikut :

1. Hitung semua nilai absolute selisih antara  $A_{i+1}$  dan  $A_i$  ( $i=1, \dots, n-1$ ) sehingga diperoleh rata-rata nilai absolute selisih.
2. Tentukan setengah dari rata-rata yang diperoleh dari langkah pertama untuk kemudian dijadikan sebagai panjang interval.
3. Berdasarkan panjang interval yang diperoleh dari langkah kedua, ditentukan basis dari panjang interval sesuai dengan tabulasi basis berikut.

Tabel 2.8. Tabel Basis Interval

Jangkauan	Basis
0.1 – 1.0	0.1
1.1 – 10	1
11 – 100	10
101 – 1000	100

4. Panjang interval kemudian dibulatkan sesuai dengan tabel basis interval.

Sebagai contoh bagaimana cara menghitung panjang interval berbasis rata-rata, maka akan diberikan sebuah contoh. Misalkan terdapat data time series sebagai berikut : 30, 50, 120, 110, dan 70. Maka algoritma dari penentuan interval berbasis rata-rata bisa diimplementasikan sebagaimana berikut:

1. Selisih absolut antar data time series diperoleh nilai-nilai 20, 30, 40, 10, dan 40. Maka bisa diketahui bahwa rata-rata selisih data adalah 28.
2. Ditentukan setengah dari rata-rata pada langkah pertama sebagai panjang interval, yaitu 14.
3. Sesuai dengan tabel basis interval, maka 14 termasuk pada kategori interval berbasis 10.
4. Bulatkan nilai 14 dengan menggunakan basis 10, maka diperoleh angka 10 sebagai panjang interval.

(Xihao, 2008)



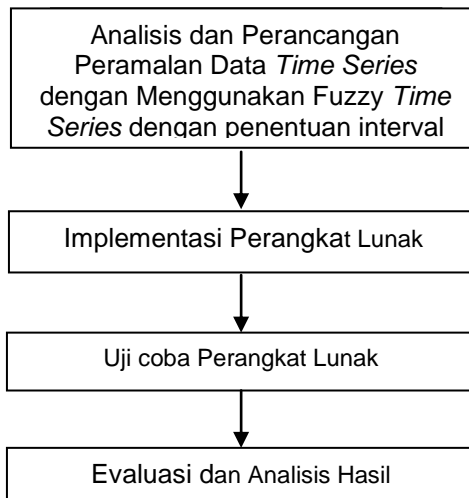
### BAB III

## METODOLOGI DAN PERANCANGAN

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

1. Melakukan studi literatur mengenai sistem peramalan data *time series* dengan menggunakan fuzzy *time series* dengan penentuan interval berbasis rata-rata.
2. Menganalisis dan merancang perangkat lunak untuk peramalan data *time series* dengan menggunakan fuzzy *time series* dengan penentuan interval berbasis rata-rata.
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.

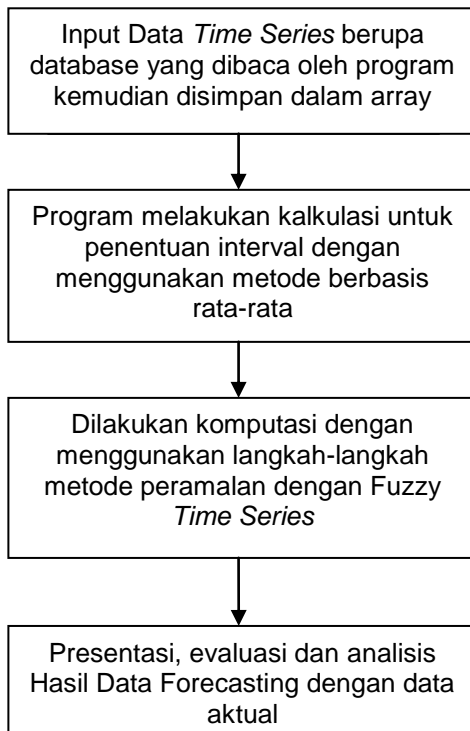


Gambar 3.1. Diagram Alir Pembuatan Perangkat Lunak



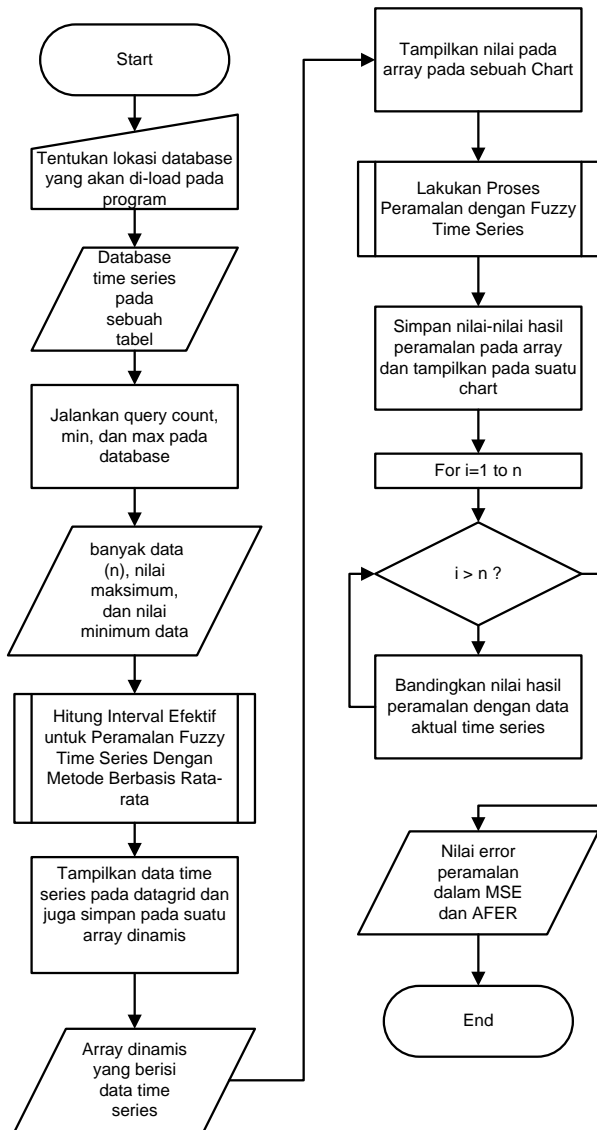
### 3.1. Deskripsi Umum Perangkat Lunak

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 rekam 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.



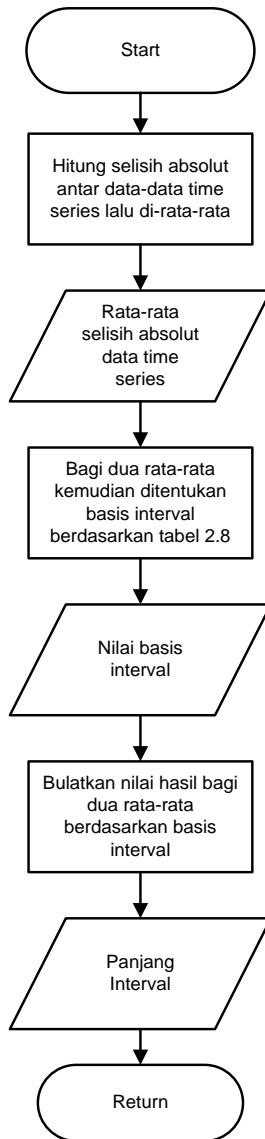
Gambar 3.2. Gambaran Global Penerapan Fuzzy pada Perangkat Lunak

Untuk gambaran lebih detail tentang perangkat lunak bisa dilihat pada *flowchart* perangkat lunak pada Gambar 3.3.

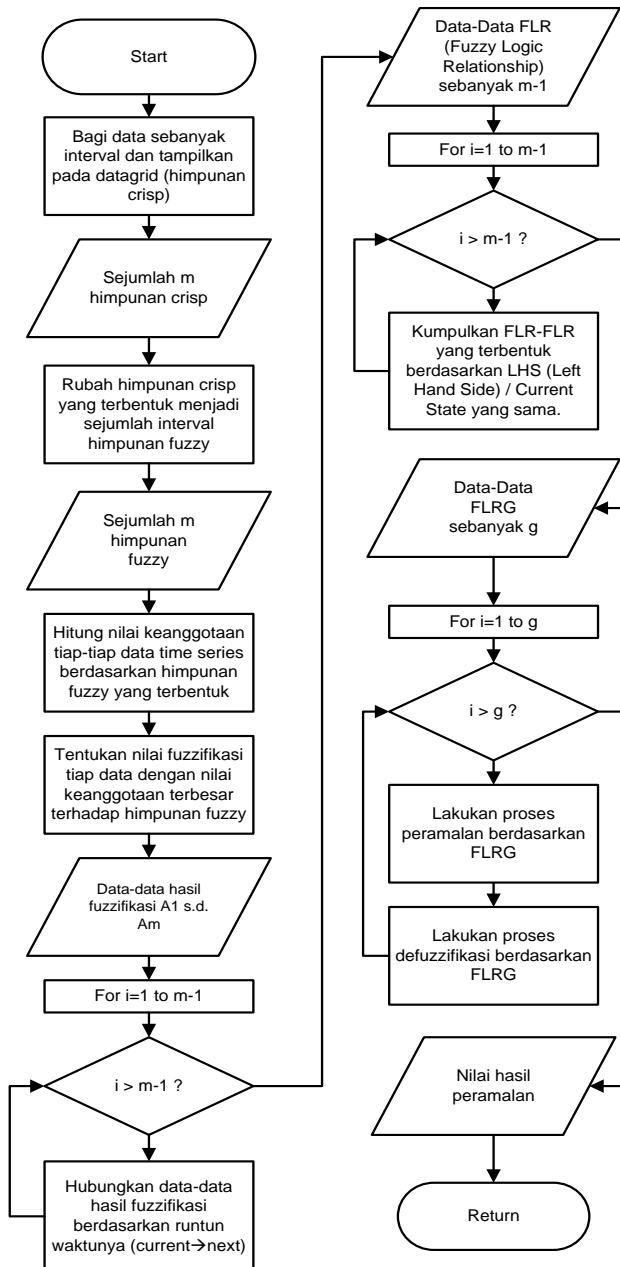


Gambar 3.3. Flowchart Perangkat Lunak Peramalan dengan Fuzzy *Time Series*

Adapun *flowchart* untuk penentuan Interval berbasis rata-rata dan proses fuzzy *time series* digambarkan pada Gambar 3.4 dan Gambar 3.5.



Gambar 3.4. Flowchart Penentuan Interval Berbasis Rata-rata



Gambar 3.5. Flowchart Peramalan dengan Fuzzy *Time Series*

### 3.2. Contoh Perhitungan Manual

#### Langkah 1. Input Data

Misalkan disini yang akan diramalkan 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	Waktu	Aktual	Waktu	Aktual
Jan-97	259	Sep-98	519	Mei-00	420
Feb-97	369	Okt-98	241	Jun-00	245
Mar-97	363	Nop-98	433	Jul-00	503
Apr-97	314	Des-98	601	Agust-00	607
Mei-97	171	Jan-99	620	Sep-00	372
Jun-97	266	Feb-99	472	Okt-00	286
Jul-97	236	Mar-99	390	Nop-00	439
Agust-97	295	Apr-99	305	Des-00	343
Sep-97	407	Mei-99	561	Jan-01	376
Okt-97	625	Jun-99	501	Feb-01	255
Nop-97	245	Jul-99	610	Mar-01	190
Des-97	162	Agust-99	622	Apr-01	586
Jan-98	539	Sep-99	204	Mei-01	419
Feb-98	280	Okt-99	440	Jun-01	165
Mar-98	228	Nop-99	431	Jul-01	214
Apr-98	179	Des-99	513	Agust-01	376
Mei-98	366	Jan-00	167	Sep-01	517
Jun-98	209	Feb-00	318	Okt-01	362
Jul-98	471	Mar-00	526	Nop-01	185
Agust-98	581	Apr-00	505	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.** Hitung interval efektif dengan menggunakan metode berbasis rata-rata.

