

PERAMALAN JUMLAH KUNJUNGAN WISATAWAN KOTA BATU MENGGUNAKAN METODE TIME INVARIANT FUZZY TIME SERIES

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:

Aria Bayu Elfajar

NIM: 105060807111162



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2017**

PENGESAHAN

PERAMALAN JUMLAH KUNJUNGAN WISATAWAN KOTA BATU MENGGUNAKAN
METODE TIME INVARIANT FUZZY TIME SERIES

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun Oleh :
ARIA BAYU ELFAJAR
NIM: 105060807111162

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
23 Januari 2017

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II

Budi Darma Setiawan, S.Kom, M.Cs
NIP. 198410152014041002

Candra Dewi, S.Kom, M.Sc
NIP. 19771114 200312 2 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Informatika

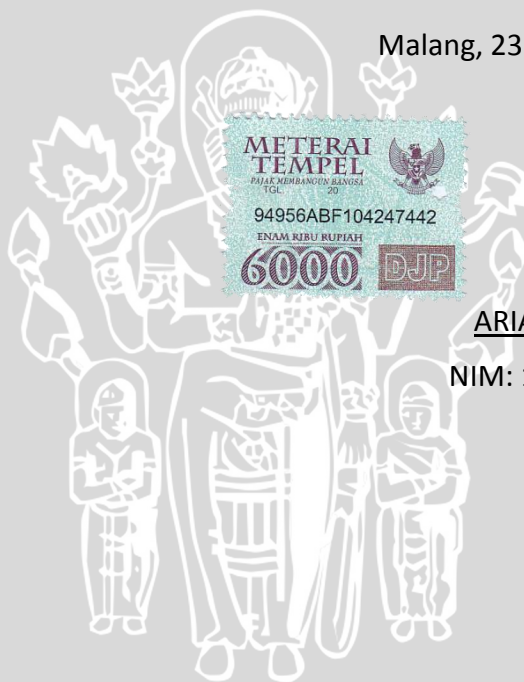
Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D
NIP. 19710518 200312 1 001

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 23 Januari 2017



ARIA BAYU ELFAJAR

NIM: 105060807111162

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah. Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkat, rahmat, ridho dan karunia-Nya sehingga skripsi yang berjudul **“Peramalan Jumlah Kunjungan Wisatawan Kota Batu Menggunakan Metode Time Invariant Fuzzy Time Series”** dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini dapat terselesaikan berkat bantuan, petunjuk, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak yang telah banyak membantu proses penyelesaian skripsi ini. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada.

1. Bapak Budi Darma Setiawan, S.Kom, M.Cs selaku dosen pembimbing I yang telah banyak sekali memberikan ilmu, membantu dan membimbing serta saran untuk skripsi ini.
2. Ibu Candra Dewi, S.Kom, M.Sc selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, pengarahan, saran dan dukungan selama penyusunan skripsi ini.
3. Wayan Firdaus Mahmudy, S.Si, M.T, Ph.D selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya.
4. Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D selaku Kepala Jurusan Teknik Informatika di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya.
5. Seluruh dosen Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya Malang atas segala bimbingan serta ilmu yang telah diajarkan kepada penulis.
6. Seluruh staf dan karyawan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya yang telah banyak memberi bantuan dan dukungan selama penulis menempuh penyelesaian skripsi ini.
7. Kedua orang tua penulis Bapak Eric Eriasamsa dan Ibu N. Sri Riau Ningsih, terimakasih atas kesabaran dan keikhlasan dalam membesarkan, mendidik, merawat saya dan dengan tiada henti telah memberikan dukungan berupa doa, nasehat, dan motivasinya.
8. Saudara kandung penulis Parmaera Galda Pratiwi dan Jougie Maulana Triadi yang telah memberikan dukungan moral selama penulisan skripsi ini.
9. Keluarga Besar Bapak Budiardja Siradj, terimakasih banyak atas segala doa yang tiada henti dan dukungan semangat yang diberikan.
10. Teman – teman penulis Vitara Nindya Putri Hasan, Reza, Muhammad Burhanudin, Mauly Prio Pambudy dan semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, terima kasih atas segala bantuan yang diberikan.
11. Semua pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat disebutkan satu per satu. Terimakasih atas semua bantuan yang telah diberikan sehingga dapat terselesaikanya skripsi ini.

Penulis sadar bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan untuk menyempurnakan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca khususnya bagi diri sendiri dan bagi semua pihak.

Malang, 23 Januari 2017

Penulis

elfajaria@gmail.com



ABSTRAK

Aria Bayu Elfajar, 2017. Peramalan Jumlah Kunjungan Wisatawan Kota Batu Menggunakan Metode Time Invariant Fuzzy Time Series.

Dosen Pembimbing: Budi Darma Setiawan, S.Kom, M.Cs dan Candra Dewi, S.Kom, M.Sc

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 pengunjung bulanan, adapun data yang digunakan untuk pengujian adalah data yang berasal dari Dinas Pariwisata Kota Batu dan dari hasil pengujian yang dilakukan, diketahui bahwa peramalan menggunakan *fuzzy set* berbasis rata – rata didapatkan nilai rata – rata *error average forecasting error rate* (AFER) terbaik sebesar 0,0056% dengan menggunakan 60 data latih.

Kata Kunci : Pariwisata, Peramalan, *Time Invariant*, *Fuzzy Time Series*, *Average – based*

ABSTRACT

Aria Bayu Elfajar, 2017. Peramalan Jumlah Kunjungan Wisatawan Kota Batu Menggunakan Metode Time Invariant Fuzzy Time Series.

Dosen Pembimbing: Budi Darma Setiawan, S.Kom, M.Cs dan Candra Dewi, S.Kom, M.Sc

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 visitor data, as for the data used for testing is derived from Dinas Pariwisata Kota Batu and from the results of tests conducted that data forecasting using Average based earned value error AFER best of 0.0056% by using 60 training data.

Keywords: Tourism, Forecasting, Time Invariant, Fuzzy Time Series, Average – based



DAFTAR ISI

PERAMALAN JUMLAH KUNJUNGAN WISATAWAN KOTA BATU MENGGUNAKAN METODE TIME INVARIANT FUZZY TIME SERIES	i
PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah.....	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan masalah	3
1.6 Sistematika pembahasan.....	3
BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN	5
2.1 Logika Fuzzy	5
2.1.1 Crisp Set.....	5
2.1.2 Himpunan Fuzzy (Fuzzy Set).....	5
2.2 Jenis Data	6
2.3 Peramalan Data <i>Time Series</i>	7
2.4 Metode Peramalan Data dengan <i>Time Series</i>	8
2.5 Time Invariant <i>Fuzzy Time Series</i>	14
2.5.1 Metode Peramalan Data dengan <i>Time Series</i>	14
2.5.2 Group Relasi Fuzzy Logic	14
2.5.3 Operator pada <i>Time Invariant Fuzzy Time Series</i>	15
2.5.4 Defuzzifikasi.....	15
2.6 Menghitung <i>Error</i> Peramalan	15