Dari 60 (enam puluh) data pada tabel 3.1 diperoleh rata-rata selisih sebesar 143,73. Jika nilai 143,73 dibagi dua maka diperoleh nilai 71,87 yang jika dirujuk pada tabel 2.8 maka basis interval yang digunakan adalah 10. Kemudian nilai 71,87 dibulatkan berdasarkan basis sehingga diperoleh nilai 70 sebagai panjang interval efektif.

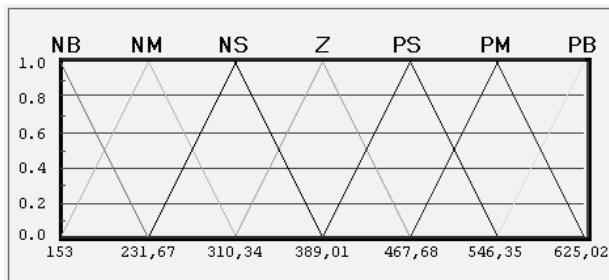
Dan jika 70 digunakan sebagai panjang interval untuk membagi himpunan semesta ( $U$ ), maka jumlah interval dapat diperoleh dari hasil bagi jangkauan dengan interval,  $625(\text{nilai maksimum})$  dikurangi  $153(\text{nilai minimum})$  adalah 472. 472 dibagi 70 diperoleh nilai 6,74. Dikarenakan jumlah interval haruslah bilangan ganjil, maka dibulatkan ke bilangan ganjil terdekat yaitu 7.

**Langkah 4.** Bagi *universe of discourse*  $U$  dengan beberapa seling seri data  $u_1, u_2, \dots, u_n$ , dan tentukan nilai *linguistic*.

Pertama *universe of discourse*  $U$  dibagi 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 ditentukan 7 nilai linguistik yang membentuk 7 fuzzy sets  $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7$  yang dalam *universe of discourse*  $U$  dapat digambarkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.6. Fuzzy Sets dalam Universe of Discourse

$$\begin{aligned} A_1 &= 153; & A_2 &= 231.67; & A_3 &= 310.34; & A_4 &= 389.01 \\ A_5 &= 467.68; & A_6 &= 546.35; & A_7 &= 625.02 \end{aligned}$$

### Langkah 5. 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 dan 3.3.

Tabel 3.2. Tabel Nilai Keanggotaan Fuzzy Data Histori

Bulan	Nilai	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
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

Tabel 3.3. Tabel Hasil Fuzzifikasi

Bulan	Nilai	Fuzzifikasi
Jan-97	259	A2
Feb-97	369	A4
Mar-97	363	A4
Apr-97	314	A3
Mei-97	171	A1
Jun-97	266	A2
Jul-97	236	A2

Bulan	Nilai	Fuzzifikasi
...	...	...
Aug-01	376	A4
Sep-01	517	A6
Okt-01	362	A4
Nop-01	185	A1
Des-01	153	A1

**langkah 5.** Bentuk *Fuzzy Logic Relationship* (FLR) dari tabel fuzzifikasi pada tabel 3.3 berdasarkan urutan *time series*-nya sebagaimana ditampilkan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4. Tabel *Fuzzy Logic Relationship* (FLR)

Time Series	FLR	Time Series	FLR
Jan-97 → Feb-97	A2 → A4	Jul-99 → Agust-99	A7 → A7
Feb-97 → Mar-97	A4 → A4	Agust-99 → Sep-99	A7 → A2
Mar-97 → Apr-97	A4 → A3	Sep-99 → Okt-99	A2 → A5
Apr-97 → Mei-97	A3 → A1	Okt-99 → Nop-99	A5 → A5
Mei-97 → Jun-97	A1 → A2	Nop-99 → Des-99	A5 → A6
Jun-97 → Jul-97	A2 → A2	Des-99 → Jan-00	A6 → A1
Jul-97 → Agust-97	A2 → A3	Jan-00 → Feb-00	A1 → A3
Agust-97 → Sep-97	A3 → A4	Feb-00 → Mar-00	A3 → A6
Sep-97 → Okt-97	A4 → A7	Mar-00 → Apr-00	A6 → A5
Okt-97 → Nop-97	A7 → A2	Apr-00 → Mei-00	A5 → A4
Nop-97 → Des-97	A2 → A1	Mei-00 → Jun-00	A4 → A2
Des-97 → Jan-98	A1 → A6	Jun-00 → Jul-00	A2 → A5
Jan-98 → Feb-98	A6 → A3	Jul-00 → Agust-00	A5 → A7
Feb-98 → Mar-98	A3 → A2	Agust-00 → Sep-00	A7 → A4
Mar-98 → Apr-98	A2 → A1	Sep-00 → Okt-00	A4 → A3
Apr-98 → Mei-98	A1 → A4	Okt-00 → Nop-00	A3 → A5
Mei-98 → Jun-98	A4 → A2	Nop-00 → Des-00	A5 → A3
Jun-98 → Jul-98	A2 → A5	Des-00 → Jan-01	A3 → A4
Jul-98 → Agust-98	A5 → A6	Jan-01 → Feb-01	A4 → A2
Agust-98 → Sep-98	A6 → A6	Feb-01 → Mar-01	A2 → A1
Sep-98 → Okt-98	A6 → A2	Mar-01 → Apr-01	A1 → A7
Okt-98 → Nop-98	A2 → A5	Apr-01 → Mei-01	A7 → A4
Nop-98 → Des-98	A5 → A7	Mei-01 → Jun-01	A4 → A1
Des-98 → Jan-99	A7 → A7	Jun-01 → Jul-01	A1 → A2
Jan-99 → Feb-99	A7 → A5	Jul-01 → Agust-01	A2 → A4
Feb-99 → Mar-99	A5 → A4	Agust-01 → Sep-01	A4 → A6
Mar-99 → Apr-99	A4 → A3	Sep-01 → Okt-01	A6 → A4
Apr-99 → Mei-99	A3 → A6	Okt-01 → Nop-01	A4 → A1
Mei-99 → Jun-99	A6 → A5	Nop-01 → Des-01	A1 → A1
Jun-99 → Jul-99	A5 → A7		

**Langkah 6.** Berdasarkan Tabel *Fuzzy Logic Relationship* (FLR) maka selanjutnya dibentuk *Fuzzy Logic Relationship Group* (FLRG) dengan cara mengeliminasi FLR yang identik atau sama dan



berulang, kemudian FLR yang memiliki LHS (*left hand side*) atau *current state* yang sama, digabungkan menjadi satu grup. Sebagaimana pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5. Tabel *Fuzzy Logic Relationship Group* (FLRG)

Current state	Next state
A1 →	A1, A2, A3, A4, A6, A7
A2 →	A1, A2, A3, A4, A5
A3 →	A1, A2, A4, A5, A6
A4 →	A1, A2, A3, A4, A6, A7
A5 →	A3, A4, A5, A6, A7
A6 →	A1, A2, A3, A4, A5, A6
A7 →	A2, A4, A5, A7

**Langkah 7.** Melakukan proses peramalan dan defuzzifikasi berdasarkan FLRG yang telah dibentuk. Untuk mempermudah proses peramalan maka bisa dihitung terlebih dahulu semua nilai yang mungkin dari hasil fuzzifikasi untuk masing-masing grup.

Untuk grup dengan *current state* A1 maka hasil defuzzifikasi peramalannya adalah  $(A1+A2+A3+A4+A6+A7)/6 = (153+231.67+310.34+389.01+546.35+625.02)/6 = 2255.39/6 = 375.9$ .

Adapun untuk grup A2 maka hasil defuzzifikasi peramalannya adalah  $(A1+A2+A3+A4+A5)/5 = (153+231.67+310.34+389.01+467.68)/5 = 1551.7/5 = 310.34$ . Dan seterusnya untuk grup yang lain sebagaimana dirangkum pada tabel 3.6.

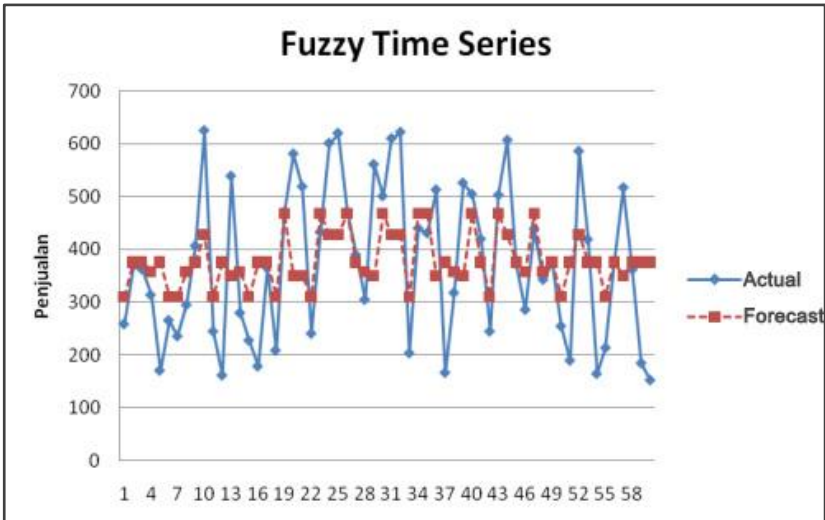
Tabel 3.6. Tabel Hasil Defuzzifikasi FLRG

Current state	Forecasted
A1 →	375.9
A2 →	310.34
A3 →	357.542
A4 →	375.9
A5 →	467.68
A6 →	349.675
A7 →	428.345

Setelah hasil defuzzifikasi tiap grup sudah diketahui maka bisa dilakukan proses peramalan untuk tiap data yang ada, sebagaimana ditampilkan pada tabel 3.7.

Bulan	Aktual	Hasil Peramalan	Bulan	Aktual	Hasil Peramalan
Jan-97	259	-	Jul-99	610	428.345
Feb-97	369	375.9	Agust-99	622	428.345
Mar-97	363	375.9	Sep-99	204	310.34
Apr-97	314	357.542	Okt-99	440	467.68
Mei-97	171	375.9	Nop-99	431	467.68
Jun-97	266	310.34	Des-99	513	349.675
Jul-97	236	310.34	Jan-00	167	375.9
Agust-97	295	357.542	Feb-00	318	357.542
Sep-97	407	375.9	Mar-00	526	349.675
Okt-97	625	428.345	Apr-00	505	467.68
Nop-97	245	310.34	Mei-00	420	375.9
Des-97	162	375.9	Jun-00	245	310.34
Jan-98	539	349.675	Jul-00	503	467.68
Feb-98	280	357.542	Agust-00	607	428.345
Mar-98	228	310.34	Sep-00	372	375.9
Apr-98	179	375.9	Okt-00	286	357.542
Mei-98	366	375.9	Nop-00	439	467.68
Jun-98	209	310.34	Des-00	343	357.542
Jul-98	471	467.68	Jan-01	376	375.9
Agust-98	581	349.675	Feb-01	255	310.34
Sep-98	519	349.675	Mar-01	190	375.9
Okt-98	241	310.34	Apr-01	586	428.345
Nop-98	433	467.68	Mei-01	419	375.9
Des-98	601	428.345	Jun-01	165	375.9
Jan-99	620	428.345	Jul-01	214	310.34
Feb-99	472	467.68	Agust-01	376	375.9
Mar-99	390	375.9	Sep-01	517	349.675
Apr-99	305	357.542	Okt-01	362	375.9
Mei-99	561	349.675	Nop-01	185	375.9
Jun-99	501	467.68	Des-01	153	375.9

Adapun data aktual dan data hasil peramalan ditampilkan pada sebuah grafik seperti pada Gambar 3.5.



Gambar. 3.7. Grafik Data Aktual dan Data Hasil Peramalan

### 3.3. Rancangan User Interface Program

1. Form import data dan visualisasi data aktual serta perhitungan interval berbasis rata-rata, sebagaimana digambarkan pada Gambar 3.8.

The screenshot shows a Windows-style window titled "Form1". It contains several interactive elements:
 

- 1**: A file selection button labeled "[ pilih lokasi database terlebih dahulu ]".
- 2**: An "IMPORT" button.
- 3**: A list box for displaying imported data.
- 4**: A section titled "Informasi Data" with input fields for "Jumlah Data:", "Data Terbesar:", and "Data Terkecil:".
- 5**: A section titled "Interval Berbasis Rata-Rata" containing a "HITUNG" button and input fields for "Mean of Diff:", "Based Length:", "Interval length:", and "Numb. of Interval:".
- 6**: A large "TChart" area for data visualization.
- 7**: A "NEXT" button at the bottom right.

Gambar 3.8. Form Impor data

Keterangan :

- (1). *Open Dialog Box* untuk memilih sumber data dari suatu file database atau file txt.
  - (2). Tombol untuk meng-impor data *time series* dari sumber data yang telah dipilih.
  - (3). Memo yang berisikan data *time series* yang telah diimpor ke program.
  - (4). Panel informasi atas data yang telah diimpor, terdiri dari jumlah data, nilai terbesar, dan nilai terkecil
  - (5). Panel informasi yang berisi informasi perhitungan interval berbasis rata-rata.
  - (6). Grafik representasi data *time series* dengan sumbu *x* menunjukkan nilai "data ke-" dan sumbu *y* adalah nilai dari data ke-*x*.
  - (7). Tombol untuk pemrosesan selanjutnya dan membuka form fuzzifikasi data
2. 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 3.9.

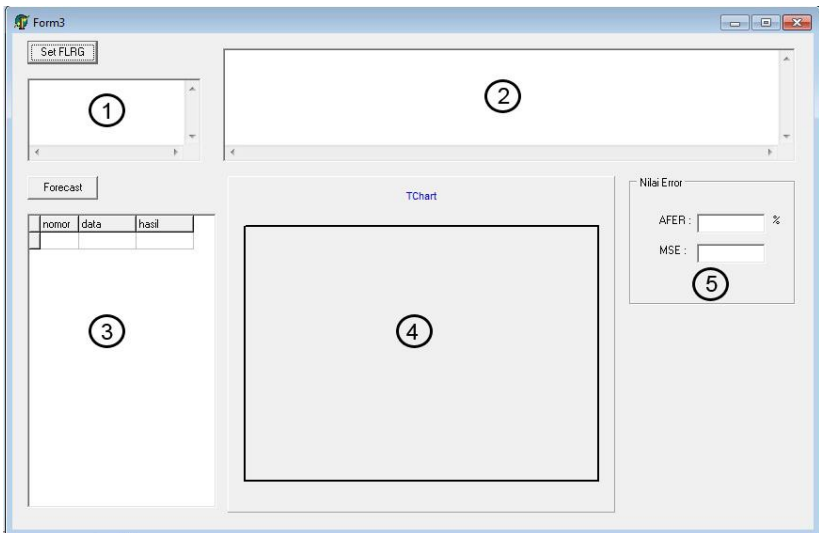
Gambar 3.9 Form Fuzzifikasi Data

Keterangan :

- (1). *Textbox* untuk memasukkan nilai interval yang diinginkan dalam pembentukan himpunan fuzzy.
  - (2). Tabel yang berisikan data *time series* yang telah dibagi menjadi sejumlah interval himpunan klasik (*crisp*).
  - (3). Tabel yang berisikan data *time series* yang telah dibagi menjadi sejumlah interval himpunan samar (*fuzzy*).
  - (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). Tabel nilai keanggotaan tiap-tiap data *time series* terhadap masing-masing himpunan fuzzy yang terbentuk.
  - (6). Tabel data aktual yang telah di-fuzzifikasi.
  - (7). Tabel data FLR (*Fuzzy Logic Relationship*) yang berisi data *current state* dan *next state* dari data *time series* yang sedang diproses .
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 3.10.

Keterangan :

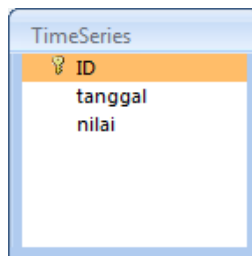
- (1). Memo yang berisi data-data FLRG (*Fuzzy Logic Relationship Group*) yang terbentuk.
- (2). Memo yang berisi proses perhitungan defuzzifikasi untuk masing-masing FLRG yang terbentuk.
- (3). Tabel yang berisikan data hasil peramalan berdasarkan FLRG dan hasil defuzzifikasinya.
- (4). Grafik representasi data aktual *time series* dengan data peramalan *time series*.
- (5). Panel informasi berisikan nilai error peramalan dalam *MSE* dan *AFER*.



Gambar 3.10 Form Peramalan dan Hasil

### 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 satu tabel *time series* yang memiliki tiga *field* yaitu *id*(*autonumber*), waktu(*short date*), dan nilai(*double*). Sebagaimana direpresentasikan pada gambar 3.11.



Gambar 3.11 Tabel *Time Series*

Adapun untuk keperluan komputasi program, maka dibutuhkan tabel *FLR* yang memiliki dua *field* yaitu *flr\_current* (*byte*) dan *flr\_next* (*byte*). Tabel ini bersifat temporer dan hanya dipakai pada saat *runtime* program, yaitu pada saat pembentukan *FLR* (*fuzzy logic relationship*) dan *FLRG* (*fuzzy logic relationship group*). Sebagaimana direpresentasikan pada gambar 3.12.

FLR
current
next

Gambar 3.12 Tabel *FLR*

Setelah program melakukan komputasi, maka diperoleh data-data hasil peramalan. Adapun data hasil peramalan ini kemudian disimpan pada suatu tabel *DataHasil* yang memiliki tiga *field* yaitu nomor(*integer*), data(*double*), dan hasil(*double*). Sebagaimana direpresentasikan pada gambar 3.13.

DataHasil
🔑 nomor
data
hasil

Gambar 3.13 Tabel Data Hasil

### 3.4. Rancangan Pengujian

Untuk keperluan pengujian, maka diambil 5 (lima) contoh data *time series* dari situs internet Biro Sensus Amerika Serikat <http://www.census.gov/svsd/www/adseriesold.html> yang menyediakan data-data *time series* riil hasil proses sensus. 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* dengan interval berbasis rata-rata untuk peramalan data penjualan bulanan dengan

menggunakan perbandingan metode fuzzy *time series* standar. Sebagaimana akan ditampilkan pada tabel 3.8 dan tabel 3.9.

Tabel 3.8. Hasil Pengujian

Data Ke-	FTS Standar		<i>Average-based FTS</i>	
	AFER	MSE	AFER	MSE
1	...	...	...	...
2	...	...	...	...
3	...	...	...	...
4	...	...	...	...
5	...	...	...	...

Tabel 3.9. Optimasi

Data Ke-	Prosentase Peningkatan Akurasi Penggunaan Penentuan Interval Berbasis Rata-Rata	
	AFER	MSE
1	...	...
2	...	...
3	...	...
4	...	...
5	...	...





## **BAB IV**

### **IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Lingkungan Implementasi**

Lingkungan implementasi yang akan dijelaskan dalam sub bab ini adalah lingkungan implementasi perangkat keras dan perangkat lunak.

##### **4.1.1 Lingkungan perangkat keras**

Perangkat keras yang digunakan dalam pengembangan sistem *linear cryptanalysis* ini adalah sebagai berikut :

1. Prosesor Intel Core Solo @1.86 GHz
2. Memori 1024 MB DDRII
3. *Harddisk* dengan kapasitas 80 GB
4. Monitor 12,1"
5. Keyboard
6. Mouse

##### **4.1.2 Lingkungan perangkat lunak**

Perangkat lunak yang digunakan dalam pengembangan system peramalan data *time series* ini adalah :

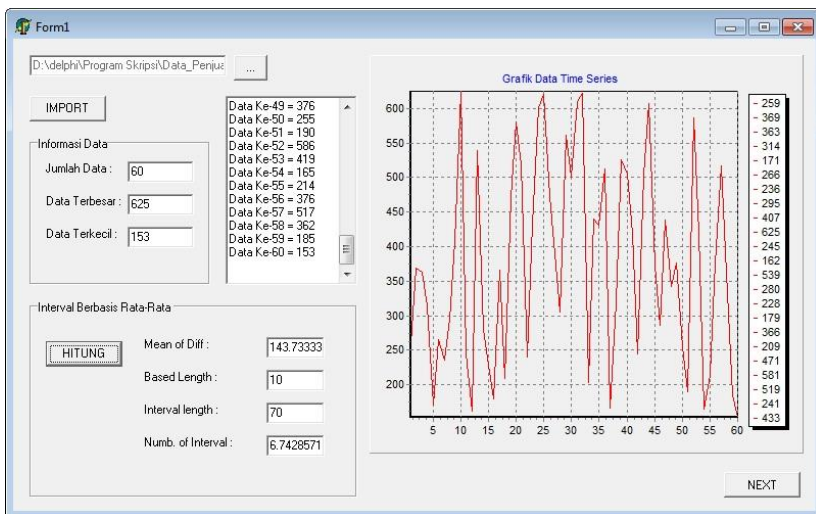
1. Sistem Operasi Windows Seven
2. Borland Delphi 6
3. Microsoft Office Access 2003

#### **4.2 Implementasi Program**

Berdasarkan gambaran perancangan perangkat lunak pada sub bab 3.1 maka pada sub bab ini akan dibahas mengenai implementasi dari perancangan tersebut.