BAB 3 METODOLOGI	17
3.1 Tahapan Penelitian	17
3.2 Teknik Pengumpulan Data	18
3.3 Algoritma yang Digunakan	19
3.4 Kebutuhan Sistem	19
3.4.1 Kebutuhan Perangkat Keras	19
3.4.2 Kebutuhan Perangkat Keras	19
BAB 4 Perancangan	20
4.1 Formulasi Permasalahan	20
4.1.2 Variasi dan <i>Universe of Discourse</i>	21
4.1.3 Penerapan Interval Berbasis Rata-rata	22
4.1.4 Fuzzifikasi	22
4.1.5 FLR dan FLRG	22
4.1.6 Defuzzifikasi dan Peramalan	23
4.2 Perhitungan Manual	23
4.2.1 Penginputan Data	23
4.2.2 Perhitungan Nilai Variasi	24
4.2.3 Interval dan Nilai Linguistik	25
4.2.4 Membentuk <i>Fuzzy Logic Relationship</i> (FLR)	27
4.2.5 Membentuk <i>Fuzzy Logic Relationship Group</i> (FLRG)	28
4.2.6 Relasi <i>Logic</i>	29
4.2.7 Defuzzifikasi	31
4.2.8 Hasil Peramalan	31
4.3 Perancangan <i>User Interface</i>	33
4.3.1 Tampilan Halaman Input Data	33
BAB 5 Implementasi	35
5.1 Implementasi Program	35
5.1.1 Proses Struktur Data Set	35
Source Code 5.1 Struktur Data	36
5.1.2 roses Perhitungan Variasi	37
Source Code 5.2 Mencari Nilai Variasi	37
5.1.3 Proses Mencari Interval Berbasis Rata-rata	37

5.1.4 Proses Fuzzifikasi Data Variasi	38
Source Code 5.4 Fuzzifikasi.....	39
5.1.5 Proses FLR	39
Source Code 5.5 FLR	39
5.1.6 Proses FLRG	39
Source Code 5.6 FLRG	40
5.1.7 Proses Relasi Logic	40
Source Code 5.7 Relasi Logic	40
5.1.8 Output Peramalan	40
Source Code 5.8 Output Peramalan	40
5.1.9 Defuzzifikasi.....	41
Source Code 5.9 Defuzzifikasi.....	41
5.1.10 Hasi Peramalan	41
5.1.11 Error AFER	42
BAB 6 PeMBAHASAN.....	43
6.1 Hasil dan Analisa Uji Coba.....	43
BAB 7 Penutup	49
7.1 Kesimpulan.....	49
7.2 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Produksi dan <i>lag</i> produksi kopi dunia tahun 2000-2005	7
Tabel 2. 2 Pendaftaran Mahasiswa di Universitas Alabama 1971-1992	8
Tabel 2. 3 Basis Interval.....	9
Tabel 2. 4 Hasil fuzzifikasi Data Historis Calon	11
Tabel 2. 5 <i>Fuzzy Logical Relationship</i>	12
Tabel 2. 6 Relasi Himpunan <i>Fuzzy Orde 1</i>	13
Tabel 4. 1 Data Aktual Jumlah Kunjungan Wisatawan	23
Tabel 4. 2 Data Nilai Variasi	24
Tabel 4. 3 Lingustik Variasi	26
Tabel 4. 4 Hasil Fuzzifikasi dari Nilai Variasi	27
Tabel 4. 5 FLR	27
Tabel 4. 6 FLRG	28
Tabel 4. 7 <i>Output</i> Peramalan	29
Tabel 4. 8 Hasil Peramalan	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik Keanggotaan Umur.....	6
Gambar 2.2 Pola Musiman.....	8
Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian.....	17
Gambar 4.1 Flowchart Proses Peramalan	21
Gambar 4.2 Rancangan Halaman <i>Input</i> Data Kunjungan Wisatawan	34
Gambar 6.1 Grafik 12 Data Latih.....	34
Gambar 6.2 Grafik 24 Data Latih.....	34
Gambar 6.3 Grafik 36 Data Latih.....	45
Gambar 6.4 Grafik 48 Data Latih.....	34
Gambar 6.5 Grafik 60 Data Latih.....	34
Gambar 6.6 Grafik Pengaruh Data Latih Terhadap <i>Error</i> AFER.....	48



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Batu merupakan sebuah kota yang berada di Provinsi Jawa Timur. Kota Batu merupakan tujuan tempat wisata karena udaranya yang sejuk berada pada ketinggian 680-1200 meter dari permukaan laut serta memiliki keaneka ragam atraksi wisata yang ditawarkan. Jumlah wisatawan pada tahun 2012 sebesar 4 juta pengunjung, sedangkan pada hari libur di tahun 2013 jumlah pengunjung wisatawan mencapai 7000-8000 wisatawan per hari (Sofii, 2013).

Peningkatan jumlah kunjungan wisatawan yang tidak terduga dapat menyebabkan kesulitan bagi para pelaku pariwisata dalam hal memberikan pelayanan terbaik mereka untuk para wisatawan yang berlibur. Sebaliknya, jika terjadi penurunan jumlah wisatawan maka akan berdampak pada turunnya tingkat tempat wisata tersebut yang dapat mengancam sektor perekonomian masyarakat yang jika terjadi dalam waktu yang terus-menerus dikhawatirkan dapat menyebabkan terjadinya pengangguran.

Untuk itu diperlukan suatu Peramalan yang dapat memberikan gambaran mengenai proses Peramalan jumlah kunjungan wisata tersebut, sehingga diharapkan dapat memberikan informasi mengenai Peramalan jumlah kedatangan wisatawan kepada para pelaku wisata untuk mempersiapkan operasional yang lebih baik dan menciptakan inovasi serta strategi pemasaran tempat wisata yang baik. Selain itu, bagi badan pemerintahan khususnya Dinas Pariwisata Kota Batu dapat merencanakan dan mempersiapkan infrastruktur pariwisata perencanaan pembangunan fasilitas pendukung, serta perencanaan akomodasi dan transportasi yang lebih baik.

Peramalan merupakan sesuatu hal yang akan terjadi pada waktu yang akan datang yang dapat didasari oleh data yang ada pada waktu yang sekarang atau waktu lampau. Peramalan memiliki peran penting dalam keputusan untuk waktu yang akan datang seperti prediksi cuaca, perencanaan produksi, penjadwalan staf, maupun dalam hal bisnis, maka dalam hal ini dengan banyaknya suatu bidang memerlukan suatu hasil Peramalan yang akurat, sehingga metode Peramalan banyak sekali yang sudah dikembangkan.

Teknik Peramalan terbagi menjadi dua analisis yaitu yang pertama adalah analisis kualitatif dan yang kedua analisis kuantitatif. Pada penjelasannya Teknik kualitatif adalah Peramalan yang berdasarkan pendapat pada satu pihak, sedangkan datanya tidak bisa direpresentasikan secara tegas menjadi suatu angka/nilai. Sebaliknya, teknik Peramalan kuantitatif merupakan teknik peramalan yang dihasilkan dari data masa lalu (*data history*) dan dalam proses pembentukan angkanya yang biasa disebut juga sebagai data Time Series (Jumingan, 2009). Dalam penelitian ini, data pada jumlah kunjungan wisatawan merupakan data dengan nilai kuantitatif.

Fuzzy Time Series merupakan suatu rancangan yang diajukan oleh Song dan Chissom berdasarkan teori *fuzzy set* dan konsep variabel linguistik dan aplikasinya oleh Zadeh. Metode ini merupakan rancangan *fuzzy logic* ke dalam data *time*

series yang nantinya dipakai untuk menjadikan sebuah *Fuzzy Logical Retationship* (FLR) dan dikelompokkan menjadi *Fuzzy Logical Retationship Group* (FLRG) maka akan didapatkan nilai relasi Peramalan yang kemudian akan didapatkannya sebuah nilai Peramalannya.