##### **4.2.1 Form Input Data Program**

Pada Form Input Data Program terdapat proses input data dari *database* yang kita tentukan lokasinya lalu data tersebut disimpan pada sebuah array dinamis untuk kemudian ditampilkan pada sebuah grafik. Pada form ini juga terdapat perhitungan penentuan interval berbasis rata-rata. Sebagaimana ditampilkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Form Input Data

Pada Form Input Data ini, digunakan lima variabel utama dalam perhitungan yang ditampilkan pada Kode Program 4.1 dan diterangkan lebih lanjut pada Tabel 4.1.

```
dataTS : array of Double;
n : Integer;
terbesar, terkecil : Double;
Koneksi : WideString;
```

Kode Program 4.1 Variabel Utama Form Input Data

Tabel 4.1 Keterangan Variabel Utama Form Input Data

dataTS	Suatu array dinamis yang bertipe data <i>Double</i> , digunakan untuk menyimpan data yang diinputkan ke program melalui proses impor <i>database</i> .
n	Untuk menyimpan banyaknya data <i>time series</i> .
terbesar	Untuk menyimpan nilai terbesar dari data <i>time series</i> .
terkecil	Untuk menyimpan nilai terkecil dari data <i>time series</i> .
Koneksi	Untuk menyimpan <i>connection string</i>

## 4.2.2 Proses Impor Data

Sebelum data diimpor dalam program, user diharuskan untuk menentukan lokasi *database* dengan melakukan klik pada tombol *browse* dan memilih file Microsoft Access yang diinginkan untuk di-*load*. Sebagaimana ditampilkan pada Kode Program 4.2.

```
01 procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
02 begin
03     OpenFileDialog1.Filter:='Microsoft Access Database
04     (*.mdb)|*.MDB';
05     if OpenFileDialog1.Execute then
06         Edit1.Text := OpenFileDialog1.FileName;
07 end;
```

Kode Program 4.2 Penentuan Lokasi Database

Setelah ditentukan lokasi database terpilih, maka lokasi tersebut digunakan untuk membangun *connection string* dengan menggunakan Microsoft Jet Ole versi 4.0 untuk menghubungkan program dengan database Access versi 2003 (ekstensi mdb). Adapun *connection string* yang terbentuk disimpan pada suatu variabel “Koneksi” sebagaimana ditampilkan pada Kode Program 4.3 .

```
01 Lokasi := Edit1.Text;
02 Koneksi := 'Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;User
03 ID=Admin;Data Source=' + Lokasi + ';Jet
04 OLEDB:Database Password="";Jet OLEDB:Engine
05 Type=5;Jet OLEDB:Database Locking Mode=1';
06 ADOQuery1.ConnectionString := Koneksi;
07 ADOQuery2.ConnectionString := Koneksi;
```

Kode Program 4.3 *connection string*

Dari koneksi *database* yang sudah terbentuk, kemudian dilakukan query untuk mengetahui informasi data yang terdiri dari banyak data (*n*), nilai terbesar (*terbesar*), dan nilai terkecil data (*terkecil*) dengan menggunakan fungsi agregasi pada *syntax query* sebagaimana ditampilkan pada Kode Program 4.4.

```
01 ADOQuery2.SQL.Clear;
02 ADOQuery2.SQL.Add('SELECT COUNT(ID) AS jumlah,
03 MIN(nilai) AS terkecil, MAX(nilai) AS terbesar FROM
```

```

04     TimeSeries');
05     ADOQuery2.Open;
06     n := ADOQuery2.fieldbyname('jumlah').AsInteger;
07     terbesar :=
08     ADOQuery2.fieldbyname('terbesar').AsFloat;
09     terkecil :=
10     ADOQuery2.fieldbyname('terkecil').AsFloat;
11     ADOQuery2.Close;
12
13     Edit_banyakdata.Text := IntToStr(n);
14     Edit_terbesar.Text := FloatToStr(terbesar);
15     Edit_terkecil.Text := FloatToStr(terkecil);

```

Kode Program 4.4 Proses *Query* Informasi Data

Untuk pengambilan data *time series* dari *database* digunakan *AdoQuery* untuk melakukan *query* pada tabel *TimeSeries* yang kemudian untuk tiap *record* yang terbaca dimasukkan pada array dinamis *dataTS* yang sudah ditentukan alokasi memori-nya sebanyak *n* data. Array *dataTS* yang sudah terisi juga ditampilkan pada suatu memo sehingga bisa terlihat oleh *user*. Sebagaimana ditampilkan pada Kode Program 4.5.

```

01     SetLength(dataTS,n);
02     ADOQuery1.SQL.Clear;
03     ADOQuery1.SQL.Add('SELECT * FROM TimeSeries');
04     ADOQuery1.Open;
05     Nomor := 1;
06     if (not ADOQuery1.IsEmpty) then
07     begin
08         while (not ADOQuery1.Eof) do
09         begin
10             Nilai :=
11             ADOQuery1.fieldbyname('nilai').AsFloat;
12             dataTS[Nomor-1] := Nilai;
13             Inc(Nomor);
14             ADOQuery1.Next;
15         end;
16     end;
17     ADOQuery1.Close;
18     Memo1.Lines.Clear;
19     for i:=0 to n-1 do
20         Memo1.Lines.Add('Data Ke-'+inttostr(i+1)+' =
21         '+FloatToStr(dataTS[i]));
22     end;

```

Kode Program 4.5. Proses Penyimpanan pada Array

Data *time series* yang tersimpan pada array kemudian ditampilkan pada sebuah grafik dengan menggunakan komponen *TChart* sebagaimana digambarkan pada Kode Program 4.6.

```

01    with Chart1 do
02        begin
03            Chart1.FreeAllSeries;
04            Title.Text.Clear;
05            Title.Text.Add('Grafik Data Time Series');
06            s := TlineSeries.Create(nil);
07            s.Clear;
08            s.Title := 'nilai';
09            s.ParentChart := Chart1;
10            for I := 0 to n-1 do
11                s.AddXY(i+1,dataTS[i]);
12            end;

```

Kode Program 4.6 Proses Penampilan Grafik Data *Time Series*

### 4.2.3 Penghitungan Interval Berbasis Rata-Rata

Interval ditentukan melalui perhitungan berdasarkan Tabel.2.8 tentang basis interval melalui hasil bagi dua rata-rata selisih tiap data *time series* untuk kemudian diketahui panjang interval yang sesuai berdasarkan basis interval terpilih sebagaimana ditampilkan pada Kode Program 4.7.

```

01    procedure TForm1.Button3Click(Sender: TObject);
02    var
03        diff, basis, avinterval, nointerval : Double;
04        i : Integer;
05    begin
06        diff := 0;
07        for i:=0 to n-2 do
08            diff := diff + abs(dataTS[i+1] - dataTS[i]);
09            diff := diff / n;
10            edit_diff.Text := FloatToStr(diff);
11            diff := diff / 2;
12            if (diff > 0.1)and(diff <=1) then basis := 0.1
13            else if (diff >1)and(diff <=10) then basis := 1
14            else if (diff >10)and(diff <=100) then basis := 10
15            else if (diff >100)and(diff <=1000) then basis:=100;
16            edit_base.Text := floattostr(basis);
17            avinterval := Floor(diff/basis) * basis;
18            edit_inter.Text := FloatToStr(avinterval);

```

```

19     nointerval := (terbesar-terkecil)/avinterval;
20
21     edit_nointer.Text := FloatToStr(nointerval);
22     end;

```

Kode Program 4.7. Proses Penentuan Panjang Interval

#### 4.2.4 Form Fuzzifikasi

Pada Form Fuzzifikasi terdapat beberapa proses yaitu pembentukan himpunan tegas (*crisp*), pembentukan himpunan samar (*fuzzy*) dan kemudian ditampilkan pada suatu grafik, penghitungan nilai keanggotaan masing-masing data *time series* terhadap himpunan fuzzy yang terbentuk, proses fuzzifikasi data *time series* dan proses pembentukan FLR (*Fuzzy Logic Relationship*). Sebagaimana ditampilkan pada Gambar 4.2.

**Tabel Himpunan Crisp**

ke-1	153	220.43
ke-2	220.43	287.86
ke-3	287.86	355.29
ke-4	355.29	422.72
ke-5	422.72	490.15
ke-6	490.15	557.58
ke-7	557.58	625.01

**Tabel Himpunan Fuzzy**

Ke-1		153	231.67
Ke-2	153	231.67	310.34
Ke-3	231.67	310.34	389.01
Ke-4	310.34	389.01	467.68
Ke-5	389.01	467.68	546.35
Ke-6	467.68	546.35	625.02
Ke-7	546.35	625.02	

**Grafik Himpunan Fuzzy**

The graph displays several fuzzy membership functions (fuzzyset) plotted against a numerical scale from 0 to 600. The functions are represented by colored lines forming various shapes, including triangles and trapezoids.

**Tabel Data Nilai Keanggotaan**

	153	231.67	310.34	389.01
259	0	0.653	0.347	0
369	0	0	0.254	0.746
363	0	0	0.331	0.669
314	0	0	0.953	0.047
171	0.771	0.229	0	0
266	0	0.564	0.436	0
236	0	0.945	0.055	0

**Data Ter-Fuzzifikasi**

259	A2
369	A4
363	A4
314	A3
171	A1
266	A2
236	A2

**Data Fuzzy Logic Relationship**

flr_current	flr_next
2	4
4	4
4	3
3	1
1	2
2	2
2	3
3	4
4	7
7	2

Gambar 4.2. Form Fuzzifikasi

Pada Form Fuzzifikasi ini, digunakan beberapa variable utama dalam perhitungan yang ditampilkan pada Kode Program 4.8 dan diterangkan lebih lanjut pada Tabel 4.2.

```

n, m : Integer;
selisih, gap, terkecil, terbesar : Double;
dataTS, nilai tengah : array of Double;

```

```

interval,interval_fuzzy,fuzzified : array of array
of Double;
fuzzified1 : array of Integer;
FLR : array of array of integer;

```

#### Kode Program 4.8 Variabel Utama Form Fuzzifikasi

Tabel 4.2. Keterangan Variabel Utama Form Fuzzifikasi

n	Untuk menyimpan banyaknya data <i>time series</i> .
m	Untuk menyimpan banyaknya himpunan <i>crisp</i> maupun fuzzy yang harus dibangun.
selisih	Besar interval pembentuk himpunan <i>fuzzy</i> .
gap	Besar interval pembentuk himpunan <i>crisp</i> .
terbesar	Untuk menyimpan nilai terbesar dari data <i>time series</i> .
terkecil	Untuk menyimpan nilai terkecil dari data <i>time series</i> .
Koneksi	Untuk menyimpan <i>connection string</i> .
dataTS	Untuk menyimpan data actual <i>Time Series</i> .
nilai_tengah	Untuk menyimpan nilai tengah dari tiap himpunan fuzzy (nilai keanggotaan=1).
interval	Menyimpan nilai batas atas dan bawah masing-masing himpunan <i>crisp</i> .
Interval_fuzzy	Menyimpan nilai batas atas, bawah, dan nilai puncak dari masing-masing himpunan <i>fuzzy</i> .
fuzzified	Menyimpan nilai keanggotaan masing-masing data <i>time series</i> .
Fuzzified1	Menyimpan nilai hasil fuzzifikasi masing-masing data <i>time series</i> .
FLR	Menyimpan <i>Fuzzy Logic Relationship</i> yang terbentuk.

#### 4.2.5 Proses Fuzzifikasi

Dalam proses fuzzifikasi data, ada beberapa langkah yang harus dilakukan. Adapun yang paling awal adalah menentukan himpunan tegas (*crisp*) berdasarkan panjang interval yang ditentukan. Dengan mengetahui panjang interval maka kita bisa menghitung banyak



himpunan yang akan dibentuk. Proses ini dapat dilihat lebih jelas pada Kode Program 4.9.

```
01 procedure TForm2.Button1Click(Sender: TObject);
02 var
03   i,j : integer;
04   temp : Double;
05 begin
06   m := StrToInt(Edit_interval.Text);
07   StringGrid1.RowCount := m+1
08   gap := (terbesar-terkecil)/m;
09   gap := RoundTo(gap, -2);
10   SetLength(interval,m,2);
11   temp := terkecil;
12   for i:=0 to m-1 do
13   begin
14     for j:=0 to 1 do
15     begin
16       interval[i,j] := temp + (j*gap);
17       temp := interval[i,j];
18     end;
19   end;
20   StringGrid1.Refresh;
21   for j:=0 to 1 do
22   for i:=0 to m-1 do
23   begin
24     StringGrid1.Cells[0,i+1]:='ke-'+IntToStr(i+1);
25     StringGrid1.Cells[j+1,i+1]:=
26     FloatToStr(interval[i,j]);
27   end;
28 end;
```

Kode Program 4.9 Proses Pembentukan Himpunan *Crisp*

Setelah himpunan tegas (*crisp*) terbentuk, maka kita bisa mendefinisikan sejumlah himpunan fuzzy yang sama dengan cara menjadikan nilai terendah dan tertinggi sebagai nilai puncak himpunan fuzzy yang pertama dan terakhir. Adapun untuk himpunan fuzzy diantara keduanya yaitu dengan cara mengambil nilai tengah dari masing-masing himpunan tegas (*crisp*) untuk dijadikan nilai puncak keanggotaan himpunan fuzzy. Proses pembentukan himpunan fuzzy ditampilkan pada Kode Program 4.10.

```
01 procedure TForm2.Button2Click(Sender: TObject);
02 var
03   i,j : integer;
04   temp : double;
```

```

05  begin
06      selisih := (terbesar - terkecil) / (m-1);
07      selisih := RoundTo(selisih,-2);
08      temp := terkecil;
09      SetLength(interval_fuzzy,m,3);
10      for i:=0 to m-1 do
11          begin
12              interval_fuzzy[i,0] := (temp - selisih);
13              interval_fuzzy[i,1] := temp;
14              interval_fuzzy[i,2] := (temp + selisih);
15              temp := temp + selisih;
16          end;
17      StringGrid2.RowCount := m+1;
18      StringGrid2.ColCount := 4;
19      StringGrid2.Refresh;
20      for i:=0 to m-1 do
21          begin
22              for j:=0 to 2 do
23                  begin
24
25                      if((floor(interval_fuzzy[i,j])>=floor(terkecil))
26                      and(floor(interval_fuzzy[i,j])<=floor(terbesar)))
27                      then
28                          begin
29                              case j of
30                                  0 : StringGrid2.Cells[j+1,i+1] :=
31                                  FloatToStr(interval_fuzzy[i,0]);
32                                  1 : StringGrid2.Cells[j+1,i+1] :=
33                                  FloatToStr(interval_fuzzy[i,1]);
34                                  2 : StringGrid2.Cells[j+1,i+1] :=
35                                  FloatToStr(interval_fuzzy[i,2]);
36                              end;
37                          end;
38                      end;
39                      StringGrid2.Cells[0,i+1]:='Ke-'+IntToStr(i+1);
40                  end;
41              end;

```

**Kode Program 4.10 Proses Pembentukan Himpunan Fuzzy**

Himpunan fuzzy yang telah terbentuk kemudian ditampilkan pada sebuah komponen TChart sebagaimana dijelaskan pada Kode Program 4.11.

```

01  procedure TForm2.Button3Click(Sender: TObject);
02  var
03      i,j : integer;
04      seri : TLineSeries;
05  begin

```

```

06  with Chart1 do
07      begin
08          Chart1.FreeAllSeries;
09          Title.Text.Clear;
10          Title.Text.Add('Grafik Himpunan Fuzzy');
11          SetLength(nilai_tengah,m);
12          for i:=0 to m-1 do
13              begin
14                  seri := TLineSeries.Create(nil);
15                  seri.Clear;
16                  seri.Title := 'fuzzysset';
17                  seri.ParentChart := Chart1;
18                  for j:=0 to 2 do
19                      begin
20                          if
21 (floor(interval_fuzzy[i,j])>=floor(terkecil))
22                          and
23 (floor(interval_fuzzy[i,j])<=floor(terbesar)) then
24                          begin
25                              case j of
26                                  0:seri.AddXY(interval_fuzzy[i,j],0);
27                                  1:seri.AddXY(interval_fuzzy[i,j],1);
28                                  2:seri.AddXY(interval_fuzzy[i,j],0);
29                              end;
30                          end;
31                      end;
32                      nilai_tengah[i] := interval_fuzzy[i,1];
33                  end;
34              end;
35          end;

```

Kode Program 4.11 Proses Menampilkan *Fuzzy Sets* dalam Grafik

Masing-masing data *time series* yang menjadi input dalam program harus dihitung nilai keanggotaannya atas tiap-tiap himpunan fuzzy yang terbentuk untuk kepentingan perhitungan selanjutnya tentang fuzzifikasi. Hal ini dijelaskan pada Kode Program 4.12.

```

01  procedure TForm2.Button4Click(Sender: TObject);
02  var
03      i, j : Integer;
04  begin
05      StringGrid3.ColCount := m+1;
06      StringGrid3.RowCount := n+1;
07      SetLength(fuzzified,n+1,m+1);
08      StringGrid3.Refresh;
09      for i:=0 to n-1 do
10          begin

```

```

11     for j:=0 to m-1 do
12     begin
13         if (dataTS[i] >= interval_fuzzy[j,0]) and
14            (dataTS[i] <= interval_fuzzy[j,2]) then
15             begin
16                 fuzzified[i,j]:=((selisih)-Abs(dataTS[i]-
17 interval_fuzzy[j,1]))/(selisih);
18                 fuzzified[i,j]:=RoundTo(fuzzified[i,j],-3);
19             end;
20         end;
21     end;
22     for j:=0 to m-1 do
23 StringGrid3.Cells[j+1,0]:=FloatToStr(interval_fuzzy
24 [j,1]);
25     for i:=0 to n-1 do
26     begin
27 StringGrid3.Cells[0,i+1]:=FloatToStr(dataTS[i]);
28         for j:=0 to m-1 do
29         begin
30 StringGrid3.Cells[j+1,i+1]:=FloatToStr(fuzzified[i,
31 j]);
32         end;
33     end;
34 end;

```

Kode Program 4.12 Proses Menghitung Nilai Keanggotaan

Setelah diketahui nilai keanggotaan dari tiap-tiap data *time series*, bisa dilakukan proses fuzzifikasi, yaitu merubah nilai numerik menjadi nilai linguistik dengan cara memilih nilai keanggotaan yang tertinggi dari tiap-tiap data *time series*. Proses ini lebih jelas ditampilkan pada Kode Program 4.13.

```

01 procedure TForm2.Button5Click(Sender: TObject);
02 var
03 i, j, max : Integer;
04 begin
05     StringGrid4.Refresh;
06     SetLength(fuzzified1,n+1);
07     StringGrid4.RowCount := n+1;
08     for i:=0 to n-1 do
09     begin
10         max := 0;
11         for j:=0 to m do
12         begin
13             if fuzzified[i,max]<fuzzified[i,j]
14             then max:=j;

```

```

15         end;
16         fuzzified1[i] := max+1;
17     end;
18     for i:=0 to n-1 do
19     begin
20     StringGrid4.Cells[0,i+1]:=FloatToStr(dataTS[i]);
21     StringGrid4.Cells[1,i+1]:='A'+inttostr(fuzzified1[i
22     ]);
23     end;
24 end;

```

Kode Program 4.13 Proses Fuzzifikasi

Dalam pembentukan FLR (*Fuzzy Logic Relationship*), kita jadikan nilai pertama hasil fuzzifikasi sebagai *current value* pertama dan data berikutnya sebagai *next value*. Dan begitu seterusnya sampai data yang terakhir, sehingga diperoleh sejumlah  $n-1$  buah FLR. Adapun proses yang lebih jelas bisa dilihat pada Kode Program 4.14.

```

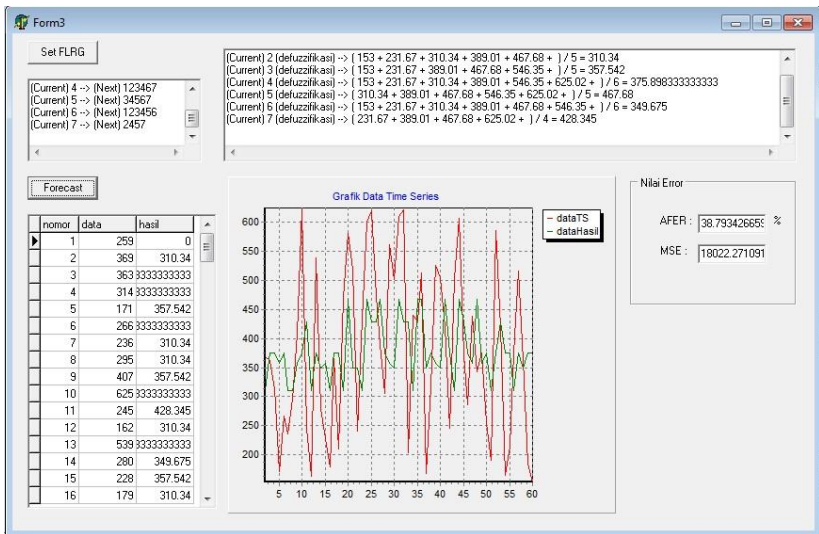
01 procedure TForm2.Button6Click(Sender: TObject);
02 var
03     i : Integer;
04 begin
05     ADOTable2.ConnectionString := Form1.Koneksi;
06     ADOCommand2.ConnectionString := Form1.Koneksi;
07     ADOTable2.TableName := 'FLR';
08     DataSource1.DataSet := ADOTable2;
09     DBGrid1.DataSource := DataSource1;
10     ADOCommand2.CommandText := 'DELETE * FROM FLR';
11     ADOCommand2.execute;
12     ADOTable2.Open;
13     for i:=0 to n-2 do
14     begin
15         ADOTable2.Append;
16         ADOTable2.FieldByName('flr_current').Value :=
17         fuzzified1[i];
18         ADOTable2.FieldByName('flr_next').Value :=
19         fuzzified1[i+1];
20         ADOTable2.Post;
21     end;
22     ADOTable2.Close;
23     ADOTable2.Active := True;
24     DBGrid1.Refresh;
25 end;

```

Kode Program 4.14 Proses Pembentukan FLR

## 4.2.6 Form Peramalan

Pada Form Peramalan terdapat beberapa proses yaitu pembentukan FLRG (*Fuzzy Logic Relationship Group*), proses defuzzifikasi, proses peramalan yang hasilnya ditampilkan pada sebuah grafik, dan proses penghitungan *error* peramalan dalam AFER dan MSE sebagaimana ditampilkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Form Peramalan

Pada Form Peramalan ini, digunakan beberapa variable utama dalam perhitungan yang ditampilkan pada Kode Program 4.15 dan diterangkan lebih lanjut pada Tabel 4.3.

```
n, m : Integer;
dataTS,dataHasil : array of Double;
nilai_tengah,nilai_defuzzifikasi : array of Double;
afer, mse, error : Double;;
```

Kode Program 4.15. Variabel Utama Form Peramalan

Tabel 4.3 Keterangan Variabel Utama Form Peramalan

n	Untuk menyimpan banyaknya data <i>time series</i> .
m	Untuk menyimpan banyaknya himpunan <i>crisp</i> maupun fuzzy yang harus dibangun.
dataTS	Suatu array dinamis yang bertipe data <i>Double</i> , digunakan untuk menyimpan data yang diinputkan ke program melalui proses impor <i>database</i> .
dataHasil	Suatu array dinamis yang bertipe data <i>Double</i> , digunakan untuk menyimpan data hasil peramalan dengan fuzzy <i>time series</i> .
Nilai_tengah	Untuk menyimpan nilai tengah dari tiap-tiap himpunan fuzzy yang terbentuk.
Nilai_fuzzifikasi	Untuk menyimpan nilai hasil defuzzifikasi berdasarkan FLRG yang terbentuk.
Afer, mse, error	Untuk menyimpan nilai afer dan mse, sedangkan variable error digunakan dalam perhitungan keduanya.