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

Pada penelitian yang berkaitan dengan metode *Time Invariant Fuzzy Time Series* penulis dapat meramalkan jumlah kedatangan wisatawan melalui bandara Ngurah Rai Bali yang telah disimpulkan dengan menggunakan 10 *fuzzy set* didapatkan nilai rata-rata terbaik *AFER* sebesar 0,11% dari percobaan dengan menggunakan *fuzzy set* 5, 6, 7, 8, 9 dan 10 *fuzzy set*. Dalam penelitian ini penulis memproses penggunaan jumlah *fuzzy set* untuk membagi himpunan semesta *U* menjadi panjang interval menggunakan proses *trial* dan *error* dari *user* (Karina Amalia, 2013).

Dalam perhitungan Peramalan dengan menggunakan metode *fuzzy time series*, setiap panjang interval ditentukan terlebih dahulu di awal proses perhitungan dikarenakan proses interval sangat berpengaruh dalam pembentukan *fuzzy relationship* dan hasil akhir. Salah satu metode untuk penentuan panjang interval yang efektif adalah dengan metode berbasis rata – rata atau *average-based fuzzy time series* (Xihao, 2008).

Sistem peramalan dengan *fuzzy time series* terbukti dapat menyelesaikan masalah peramalan bahwa hasil prediksinya baik yang dapat di indikasikan dengan nilai *error Average Forecasting Error Rate* (AFER) yang kecil. Semakin kecil nilai error yang dihasilkan, maka dapat dikatakan bahwa tingkat akurasi Peramalan semakin baik (Rahmadiani, 2012).

Oleh karena itu judul yang diambil dalam skripsi ini adalah **“Peramalan Jumlah Kunjungan Wisatawan Kota Batu Menggunakan Metode *Time Invariant Fuzzy Time Series*”** yang diharapkan dapat memberi gambaran mengenai peramalan jumlah kunjungan wisatawan dan mampu menghitung tingkat akurasi pada nilai *error*.

1.2 Rumusan masalah

Berikut rumusan masalah pada penelitian ini:

1. Bagaimana mengimplementasikan metode *Time Invariant Fuzzy Time Series* dengan penentuan interval berbasis rata-rata untuk peramalan kunjungan wisatawan.
2. Berapa tingkat keakurasian dari perhitungan peramalan dengan menggunakan *error Average Forecasting Error Rate* (AFER).

1.3 Tujuan

Tujuan dari skripsi ini adalah sbagai berikut:

1. Menerapkan metode *Time Invariant Fuzzy Time Series* berbasis rata – rata untuk meramalkan jumlah wisatawan Kota Batu.
2. Menguji tingkat keakurasian dari Peramalan dengan menggunakan *Time Invariant Fuzzy Time Series* berbasis rata-rata.

1.4 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari penulis skripsi ini adalah untuk memberikan pengetahuan dan gambaran serta mengetahui tingkat keakuratan pada sistem mengenai penggunaan sistem *Time Invariant Fuzzy Time Series* dengan menggunakan interval berbasis rata – rata untuk permalan jumlah kunjungan wisatawan di Kota Batu.

1.5 Batasan masalah

1. Data yang digunakan dalam penelitian ini didapatkan dari Dinas Pariwisata Kota Batu yang berupa data bulanan total jumlah kunjungan wisatawan di beberapa tempat objek wisata Kota Batu mulai bulan Januari 2009 sampai dengan bulan Desember 2013 untuk membuktikan tingkat keakurasian error AFER pada bulan Januari – Desember 2014.
2. Untuk jumlah fuzzy set yang digunakan sebagai parameter pengujian adalah menggunakan berbasis rata-rata (*average based*).

1.6 Sistematika pembahasan

Sistematika penulisan laporan penelitian ini disusun menjadi beberapa bab sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi pendahuluan yang menjelaskan latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

Bab ini berisi landasan teori sebagai parameter rujukan untuk dilaksanakannya penelitian ini. Adapun landasan teori tersebut adalah landasan teori tentang Peramalan, tempat wisata kota Batu dan *fuzzy*.

BAB 3 METODOLOGI

Bab ini menjelaskan mengenai metode yang digunakan dalam sebuah penelitian yang terdiri dari studi literature, perancangan sistem perangkat lunak, implementasi sistem perangkat lunak, pengujian dan analisis, serta penulisan laporan.

BAB 4 PERANCANGAN SISTEM

Bab ini menjelaskan mengenai pemodelan pada perancangan yang akan dibuat menggunakan *Time Invariant Fuzzy Time Series* berbasis rata-rata.

BAB 5 IMPLEMENTASI

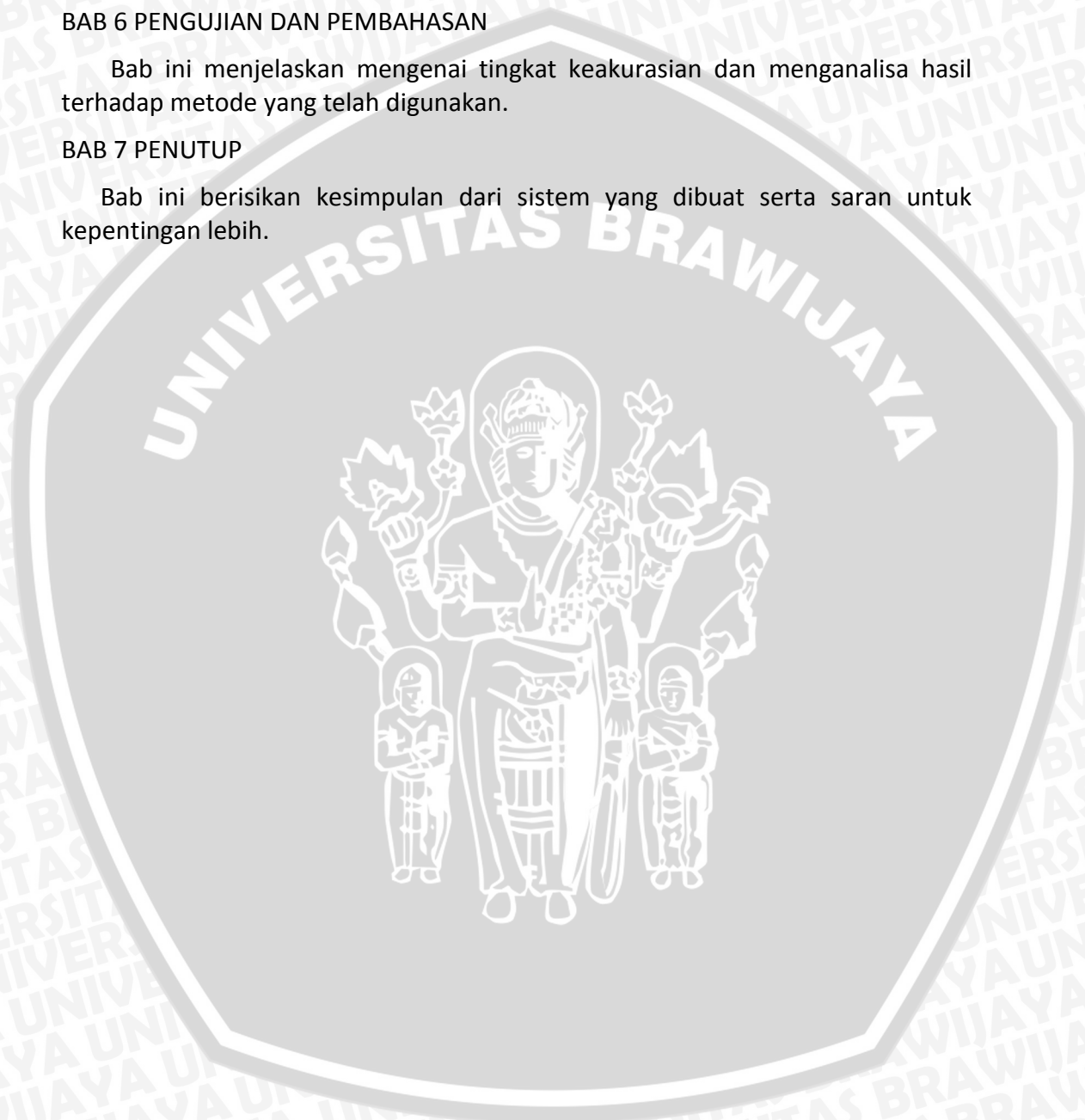
Bab ini membuat implementasi meliputi implementasi sistem dan implementasi aplikasi yang sesuai dengan perancangan sistem yang telah dibuat.