#### 4.2.7 Proses Peramalan

Dalam proses peramalan, ada beberapa tahap yang harus dilakukan. Adapun untuk tahap awal yang perlu dilakukan adalah mendefinisikan FLRG (*fuzzy logic relationship group*) yaitu dengan cara mengumpulkan tiap-tiap FLR yang terbentuk berdasarkan nilai *currnt state* yang sama. Dalam pembuatan program hal ini dilakukan dengan cara melakukan query pada tabel FLR.

Dari tiap FLRG yang terbentuk, bisa dihitung nilai dufuzzifikasinya dengan cara menjumlahkan nilai tengah dari tiap-tiap *next state*-nya kemudian membagi hasil penjumlahannya dengan banyaknya *next state*. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada Kode Program 4.16.

```

01   for i:=0 to m-1 do
02     begin
03       ADOQuery1.SQL.Clear;

```

```

04      ADOQuery1.SQL.Add('SELECT DISTINCT flr_next FROM
05      FLR WHERE flr_current=:kuren');
06      ADOQuery1.Parameters.ParamByName('kuren').Value
07      := i+1;
08      ADOQuery1.Open;
09      total:=0;
10      pembagi:=0;
11      if (not ADOQuery1.IsEmpty) then
12      begin
13          while(not ADOQuery1.Eof) do
14          begin
15              nilai_next :=
16              ADOQuery1.fieldbyname('flr_next').AsInteger;
17              total := total + nilai_tengah[nilai_next-1];
18              ADOQuery1.Next;
19              inc(pembagi);
20          end;
21          total := total / pembagi;
22          FormatFloat('0.00',total);
23          nilai_defuzzifikasi[i] := total;
24      end
25      else
26          nilai_defuzzifikasi[i] := nilai_tengah[i];
27      end;

```

Kode Program 4.16 Proses Pembentukan FLRG dan defuzzifikasi

Proses peramalan yang utama baru bisa dilakukan setelah FLRG sudah terbentuk, yaitu dengan membaca *current state* dari tabel FLR dan memprediksikan nilai setelah *current state* berdasarkan FLRG dan kemudian melakukan defuzzifikasi. Namun karena nilai defuzzifikasi sudah dihitung bersamaan pada saat pembentukan FLRG, maka bisa langsung diketahui hasil defuzzifikasinya. Proses yang lebih lengkap bisa disimak pada Kode Program 4.17.

```

01      ADOQuery2.SQL.Clear;
02      ADOQuery2.SQL.Add('SELECT flr_current FROM FLR');
03      ADOQuery2.Open;
04      dataHasil[0]:=0;
05      i := 1;
06      if (not ADOQuery2.IsEmpty) then
07      begin
08          while(not ADOQuery2.Eof) do
09          begin
10              nilai_current :=
11              ADOQuery2.fieldbyname('flr_current').AsInteger;
12              dataHasil[i] :=
13              nilai_defuzzifikasi[nilai_current-1];

```



```

14         ADOQuery2.Next;
15         inc(i);
16     end;
17 end
18 else ShowMessage('adoQuery is Empty');
19 ADOTable1.TableName := 'DataHasil';
20 DataSource1.DataSet := ADOTable1;
21 DBGrid1.DataSource := DataSource1;
22 ADOCommand1.CommandText := 'DELETE * FROM
23 DataHasil';
24 ADOCommand1.Execute;
25 ADOTable1.Open;
26 for i:=0 to n-1 do
27 begin
28     ADOTable1.Append;
29     ADOTable1.FieldByName('nomor').Value := i+1;
30     ADOTable1.FieldByName('data').Value := dataTS[i];
31     ADOTable1.FieldByName('hasil').Value :=
32 dataHasil[i];
33     ADOTable1.Post;
34 end;
35 ADOTable1.Close;
36 ADOTable1.Active := true;
37 DBGrid1.Refresh;

```

Kode Program 4.17. Proses Peramalan

Setelah didapatkan data hasil peramalan untuk tiap data *time series*, maka bisa dihitung besarnya *error* dari tiap peramalan untuk tiap-tiap satuan waktu. Adapun proses penghitungannya menggunakan rumus AFER dan MSE yang telah dijelaskan pada rumus 2.1 dan rumus 2.2. untuk proses yang lebih jelas bisa disimal pada Kode Program 4.18.

```

01     error := 0;
02     mse := 0;
03     for i:=1 to n-1 do
04     begin
05         selisih := abs(dataHasil[i]-dataTS[i]);
06         error := error + selisih/dataTS[i];
07         mse := mse + sqr(selisih);
08     end;
09     afer := (error/n)*100;
10     mse := mse / n;
11     Edit1.Text := FloatToStr(afer);
12     Edit2.Text := FloatToStr(mse);

```

Kode Program 4.18 Proses Penghitungan *Error*

### 4.3 Hasil Uji

Dalam pengujian oleh program digunakan 5 data *time series* yaitu data “*Retail and food service*”, data “*MotorVehicle*”, data “*Furniture*”, data “*Electronics*”, dan data “*Auto other-motor*”, yang masing-masing terdiri dari 60 data penjualan perbulan terhitung mulai bulan Januari tahun 2001 sampai dengan bulan Desember tahun 2005.

Adapun data sekaligus hasil peramalan program, baik menggunakan *Fuzzy Time Series Standar* maupun *Fuzzy Time Series berbasis Rata-rata* bisa dilihat pada Tabel 4.4, Tabel 4.5, Tabel 4.6, Tabel 4.7, dan Tabel 4.8.

Data Hasil peramalan dengan program juga ditampilkan berupa grafik pada Gambar 4.4, Gambar 4.5, Gambar 4.6, Gambar 4.7, dan Gambar 4.8.

Tabel 4.4. Data “*retail and food service*”

Tanggal	Nilai	FTS standar	FTS rata-rata
Jan-01	2793.28	0	0
Feb-01	2793.89	2831.33	2779.59
Mar-01	2769.57	2831.33	2779.59
Apr-01	2813.28	2831.33	2879.79
May-01	2821.67	2831.33	2809.65
Jun-01	2808.46	2831.33	2789.61
Jul-01	2804.56	2831.33	2809.65
Aug-01	2818.33	2831.33	2819.67
Sep-01	2770.11	2831.33	2789.61
Oct-01	2949.5	2831.33	2879.79
Nov-01	2871.18	2954.85	2869.77
Dec-01	2844.47	2954.85	2839.71
Jan-02	2842.29	2954.85	2849.73
Feb-02	2858.49	2954.85	2849.73
Mar-02	2852.6	2954.85	2849.73
Apr-02	2894.14	2954.85	2884.8
May-02	2852.24	2954.85	2874.78
Jun-02	2879.45	2954.85	2884.8

Jul-02	2909.01	2954.85	2909.85
Aug-02	2933.75	2954.85	2929.89
Sep-02	2890.65	2954.85	2889.81
Oct-02	2900.39	2954.85	2874.78
Nov-02	2916.23	2954.85	2919.87
Dec-02	2941.59	2954.85	2954.94
Jan-03	2956.36	2954.85	2959.95
Feb-03	2918.96	3016.61	2944.92
Mar-03	2971.98	2954.85	2954.94
Apr-03	2960.78	3016.61	2974.98
May-03	2966.82	3016.61	2944.92
Jun-03	2990.42	3016.61	2974.98
Jul-03	3035.59	3016.61	3040.11
Aug-03	3082.56	3016.61	3080.19
Sep-03	3056.68	3140.13	3060.15
Oct-03	3045.68	3016.61	3050.13
Nov-03	3086.62	3016.61	3090.21
Dec-03	3070.42	3140.13	3095.22
Jan-04	3092.06	3016.61	3090.21
Feb-04	3121.36	3140.13	3095.22
Mar-04	3174.46	3140.13	3170.37
Apr-04	3139.59	3140.13	3140.31
May-04	3198.7	3140.13	3200.43
Jun-04	3135.78	3140.13	3165.36
Jul-04	3196.99	3140.13	3200.43
Aug-04	3191.88	3140.13	3165.36
Sep-04	3252.47	3140.13	3250.53
Oct-04	3270.54	3325.41	3270.57
Nov-04	3276.63	3325.41	3280.59
Dec-04	3319.41	3325.41	3320.67
Jan-05	3306.43	3325.41	3310.65
Feb-05	3339.08	3325.41	3340.71
Mar-05	3343.58	3448.93	3370.77
Apr-05	3398.41	3448.93	3370.77
May-05	3384.88	3448.93	3380.79
Jun-05	3442.93	3448.93	3440.91
Jul-05	3506.35	3448.93	3511.05

Aug-05	3456.48	3510.69	3460.95
Sep-05	3465.82	3510.69	3470.97
Oct-05	3479.16	3510.69	3470.97
Nov-05	3496.3	3510.69	3501.03
Dec-05	3510.7	3510.69	3511.05



Gambar 4.4. Grafik Hasil Peramalan Data “*Retail and Food Service*”

Dari peramalan data “*Retail and Food Service*” dengan menggunakan fuzzy *time series* standar diperoleh nilai AFER sebesar 1,61 dan nilai MSE sebesar 3472,69. Sedangkan dengan menggunakan fuzzy *time series* dengan interval berbasis rata-rata diperoleh nilai AFER sebesar 0,37 dan nilai MSE sebesar 312,53.

Dari nilai AFER dan MSE yang diperoleh, maka untuk data “*Retail and Food Service*” metode fuzzy *time series* dengan penentuan interval berbasis rata-rata terbukti lebih akurat dalam meramalkan data yang ditunjukkan dengan nilai AFER dan MSE yang lebih kecil dibandingkan dengan fuzzy *time series* standar.

Pada Gambar 4.4 dan Tabel 4.4 dapat dilihat juga bahwa metode fuzzy *time series* standar tidak mampu memprediksi perubahan nilai atau fluktuasi pada kurun waktu November 2001 sampai dengan Januari 2003, ditunjukkan dengan tetapnya data nilai hasil peramalan pada tabel dan garis mendatar pada grafik.

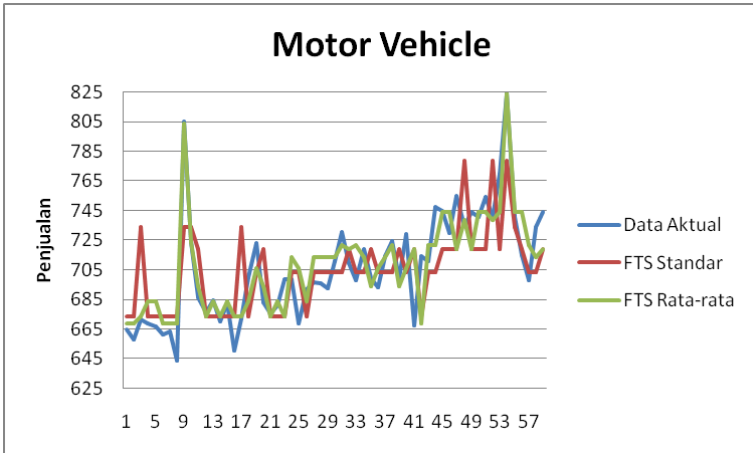
Tabel 4.5. Data “*Motor Vehicle*”

<b>Tanggal</b>	<b>Nilai</b>	<b>FTS standar</b>	<b>FTS rata-rata</b>
Jan-01	660.21	0	0
Feb-01	664.6	673.49	668.48
Mar-01	658.11	673.49	668.48
Apr-01	671.66	733.71	673.5
May-01	668.65	673.49	683.54
Jun-01	666.47	673.49	683.54
Jul-01	661.06	673.49	668.48
Aug-01	663.35	673.49	668.48
Sep-01	643.38	673.49	668.48
Oct-01	804.86	733.71	804.02
Nov-01	723.86	733.71	723.7
Dec-01	686.2	718.66	693.58
Jan-02	676.26	673.49	673.5
Feb-02	684.55	673.49	683.54
Mar-02	670.18	673.49	673.5
Apr-02	682.21	673.49	683.54
May-02	650.34	673.49	673.5
Jun-02	671.95	733.71	673.5
Jul-02	700.19	673.49	683.54
Aug-02	722.78	703.6	706.13
Sep-02	683.19	718.66	693.58
Oct-02	675.3	673.49	673.5
Nov-02	680.8	673.49	683.54
Dec-02	698.51	673.49	673.5
Jan-03	698.72	703.6	713.66
Feb-03	668.5	703.6	706.13
Mar-03	691.88	673.49	683.54
Apr-03	696.6	703.6	713.66
May-03	695.58	703.6	713.66
Jun-03	692.42	703.6	713.66
Jul-03	710.86	703.6	713.66
Aug-03	730.59	703.6	721.69
Sep-03	709.29	718.66	718.68

Oct-03	697.9	703.6	721.69
Nov-03	719.2	703.6	713.66
Dec-03	699.42	718.66	693.58
Jan-04	693.49	703.6	706.13
Feb-04	714.18	703.6	713.66
Mar-04	724.34	703.6	721.69
Apr-04	698.97	718.66	693.58
May-04	729.05	703.6	706.13
Jun-04	667.58	718.66	718.68
Jul-04	714.07	673.49	668.48
Aug-04	710.59	703.6	721.69
Sep-04	747.17	703.6	721.69
Oct-04	744.88	718.66	743.78
Nov-04	730.09	718.66	743.78
Dec-04	754.9	718.66	718.68
Jan-05	734.46	778.88	738.76
Feb-05	744.14	718.66	718.68
Mar-05	740.7	718.66	743.78
Apr-05	754.38	718.66	743.78
May-05	740.36	778.88	738.76
Jun-05	769.98	718.66	743.78
Jul-05	824.06	778.88	824.1
Aug-05	740.39	733.71	743.78
Sep-05	715.07	718.66	743.78
Oct-05	697.71	703.6	721.69
Nov-05	733.92	703.6	713.66
Dec-05	744.03	718.66	718.68

Dari peramalan data “*Motor Vehicle*” dengan menggunakan fuzzy *time series* standar diperoleh nilai AFER sebesar 3,02 dan nilai MSE sebesar 746,06. Sedangkan dengan menggunakan fuzzy *time series* dengan interval berbasis rata-rata diperoleh nilai AFER sebesar 1,84 dan nilai MSE sebesar 307,90.

Dari nilai AFER dan MSE yang diperoleh, maka untuk data “*Motor Vehicle*” metode fuzzy *time series* dengan penentuan interval berbasis rata-rata terbukti lebih akurat dalam meramalkan data yang ditunjukkan dengan nilai AFER dan MSE yang lebih kecil dibandingkan dengan fuzzy *time series* standar.



Gambar 4.5. Grafik Hasil Peramalan Data “*Motor Vehicle*”

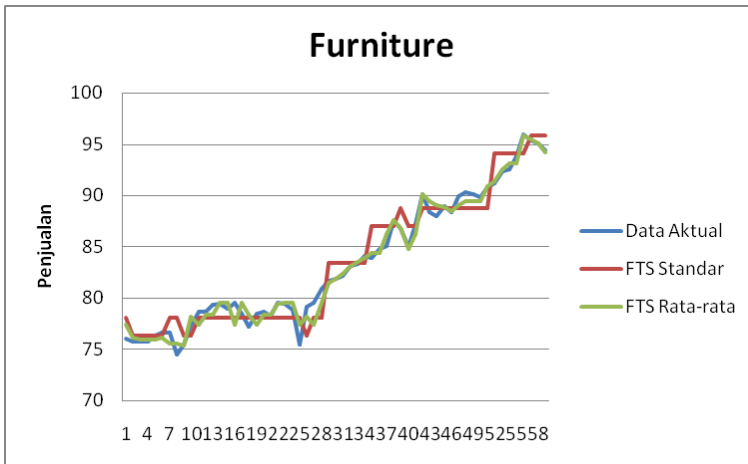
Tabel 4.6. Data “*Furniture*”

tanggal	nilai	FTS standar	FTS rata-rata
Jan-01	77.51	0	0
Feb-01	76.07	78.08	77.39
Mar-01	75.71	76.3	76.16
Apr-01	75.73	76.3	75.95
May-01	75.74	76.3	75.95
Jun-01	76.29	76.3	75.95
Jul-01	76.65	76.3	76.16
Aug-01	76.58	78.08	75.54
Sep-01	74.52	78.08	75.54
Oct-01	75.44	76.3	75.34
Nov-01	77.27	76.3	78.21
Dec-01	78.64	78.08	77.39
Jan-02	78.63	78.08	78.41
Feb-02	79.33	78.08	78.41
Mar-02	79.44	78.08	79.54
Apr-02	78.99	78.08	79.54
May-02	79.5	78.08	77.39
Jun-02	78.48	78.08	79.54

Jul-02	77.22	78.08	78.41
Aug-02	78.49	78.08	77.39
Sep-02	78.64	78.08	78.41
Oct-02	78.24	78.08	78.41
Nov-02	79.56	78.08	79.44
Dec-02	79.48	78.08	79.54
Jan-03	78.89	78.08	79.54
Feb-03	75.44	78.08	77.39
Mar-03	79.13	76.3	78.21
Apr-03	79.55	78.08	77.39
May-03	80.94	78.08	79.54
Jun-03	81.66	83.42	81.49
Jul-03	81.84	83.42	81.9
Aug-03	82.12	83.42	82.31
Sep-03	83.15	83.42	83.13
Oct-03	83.36	83.42	83.54
Nov-03	84.11	83.42	83.95
Dec-03	83.87	86.98	84.36
Jan-04	84.73	86.98	84.36
Feb-04	85.06	86.98	86.2
Mar-04	87.52	86.98	87.64
Apr-04	86.84	88.76	86.82
May-04	84.96	86.98	84.77
Jun-04	87.23	86.98	86.2
Jul-04	90.16	88.76	90.1
Aug-04	88.37	88.76	89.42
Sep-04	87.97	88.76	89.07
Oct-04	88.92	88.76	88.87
Nov-04	88.39	88.76	88.46
Dec-04	89.97	88.76	89.07
Jan-05	90.27	88.76	89.42
Feb-05	90.09	88.76	89.42
Mar-05	89.82	88.76	89.42
Apr-05	90.8	88.76	90.92
May-05	91.2	94.1	91.33
Jun-05	92.38	94.1	92.56
Jul-05	92.55	94.1	93.17



Aug-05	93.77	94.1	93.17
Sep-05	95.9	94.1	95.84
Oct-05	95.36	95.88	95.43
Nov-05	95.08	95.88	95.02
Dec-05	94.4	95.88	94.2



Gambar 4.6. Grafik Hasil Peramalan Data “Furniture”

Dari peramalan data “Furniture” dengan menggunakan fuzzy *time series* standar diperoleh nilai AFER sebesar 1,44 dan nilai MSE sebesar 2,14. Sedangkan dengan menggunakan fuzzy *time series* dengan interval berbasis rata-rata diperoleh nilai AFER sebesar 0,69 dan nilai MSE sebesar 0,61.

Dari nilai AFER dan MSE yang diperoleh, maka untuk data “Furniture” metode fuzzy *time series* dengan penentuan interval berbasis rata-rata terbukti lebih akurat dalam meramalkan data yang ditunjukkan dengan nilai AFER dan MSE yang lebih kecil dibandingkan dengan fuzzy *time series* standar.

Pada Gambar 4.6 dan Tabel 4.6 dapat dilihat juga bahwa metode fuzzy *time series* standar tidak mampu memprediksi perubahan nilai atau fluktuasi pada kurun waktu Desember 2001 sampai dengan Februari 2003, ditunjukkan dengan tetapnya data nilai hasil peramalan pada tabel dan garis mendatar pada grafik.

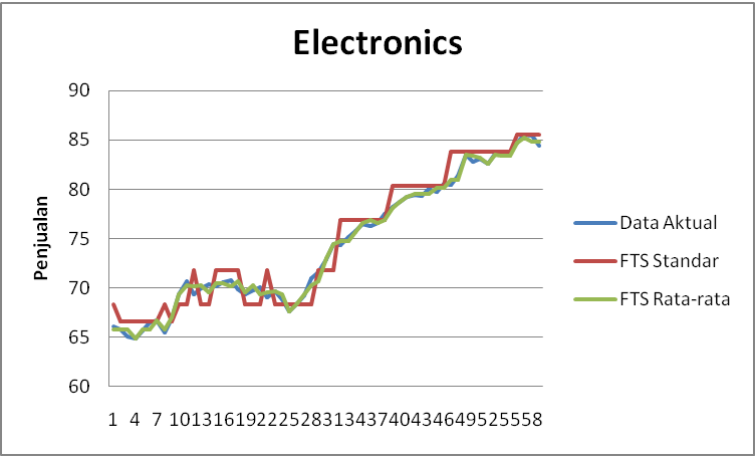
Tabel 4.7. Data “*Electronics*”

<b>tanggal</b>	<b>nilai</b>	<b>FTS standar</b>	<b>FTS rata-rata</b>
Jan-01	66.72	0	0
Feb-01	66.12	68.32	65.78
Mar-01	65.75	66.6	65.78
Apr-01	65.07	66.6	65.78
May-01	64.88	66.6	64.88
Jun-01	65.7	66.6	65.78
Jul-01	66.48	66.6	65.78
Aug-01	66.66	66.6	66.68
Sep-01	65.5	68.32	65.78
Oct-01	66.87	66.6	66.98
Nov-01	69.35	68.32	69.38
Dec-01	70.72	68.32	70.28
Jan-02	69.35	71.76	70.13
Feb-02	69.98	68.32	70.28
Mar-02	70.41	68.32	69.58
Apr-02	70.22	71.76	70.43
May-02	70.56	71.76	70.43
Jun-02	70.74	71.76	70.13
Jul-02	69.87	71.76	70.73
Aug-02	69.32	68.32	69.58
Sep-02	69.74	68.32	70.28
Oct-02	70.09	68.32	69.38
Nov-02	69.09	71.76	69.58
Dec-02	69.68	68.32	69.68
Jan-03	68.84	68.32	69.38
Feb-03	67.58	68.32	67.58
Mar-03	68.46	68.32	68.48
Apr-03	69.24	68.32	69.38
May-03	70.95	68.32	70.28
Jun-03	71.63	71.76	70.73
Jul-03	72.9	71.76	72.98
Aug-03	74.46	71.76	74.48
Sep-03	74.38	76.92	74.78
Oct-03	75.19	76.92	74.78