BAB 6 PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan mengenai tingkat keakurasian dan menganalisa hasil terhadap metode yang telah digunakan.

BAB 7 PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan dari sistem yang dibuat serta saran untuk kepentingan lebih.



BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

Bab ini berlandasan teori sebagai parameter rujukan untuk dilaksanakannya penelitian ini. Adapun landasan teori tersebut adalah hasil penelitian terkait pada penelitian *time invariant fuzzy time series*.

2.1 Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* adalah metode yang dasarnya dari sistem kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) yang dapat menirukan kemampuan manusia dalam berfikir ke dalam bentuk algoritma yang kemudian dijalankan oleh mesin. Algoritma ini digunakan dalam berbagai aplikasi pemrosesan data yang tidak dapat direpresentasikan dalam bentuk biner. Logika *fuzzy* menginterpretasikan statemen yang samar menjadi sebuah pengertian yang logis (Girona, 2013).

2.1.1 Crisp Set

Pada himpunan *crisp* (tegas), nilai keanggotaan suatu *item* x dalam suatu himpunan A , yang biasa ditulis dengan rumus $\mu_A [x]$ akan memiliki dua kemungkinan yaitu (Kusumadewi, 2003).

1. Nilai 1 yang berartikan suatu *item* menjadi anggota dalam suatu himpunan.
2. Nilai 0 yang berartikan suatu *item* tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan.

2.1.2 Himpunan Tegas

Himpunan *fuzzy* adalah suatu pengembangan lebih lanjut tentang konsep himpunan dalam matematika. Himpunan *Fuzzy* merupakan rentang pada nilai. Setiap nilai memiliki derajat keanggotaan *range* 0 – 1. Ungkapan logika *Boolean* menggambarkan nilai-nilai “benar” atau “salah”. Logika *fuzzy* menggunakan ungkapan misalnya “sangat lambat”, “agak sedang”, “sangat cepat” dan lain-lain untuk mengungkapkan derajat intensitasnya (Kusumadewi dan Purnomo, 2010).

Contoh:

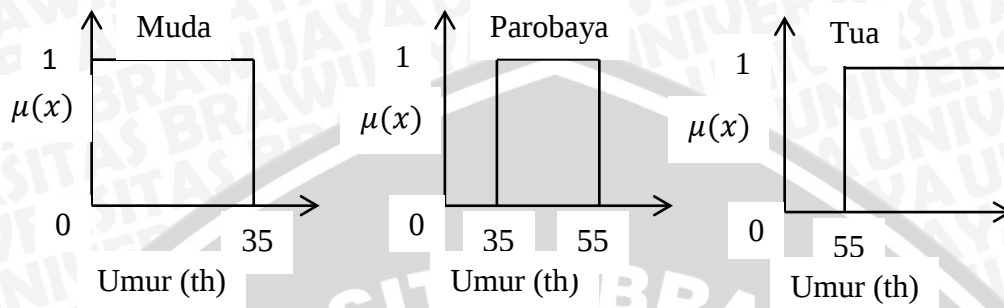
Misalkan variabel umur dibagi menjadi 3 kategori, yaitu:

- MUDA : umur < 35 tahun
- PAROBAYA : $35 \leq \text{umur} \leq 55$ tahun
- TUA : umur > 55 tahun

Nilai keanggotaan secara grafis, himpunan MUDA, PAROBAYA dan TUA ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. apabila seseorang berusia 34 tahun, maka ia dikatakan MUDA ($\mu_{\text{MUDA}}[34]=1$);
2. apabila seseorang berusia 35 tahun, maka ia dikatakan TIDAK MUDA ($\mu_{\text{MUDA}}[35]=0$);
3. apabila seseorang berusia 35 tahun kurang 1 hari, maka ia dikatakan TIDAK MUDA ($\mu_{\text{MUDA}}[35 \text{ th } -1\text{hr}]=0$);

4. apabila seseorang berusia 35 tahun, maka ia dikatakan PAROBAYA ($\mu_{\text{PAROBAYA}}[35]=1$);
5. apabila seseorang berusia 34 tahun, maka ia dikatakan TIDAK PAROBAYA ($\mu_{\text{PAROBAYA}}[34]=0$);
6. apabila seseorang berusia 35 tahun, maka ia dikatakan PAROBAYA ($\mu_{\text{PAROBAYA}}[35]=1$);



Gambar 2.1 Grafik Keanggotaan Umur

Sumber: Kusumadewi (2010)

Himpunan Fuzzy memiliki 2 atribut, yaitu (Kusumadewi dan Purnomo, 2010):

1. Linguistik, adalah penamaan suatu grup 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 variable, seperti: 40, 25, 50, dsb.

2.2 Jenis Data

Dalam ekonometrika, terdapat 3 kelompok data yaitu berupa data runtun waktu (*time series*), data silang (*cross section*), dan data panel (*pooled data*). Data ini sangat diperlukan dalam sebuah sistem pendukung keputusan. Setiap pengumpulan data memerlukan waktu yang cukup lama hal ini terjadi karena memerlukan banyak aktivitas pendukung seperti *responded*, pengisian data, menyunting data, dan menampilkannya dengan suatu analisis tertentu (Winarno, 2007).

Data *time series* sangat berguna untuk bagi pengambilan keputusan untuk memperkirakan kejadian dimasa yang akan datang, karena diyakini pola perubahan data *time series* beberapa periode di masa lampau jika tidak mungkin akan terjadi kembali pada masa sekarang atau masa yang akan datang. Data *time series* biasanya menggunakan *lag* atau selisih. Contohnya pada kasus produksi suatu kopi pada tahun sebelumnya yang akan mempengaruhi harga kopi pada tahun berikutnya, dengan demikian maka akan diperlukannya data *lag* produksi kopi bukan data aktual kopi. Pada tabel 2.1 akan menggambarkan konsep *lag* mempengaruhi data *time series*.