Nov-03	75.81	76.92	75.68
Dec-03	76.44	76.92	76.58
Jan-04	76.28	76.92	76.88
Feb-04	76.59	76.92	76.58
Mar-04	77.48	76.92	76.88
Apr-04	78.23	80.36	78.08
May-04	78.75	80.36	78.68
Jun-04	79.19	80.36	79.28
Jul-04	79.41	80.36	79.58
Aug-04	79.3	80.36	79.58
Sep-04	80	80.36	79.58
Oct-04	79.76	80.36	80.18
Nov-04	80.59	80.36	80.18
Dec-04	80.44	83.8	80.93
Jan-05	81.4	83.8	80.93
Feb-05	83.48	83.8	83.48
Mar-05	82.8	83.8	83.38
Apr-05	83.06	83.8	83.18
May-05	82.62	83.8	82.58
Jun-05	83.57	83.8	83.48
Jul-05	83.49	83.8	83.38
Aug-05	83.81	83.8	83.38
Sep-05	84.68	85.52	84.68
Oct-05	85.52	85.52	85.28
Nov-05	85.4	85.52	84.83
Dec-05	84.4	85.52	84.83

Dari peramalan data “*Electronics*” dengan menggunakan fuzzy *time series* standar diperoleh nilai AFER sebesar 1,60 dan nilai MSE sebesar 2,09. Sedangkan dengan menggunakan fuzzy *time series* dengan interval berbasis rata-rata diperoleh nilai AFER sebesar 0,42 dan nilai MSE sebesar 0,17.

Dari nilai AFER dan MSE yang diperoleh, maka untuk data “*Electronics*” metode fuzzy *time series* dengan penentuan interval berbasis rata-rata terbukti lebih akurat dalam meramalkan data yang ditunjukkan dengan nilai AFER dan MSE yang lebih kecil dibandingkan dengan fuzzy *time series* standar.



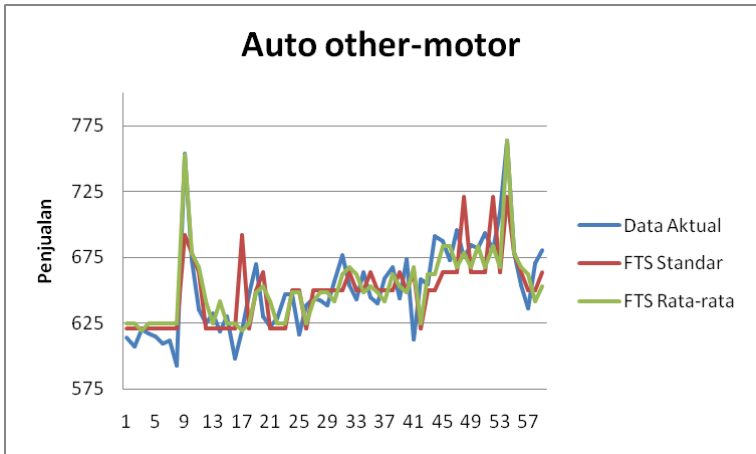
Gambar 4.7. Grafik Hasil Peramalan Data “*Electronics*”

Tabel 4.8. Data “*Auto other motor*”

tanggal	nilai	FTS standar	FTS rata-rata
Jan-01	609.96	0	0
Feb-01	613.83	621.1	624.67
Mar-01	607.12	621.1	624.67
Apr-01	620.05	621.1	619.33
May-01	617.22	621.1	624.67
Jun-01	614.83	621.1	624.67
Jul-01	609.43	621.1	624.67
Aug-01	611.61	621.1	624.67
Sep-01	592.63	621.1	624.67
Oct-01	753.86	692.28	752.83
Nov-01	672.95	678.04	678.07
Dec-01	635.12	663.8	667.39
Jan-02	624.72	621.1	641.76
Feb-02	632.5	621.1	624.67
Mar-02	618.72	621.1	641.76
Apr-02	629.72	621.1	624.67
May-02	598.1	621.1	624.67
Jun-02	619.23	692.28	619.33
Jul-02	647.06	621.1	624.67

Aug-02	669.57	649.57	648.17
Sep-02	630.09	663.8	653.15
Oct-02	622.6	621.1	641.76
Nov-02	628.36	621.1	624.67
Dec-02	646.55	621.1	624.67
Jan-03	646.83	649.57	648.17
Feb-03	616.1	649.57	648.17
Mar-03	638.51	621.1	624.67
Apr-03	643.82	649.57	641.76
May-03	642.2	649.57	648.17
Jun-03	638.7	649.57	648.17
Jul-03	656.83	649.57	641.76
Aug-03	676.43	649.57	662.05
Sep-03	653.73	663.8	667.39
Oct-03	642.78	649.57	662.05
Nov-03	663.94	649.57	648.17
Dec-03	644.88	663.8	653.15
Jan-04	639.83	649.57	648.17
Feb-04	658.88	649.57	641.76
Mar-04	667.84	649.57	662.05
Apr-04	644.07	663.8	653.15
May-04	673.52	649.57	648.17
Jun-04	612.56	663.8	667.39
Jul-04	658.29	621.1	624.67
Aug-04	654.86	649.57	662.05
Sep-04	691.03	649.57	662.05
Oct-04	687.71	663.8	683.41
Nov-04	672.98	663.8	683.41
Dec-04	696.01	663.8	667.39
Jan-05	674.83	720.75	678.07
Feb-05	684.2	663.8	667.39
Mar-05	681.66	663.8	683.41
Apr-05	693.67	663.8	667.39
May-05	680.4	720.75	683.41
Jun-05	709.15	663.8	667.39
Jul-05	763.46	720.75	763.51
Aug-05	679.05	678.04	678.07

Sep-05	654.13	663.8	667.39
Oct-05	636.47	649.57	662.05
Nov-05	670.86	649.57	641.76
Dec-05	680.56	663.8	653.15



Gambar 4.8. Grafik Hasil Peramalan Data “*Auto other-motor*”

Dari peramalan data “*Auto other-motor*” dengan menggunakan fuzzy *time series* standar diperoleh nilai AFER sebesar 2,94 dan nilai MSE sebesar 621,29. Sedangkan dengan menggunakan fuzzy *time series* dengan interval berbasis rata-rata diperoleh nilai AFER sebesar 2,35 dan nilai MSE sebesar 366,10.

Dari nilai AFER dan MSE yang diperoleh, maka untuk data “*Auto other-motor*” metode fuzzy *time series* dengan penentuan interval berbasis rata-rata terbukti lebih akurat dalam meramalkan data yang ditunjukkan dengan nilai AFER dan MSE yang lebih kecil dibandingkan dengan fuzzy *time series* standar.

#### 4.4 Analisa Hasil

Dari hasil percobaan menggunakan lima data *time series* dapat dirangkum dan dilakukan perhitungan prosentase optimasi, dalam hal ini optimasi adalah peningkatan akurasi peramalan oleh sistem. Dan

bisa dihitung juga rata dari rekap data sebagaimana ditampilkan pada tabel 4.9.

Tabel 4.9. Tabel Nilai *Error* Peramalan

data	FTS Standar		FTS Rata-rata		Peningkatan Akurasi (%)	
	AFER	MSE	AFER	MSE	AFER	MSE
<i>retail-food-service</i>	1.61	3472.69	0.37	312.53	77.00	91.00
<i>motor-vehicle</i>	3.02	746.06	1.84	307.90	39.22	58.73
<i>furniture</i>	1.44	2.14	0.69	0.61	52.16	71.65
<i>electronics</i>	1.60	2.09	0.42	0.17	73.53	92.03
<i>auto-other-motor</i>	2.94	621.29	2.35	366.10	20.02	41.07
<b>Rata-rata</b>	<b>2.12</b>	<b>968.85</b>	<b>1.13</b>	<b>197.46</b>	<b>52.39</b>	<b>70.90</b>

Dengan menggunakan lima data sebagai sampel pada uji coba, dapat diketahui bahwa metode *fuzzy time series* dengan penentuan interval berbasis rata-rata terbukti lebih akurat dibandingkan metode *fuzzy time series* standar, yang ditunjukkan dengan diperolehnya nilai AFER dan MSE yang lebih kecil. Adapun untuk peningkatan akurasi juga diperoleh nilai yang signifikan yaitu sampai dengan 77% jika *error* dihitung menggunakan AFER dan peningkatan akurasi sampai dengan 91% jika *error* dihitung menggunakan MSE.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang diperoleh selama pengerjaan skripsi ini adalah :

1. Metode *Fuzzy Time Series* baik standar maupun yang menggunakan penentuan interval berbasis rata-rata, bisa digunakan untuk meramalkan data penjualan bulanan.
2. Peramalan data menggunakan *Fuzzy Time Series* dengan penentuan interval berbasis rata-rata memiliki tingkat akurasi lebih tinggi dibandingkan dengan *Fuzzy Time Series* Standar, dengan selisih rata-rata 52,39 % lebih akurat jika *error* dihitung menggunakan AFER dan selisih rata-rata 70,90 % lebih akurat jika *error* dihitung menggunakan MSE.
3. Penentuan panjang interval yang tidak sesuai (terlalu lebar) pada pembentukan himpunan awal dalam proses peramalan menggunakan metode *fuzzy time series* dapat mengakibatkan tidak terjadinya fluktuasi dalam proses peramalan, hal ini yang menyebabkan metode *fuzzy time series* standar dengan jumlah interval tetap memiliki akurasi peramalan lebih rendah.

#### **5.2 Saran**

Beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut yang dapat diberikan oleh penulis adalah:

1. Melakukan percobaan dengan jumlah data *time series* yang lebih banyak agar bisa diketahui hasil pengujian yang lebih akurat.
2. Membandingkan metode penentuan interval berbasis rata-rata dengan metode penentuan interval lain yang bisa diimplementasikan pada *fuzzy time series* sehingga bisa dibandingkan hasilnya.





## 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 series*. International Journal of Applied Science and Engineering.
- Chen, S., Hwang, J. 2000. *Temperature Prediction Using Fuzzy Time Series*. IEEE Trans Syst Man Cybern Vol. 30 pp 263-275.
- Jumingan. 2009. *Studi Kelayakan Bisnis – Teori dan Pembuatan Proposal Kelayakan*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Kotler, P. 2002. *Manajemen Pemasaran, Jilid 1*. Prehallindo. Jakarta.
- Kusumadewi, S., Purnomo, H. 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 I*. Alih Bahasa : Andriyanto, U.S., dan Basith, A. Erlangga. Jakarta.
- Robandi, I. 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.
- Winarno, W.W. 2007. *Analisis Ekonometrika dan Statistika dengan Eviews*. UPP STIM YKPN. Yogyakarta.

Xihao, S., Li Yimin. 2008. *Average-based fuzzy time series models for forecasting shanghai compound index*. World Journal of Modelling and Simulation Vol.4 pp. 104-111.

<http://www.census.gov/svsd/www/adseriesold.html>

tanggal akses : 15 Mei 2010