Tabel 2. 1 Produksi dan *lag* produksi kopi dunia tahun 2000-2005

Tahun	Produksi Kopi	Lag
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

Sumber: FAO (2009)

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

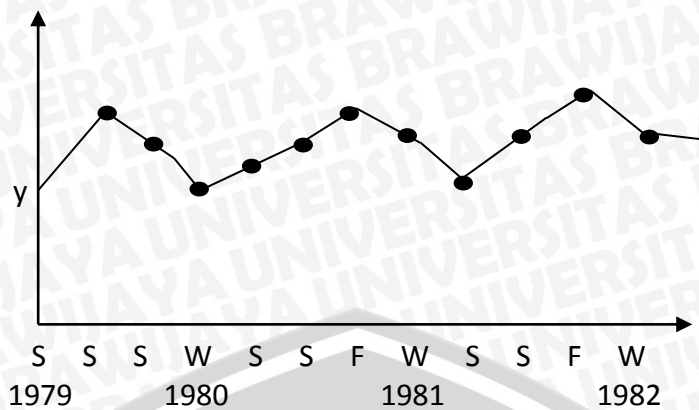
2.3 Peramalan Data Time Series

Berikut merupakan Peramalan data *time series* yang terdiri dari beberapa analisis (Jumingan 2009):

1. Analisis kualitatif merupakan peramalan yang berdasarkan pendapat suatu pihak dan datanya tidak dapat dilihat secara langsung menjadi suatu nilai/angka. Teknik peramalan ini sering disebut dengan peramalan pendapat (*judgement forecast*).
2. Analisis kuantitatif merupakan teknik peramalan yang mendasarkan pada data masa lalu (data historis) yang dapat dibentuk dalam bilangan angka yang biasa disebut dengan data time series (Jumingan, 2009).

Data *time series* dapat meramalkan atau memprediksikan apa yang akan terjadi berdasarkan data historis. Data *time series* merupakan data dari kumpulan pengamatan yang tersusun pada sebuah variabel selama periode waktu yang sama. Dengan mempelajari bagaimana suatu variabel berubah dari waktu ke waktu, suatu relasi antara kebutuhan dan waktu dapat digabungkan dan digunakan untuk memprediksi tingkat kebutuhan yang mendatang (Jumingan, 2009).

Langkah penting dalam menentukan suatu metode *time series* yang tepat adalah dengan mempertimbangkan jenis pola datanya. Salah satu pola data yaitu Pola musiman terjadi bila suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman (harian, mingguan, bulanan tertentu). Berikut gambar pola musiman:



Gambar 2. 1 Pola Musiman

Sumber: Makridakis, Wheelwright dan McGee (1992)

2.4 Metode Peramalan Data dengan Time Series

Konsep *Fuzzy Time Series* (FTS) yang diperkenalkan oleh Chen (1996), perbedaan antara FTS dengan konvensional *time series* terletak pada data yang digunakan dalam ramalan. Pada FTS, nilai yang digunakan merupakan himpunan *fuzzy* dari bilangan *real* atas himpunan semesta yang telah ditentukan. Maka bisa didefinisikan bahwa FTS merupakan metode yang penggunaan datanya berupa himpunan *fuzzy* yang berasal dari bilangan *real* atas himpunan semesta pada data aktual. Berikut merupakan langkah-langkah pada metode *Fuzzy Time Series* yang digunakan oleh Chen (1996):

1. Pada himpunan semesta dari bilangan aktual kedalam *interval* dengan jumlah nilai yang sama. Himpunan semesta dapat didefinisikan dengan U sebagai berikut:

$$[D_{\min} - D_1, D_{\max} - D_2] \quad (2.1)$$

$D_{\min}$ merupakan nilai terkecil dari data historis dan $D_{\max}$ merupakan nilai terbesar dari data historis. D_1 dan D_2 merupakan bilangan positif yang ditentukan oleh user untuk menentukan suatu himpunan semesta dari himpunan data historis, sebagai contoh akan dijelaskan pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Pendaftaran Mahasiswa di Universitas Alabama 1971-1992

Year	Actual Enrollment
1971	13055
1972	13563
1973	13867
1974	14696
1975	15460
1976	15311
1977	15603
1978	15861
1979	16807

Year	Actual Enrollment
1980	16919
1981	16388
1982	15433
1983	15497
1984	15145
1985	15163
1986	15984
1987	16859
1988	18150
1989	18970
1990	19328
1991	19337
1992	18876

Sumber: Chen (1996)

Dari data tersebut didapatkan nilai untuk $D_{\min} = 13055$ dan $D_{\max} = 19337$. Jika $D_1 = 55$ dan $D_2 = 663$ maka didapatkan nilai untuk himpunan semesta $U = [130000, 20000]$.

Kemudian membagi U menjadi beberapa interval dengan panjang yang sama. Pada penelitian Chen ini interval yang digunakan sebanyak 7 interval, dengan membagi U kedalam 7 interval $u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6, u_7$, maka didapatkan sebagai berikut:

$u_1=[13000,14000]$, $u_2= [14000,15000]$, $u_3 = [15000,16000]$, $u_4 = [16000,17000]$, $u_5 = [17000,18000]$, $u_6 = [18000,19000]$, $u_7 = [19000,20000]$

2. Interval Berbasis Nilai Rata – Rata (Average-Based Lengths)

Interval berbasis nilai rata-rata berpengaruh dalam penentuan pada jumlah himpunan *fuzzy* yang akan digunakan dalam proses Peramalan. Berikut merupakan langkah-langkah untuk menentukan interval berbasis nilai rata-rata (Xihao et al, 2007):

- Kalkulasikan seluruh selisih absolut antara A_{i+1} dan D_i ($i=1, \dots, n-1$). Dimana A adalah data aktual dan i adalah periode. Lalu hitung nilai rata-ratanya.
- Hasil dari nilai rata-rata selisih absolut kemudian dibagi menjadi dua.
- Berdasarkan hasil panjang interval yang diperoleh dari langkah kedua, maka ditentukanlah basis dari panjang interval sesuai dengan tabulasi basis. Tabel 2.3 menjelaskan bahwa panjang jangkauan dan basisnya, lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Basis Interval

Range	Basis
0.1 - 1.0	0.1
1.1 - 10	1
11 - 100	10
101 - 1000	100

Range	Basis
1001-10000	1000
10001-100000	10000

d. Panjang nilai interval dibulatkan sesuai dengan tabel basis interval.

Sebagai contoh bagaimana cara menghitung panjang interval berbasis rata – rata, misalkan yaitu : 30, 50, 80, 120, 110, dan 70.

Maka langkah-langkah untuk mendapatkan interval berbasis nilai rata-rata dari data *time series* tersebut adalah (Xihao et al, 2007).

- Selisih *absolut* tiap data adalah 20,30,40,10, dan 40 maka rata-ratanya adalah 28.
- Ambil setengah dari nilai 28, maka diperoleh nilai 14.
- Menurut Tabel 2.5 nilai 14 termasuk ke dalam basis 10.
- Bulatkan 14 dengan basis 10, maka didapatkan interval berbasis nilai rata-rata yaitu 10.

3. Mendefinisikan Himpunan Fuzzy

Asumsikan *variable* linguistik dari selisih yang akan digunakan untuk nilai linguistik himpunan fuzzy, misalnya didefinisikan A_1 (turun), A_2 (tetap), A_3 (naik) untuk ketiga partisi yang telah diberikan u_i , $i = 1, 2, 3$ setiap u_i merupakan anggota A_j , $j = 1, 2, 3$ yang diekspresikan pada selang bilangan *real* $[0,1]$ sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A_1 &= \left\{ \frac{1}{u_1}, \frac{0,5}{u_2}, \frac{0}{u_3} \right\}, \\ A_2 &= \left\{ \frac{0,5}{u_1}, \frac{1}{u_2}, \frac{0,5}{u_3} \right\}, \\ A_3 &= \left\{ \frac{0}{u_1}, \frac{0,5}{u_2}, \frac{1}{u_3} \right\}, \end{aligned} \quad (2.2)$$

Pada konsep ini Chen menggunakan 7 nilai linguistik pada tiap himpunan fuzzy A_1 = Sangat Sedikit, A_2 = Sedikit, A_3 = Cukup Sedikit, A_4 = Cukup, A_5 = Cukup Banyak, A_6 = Banyak, A_7 = Sangat Banyak. Kemudian nilai linguistik tersebut dimasukan ke dalam fuzzy set yang didefinisikan pada U sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A_1 &= 1/u_1 + 0,5/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 \\ A_2 &= 0,5/u_1 + 1/u_2 + 0,5/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 \\ A_3 &= 0/u_1 + 0,5/u_2 + 1/u_3 + 0,5/u_4 + 0/u_5 + 0,5/u_6 + 0/u_7 \\ A_4 &= 0/u_1 + 0/u_2 + 0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 \\ A_5 &= 0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0,5/u_4 + 1/u_5 + 0,5/u_6 + 0/u_7 \\ A_6 &= 0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0,5/u_5 + 1/u_6 + 0,5/u_7 \\ A_7 &= 0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0,5/u_6 + 1/u_7 \end{aligned}$$

4. Memfuzzifikasikan Data Historis

Fuzzifikasi merupakan proses mengidentifikasikan data aktual ke dalam *fuzzy set*. Fuzzifikasi dinotasikan sebagai berikut, jika $F(t-1)$ berada pada himpunan *fuzzy set* A_k maka $F(t-1)$ akan difuzzifikasikan sebagai A_k . Sebagai contoh dari tabel 2.3 data pada tahun 1974 adalah 14696. Nilai data *crisp* ini termasuk dalam interval $u_2 = [14000, 15000]$. Hal ini dapat disimpulkan jika derajat keanggotaan tertinggi dari u_2 terjadi di A_2 maka *variable* waktu historis $F(1974)$ difuzzifikasi sebagai A_1 .

Tabel 2. 4 Hasil fuzzifikasi Data Historis Calon

Year	Actual Enrollment	Interval	Fuzzified Enrollment
1971	13055	[13000, 14000]	A_1
1972	13563	[13000, 14000]	A_1
1973	13867	[13000, 14000]	A_1
1974	14696	[14000, 15000]	A_2
1975	15460	[15000, 16000]	A_3
1976	15311	[15000, 16000]	A_3
1977	15603	[15000, 16000]	A_3
1978	15861	[15000, 16000]	A_3
1979	16807	[16000, 17000]	A_4
1980	16919	[16000, 17000]	A_4
1981	16388	[16000, 17000]	A_4
1982	15433	[15000, 16000]	A_3
1983	15497	[15000, 16000]	A_3
1984	15145	[15000, 16000]	A_3
1985	15163	[15000, 16000]	A_3
1986	15984	[15000, 16000]	A_3
1987	16859	[16000, 17000]	A_4
1988	18150	[18000, 19000]	A_6
1989	18970	[18000, 19000]	A_6
1990	19328	[19000, 20000]	A_7
1991	19337	[19000, 20000]	A_7
1992	18876	[18000, 19000]	A_6

Sumber: Chen (1996)

5. Identifikasi *Fuzzy Logic Relationship* (FLR)

Relationship diidentifikasi berdasarkan suatu nilai fuzzifikasi dari data historis. Jika *variable time series* $F(t-1)$ difuzzifikasi sebagai A_i dan $F(t)$ sebagai A_j , maka A_i berelasi A_j yang dapat dinyatakan dengan notasi $A_i \rightarrow A_j$. Hal ini dapat diartikan A_i yang terletak pada sisi sebelah kiri *relationship* disebut dengan *current state* dan A_j yang berada disisi kanan *relationship* disebut dengan *next state* dan jika terjadi perulangan *relationship* maka tetap dihitung hanya sekali. Adapun keterangan FLR yang ditampilkan pada Tabel 2.5.

Tabel 2. 5 Fuzzy Logical Relationship

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

6. Membangun sebuah *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG)

Defuzzifikasi nilai Peramalan dengan mengasumsikan dari data calon memiliki 3 aturan sebagai berikut:

- Jika hasil fuzzifikasi pada tahun ke-n adalah A_i dan A_i terdapat relasi satu FLR pada FLRG yaitu dengan kondisi $A_i \rightarrow A_j$ dimana derajat keanggotaan tertinggi berada pada u_j , maka nilai Peramalan untuk n+1 adalah nilai tengah dari u_j , atau didefinisikan dengan m_j .
- Jika hasil fuzzifikasi pada tahun ke-n adalah A_i dan A_i memiliki lebih dari satu FLR pada FLRG yaitu dengan kondisi $A_i \rightarrow A_{j1}, A_{j2}, \dots, A_{jp}$, dimana nilai tengah untuk masing-masing $A_{j1}, A_{j2}, \dots, A_{jp}$ adalah $m_{j1}, m_{j2}, \dots, m_{jp}$ maka nilai Peramalan untuk n+1 adalah $(m_{j1}, m_{j2}, \dots, m_{jp})/p$.
- Jika hasil fuzzifikasi pada tahun ke-n adalah A_i dan A_i tidak memiliki nilai FLR pada FLRG dimana nilai maksimum pada fungsi keanggotaan berada pada u_j , maka nilai Peramalan untuk n+1 merupakan nilai tengah dari u_j atau dapat didefinisikan menjadi m_j .

Sebagai contoh, berdasarkan dasar teori tentang FTS tersebut akan dilakukan Peramalan untuk tahun 1981 dan 1975. Peramalan pada tahun 1980 akan difuzzifikasikan ke dalam A_4 yang termasuk kedalam interval u_4 [16000,17000] maka derajat tertinggi u_4 termasuk dalam A_4 . Kemudian diketahui bahwa A_4 direlasikan memiliki 3 FLR yaitu $A_4 \rightarrow A_4, A_4 \rightarrow A_3, A_4 \rightarrow A_6$ maka dapat ditentukan Peramalannya berdasarkan aturan fuzzifikasi yaitu A_4 memiliki 3 FLRG yang mengacu kepada interval *next state* dari A_4 yaitu sebagai berikut:

A_3 berada pada u_3 = [15000,16000]

A_4 berada pada u_3 = [16000,17000]

A_6 berada pada $u_6 = [18000, 19000]$

Kemudian ditentukan nilai tengah tiap masing-masing interval yaitu sebagai berikut:

$$m_3 = \frac{15000 + 16000}{2} = 15500$$

$$m_4 = \frac{16000 + 17000}{2} = 16500$$

$$m_6 = \frac{18000 + 19000}{2} = 18500$$

Dengan menggunakan aturan ke – 2 yaitu hasil fuzzifikasi pada tahun ke-n adalah A_i dan A_j memiliki lebih dari satu FLR pada FLRG maka diperoleh:

$$\text{defuz.}(F(1980)) = \frac{15500 + 16500 + 18500}{3} = 16833$$

Setelah dilakukan perhitungan Peramalan terhadap seluruh data, maka hasil yang didapat dari Peramalan secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2. 6 Relasi Himpunan Fuzzy Orde 1

Tahun	Aktual	Ramalan	FLRG	Titik tengah interval
1971	13055		$A_1 \rightarrow A_1, A_2$	13500; 14500
1972	13563	14000	$A_1 \rightarrow A_1, A_2$	13500; 14500
1973	13867	14000	$A_1 \rightarrow A_1, A_2$	13500; 14500
1974	14696	14000	$A_2 \rightarrow A_3$	15500
1975	15460	15500	$A_3 \rightarrow A_3, A_4$	15500; 16500
1976	15311	16000	$A_3 \rightarrow A_3, A_4$	15500; 16500
1977	15603	16000	$A_3 \rightarrow A_3, A_4$	15500; 16500
1978	15861	16000	$A_3 \rightarrow A_3, A_4$	15500; 16500
1979	16807	16000	$A_4 \rightarrow A_3, A_4, A_6$	15500; 16500; 18500
1980	16919	16833	$A_4 \rightarrow A_3, A_4, A_6$	15500; 16500; 18500
1981	16388	16833	$A_4 \rightarrow A_3, A_4, A_6$	15500; 16500; 18500
1982	15433	16833	$A_3 \rightarrow A_3, A_4$	15500; 16500
1983	15497	16000	$A_3 \rightarrow A_3, A_4$	15500; 16500
1984	15145	16000	$A_3 \rightarrow A_3, A_4$	15500; 16500
1985	15163	16000	$A_3 \rightarrow A_3, A_4$	15500; 16500
1986	15984	16000	$A_3 \rightarrow A_3, A_4$	15500; 16500
1987	16859	16000	$A_4 \rightarrow A_3, A_4, A_6$	15500; 16500; 18500

Tahun	Aktual	Ramalan	FLRG	Titik tengah interval
1988	18150	16833	$A_6 \rightarrow A_6, A_7$	18500; 19500
1989	18970	19000	$A_6 \rightarrow A_6, A_7$	18500; 19500
1990	19328	19000	$A_7 \rightarrow A_6, A_7$	18500; 19500
1991	19337	19000	$A_7 \rightarrow A_6, A_7$	18500; 19500
1992	18876	19000		

Sumber: Chen (1996)

Untuk meramalkan jumlah calon di tahun 1993 maka dapat dinyatakan dengan:

$$F(1993) = F(1992) \times R(1992, 1993)$$

Dengan basis tahun 1992 diperoleh $F(1992) = A_6$.

$$\begin{aligned}
 F(1993) &= A_6 \rightarrow A_6, A_7 \\
 \text{defuz.}(F(1993)) &= \text{defuz.}(A_6 \rightarrow A_6, A_7) \\
 &= \frac{\text{mid}(u_6) + \text{mid}(u_7)}{2} \\
 &= \frac{((18000 + 19000) / 2 + (19000 + 20000) / 2)}{2} \\
 &= \frac{18500 + 19500}{2} = 19000
 \end{aligned}$$

2.5 Time Invariant Fuzzy Time Series

2.5.1 Metode Peramalan Data dengan Time Series

Jika terdapat relasi fuzzy $R(t, t-1)$ sehingga $F(t) = F(t-1) \times R(t, t-1)$ pengertian pada simbol $\times$ adalah suatu operator maka $F(t)$ disebabkan oleh $F(t-1)$. Relasi yang berada pada $F(t)$ dan $F(t-1)$ dinotasikan oleh $F(t-1) \rightarrow F(t)$.

2.5.2 Group Relasi Fuzzy Logic

Relasi Fuzzy Logic dengan sisi kiri yang sama, akan menjadikan suatu grup yang sama yaitu *group* relasi fuzzy logic. Contohnya sebagai berikut:

Untuk sisi kiri A_t yang sama, maka terdapat pernyataan persamaan grup sebagai berikut:

$$\left. \begin{array}{l} A_t \rightarrow A_{j1} \\ A_t \rightarrow A_{j2} \\ \dots \dots \dots \end{array} \right\} A_t \rightarrow A_{j2}, A_{j2} \quad (2.3)$$

2.5.3 Operator pada Time Invariant Fuzzy Time Series

Jika $F(t)$ disebabkan oleh $F(t-1)$ akan dinotasikan dengan $F(t-1) \rightarrow F(t)$ maka relasinya menyatakan dengan $F(t) = F(t-1) \circ R(t, t-1)$, simbol $\circ$ berarti operator $\max - \min$ dan $R(t, t-1)$ merupakan model orde satu dari $F(t)$.

2.5.4 Defuzzifikasi

Defuzzifikasi merupakan cara untuk mendapatkan nilai tegas (*crisp*) dari himpunan *fuzzy*, adapun prosesnya sebagai berikut:

1. Jika terdapat semua nilai nol, maka variasi Peramalannya adalah 0.
2. Jika nilai keanggotaan dari keluaranya memiliki satu *max*, maka titik tengah intervalnya dimana nilai ini dapat dicapai adalah variasi Peramalan.
3. Jika nilai keanggotannya dari keluaranya memiliki dua atau lebih *max* yang berurutan, maka titik tengah interval dimana nilai ini dicapai adalah variasi Peramalannya.
4. Selain itu dengan menggunakan *centroid*, seperti yang ditunjukkan pada persamaan 2.4.

$$Z = \frac{\sum xA}{\sum A} \quad (2.4)$$

A merupakan suatu luasan yang memiliki titik berat x.

Metode *Time Invariant Fuzzy Time Series* merupakan suatu metode yang memiliki 2 aspek penting, antara lain adalah dapat menggunakan variasi data historisnya dari pada karakteristik pendaftaran sebenarnya dan perhitungan relasi $R(t, t-1)$ yang akan digunakan untuk memprediksi Peramalan masa depan. Berikut ini merupakan langkah-langkah proses Peramalan:

1. Mendefinisikan himpunan semesta U dari variasi data historis, yang menggunakan jumlah himpunan *fuzzy set* yang ditentukan oleh *user*. Kemudian U dipartisi menjadi sejumlah interval yang sama panjang dan mendefinisikan himpunan fuzzy A_i .
2. Menfuzzifikasikan suatu nilai variasi dari sebuah data.
3. Menyatakan relasi orde1 dari variasi *fuzzy logic* $A_i \rightarrow A_j$ dan menjadikan relasi fuzzy orde1 yang menjadikan suatu grup relasi *fuzzy logic* jika memiliki sisi kiri yang sama kemudian menghitung *relasi logic* R_i untuk setiap *fuzzy* ke- i dan mendapatkan nilai *output* Peramalannya.
4. Menghitung suatu nilai *ouput* yang peramalannya dengan proses defuzzifikasi dan dapat menghitung Peramalan pendaftarannya (Melike Sah, 2005).

2.6 Menghitung Error Peramalan

Teknik dalam Peramalan tidak selamanya akan mendapatkan hasil yang tepat karena metode yang digunakan dalam suatu Peramalan belum tentu sesuai dengan sifat datanya. Perlu adanya pengawasan dalam meramalkan suatu data yang nantinya dapat diketahui sesuai atau tidaknya metode Peramalan yang telah digunakan, sehingga nantinya akan dipilih dan ditentukan metode

Peramalan yang lebih sesuai dengan cara menentukan batas toleransi Peramalan atas ketidakakurasian yang terjadi (Jumingan, 2009)

Metode *error Average Forecasting Error Rate* (AFER) digunakan untuk mengetahui besarnya kesalahan yang terjadi pada data hasil Peramalan terhadap data aktual. Berikut merupakan persamaan tentang cara perhitungan AFER (Jilani, Burney, dan Ardil, 2007).

$$AFER = (|A_i - F_i| / A_i) / n \times 100\% \quad (2.5)$$

Pada perhitungan AFER A_i merupakan nilai data aktual pada data ke- i dan F_i merupakan nilai hasil Peramalan untuk data ke- i . Adapun n merupakan banyaknya dari suatu data dan bilangan 100% merupakan nilai untuk mendapatkan hasil persentase. Nilai AFER adalah nilai yang menyatakan persentase selisih antara data prediksi dengan data aktual. Dengan nilai *error* yang semakin kecil maka tingkat keakurasian dapat dikatakan semakin baik (Rahmadiani, 2012). Dengan menggunakan *error* AFER ini jika didapatkan nilai *error* mendekati 0% yang artinya tingkat akurasi terhadap data asli semakin mendekati kebenaran meskipun sebenarnya jarang sekali kasus prediksi yang nilai AFER benar-benar 0% (Stevenson, 2009).

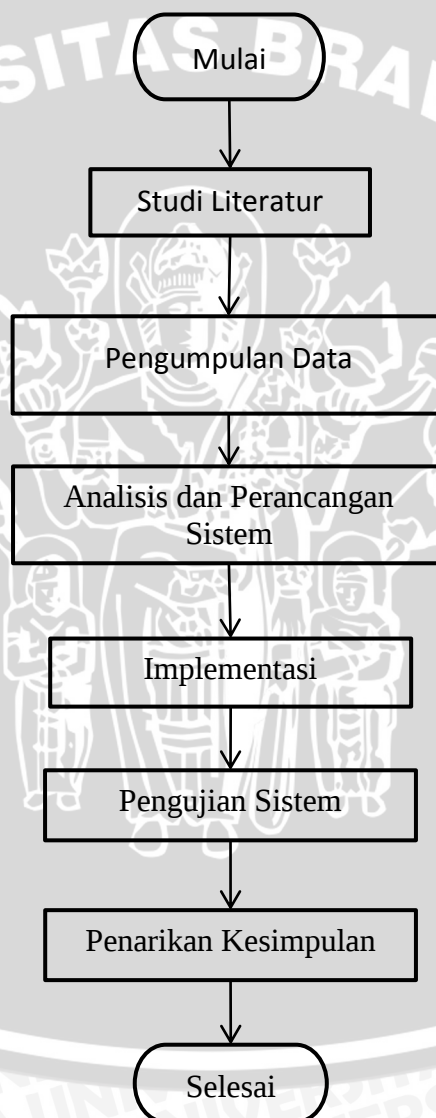


BAB 3 METODOLOGI

Pada bab ini akan dijelaskan tahapan desain penelitian dan kerangka konsep penelitian yang digunakan untuk Peramalan jumlah kunjungan wisatawan menggunakan metode *time invariant fuzzy time series*. Dengan adanya metodologi penelitian ini diharapkan dapat memberikan petunjuk dalam merumuskan masalah penelitian.

3.1 Tahapan Penelitian

Untuk mempermudah dalam penjelasan metode penelitian yang akan digunakan, maka akan ditunjukkan sebuah diagram alur pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian

Sumber: Diadaptasi dari Permatasar dan Mahmudy, 2013

Berdasarkan pada Gambar 3.1 berikut ini akan dijelaskan beberapa tahapan pada penelitian ini.

1. Studi Literatur

Dalam penelitian ini, penelusuran studi literatur bertujuan untuk mempelajari mengenai penjelasan dasar teori yang akan digunakan serta kajian dalam penelitian sebelumnya untuk menunjang skripsi. Studi Literatur ini dilakukan dengan cara mengumpulkan beberapa informasi dari internet. Teori-teori yang dibutuhkan untuk menunjang penulisan skripsi diantaranya mengenai:

- a. Pengertian *Time Series*
- b. Pengertian Himpunan *Fuzzy*
- c. Pengertian Metode *Time Invariant Fuzzy Time Series* Berbasis Rata-rata
- d. Pengertian pencarian tingkat akurasi dengan *error Average Forecasting Error Rate* (AFER).

2. Pengumpulan Data

Pada tahap ini, data yang digunakan untuk Peramalan berupa data bulanan dengan total jumlah kunjungan wisatawan di Kota Batu dimulai dari bulan Januari 2009 sampai dengan bulan Desember 2013 untuk meramalkan bulan Januari – Desember 2014, yang didapatkan di Dinas Pariwisata Kota Batu bagian SDM.

3. Analisis dan Perancangan Sistem

Menganalisis dan merancang sistem algoritma *Time Invariant Fuzzy Time Series* berbasis rata-rata.

4. Implementasi

Mengimplementasikan hasil dari analisis dan sebuah perancangan system dengan membangun sebuah perangkat lunak dengan menggunakan bahasa pemrograman Java.

5. Pengujian Sistem

Melakukan pengujian hasil dari implementasi sistem yang telah dirancang apakah memenuhi parameter algoritma *fuzzy time series* yang tepat sehingga menghasilkan solusi terbaik.

6. Penarikan Kesimpulan

Pada tahapan ini dilakukan sebuah evaluasi dan analisis terhadap hasil yang telah diuji pada perangkat lunak kemudian ditarik menjadi sebuah kesimpulan. Simpulan diambil untuk menjawab sebuah rumusan masalah yang telah ditetapkan sebelumnya. Tahap terakhir pada penulisan ini yaitu saran yang berkenaan dengan hasil yang telah dicapai untuk memperbaiki jika terjadi kesalahan serta untuk memberikan pertimbangan pada pengembangan penelitian lebih lanjut.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan untuk Peramalan berupa data bulanan dengan total jumlah kunjungan wisatawan di Kota Batu dimulai dari bulan Januari 2009

sampai dengan bulan Desember 2013 untuk meramalkan bulan Januari – Desember 2014, yang didapatkan di Dinas Pariwisata Kota Batu bagian SDM.

3.3 Algoritma yang Digunakan

Pada penelitian ini menggunakan algoritma *fuzzy time series* yang akan dirancang merupakan sebuah implementasi dengan metode peramalan data menggunakan *logika fuzzy*. Dalam pemilihan data *input* berbentuk serangkaian data *time series* yang berisikan mengenai suatu timeline dan nilai suatu rekam data aktual dalam kurun waktu tertentu. Kemudian data *input* tersebut diproses menggunakan *fuzzy* dengan tahap fuzzifikasi, infrensi atau kalkulasi, dan defuzzifikasi untuk mendapatkan nilai akhir pada Peramalan berupa nilai *crisp*.

Implementasi aplikasi pada metode ini dilakukan mengarah pada perancangan system, sedangkan pada implementasinya menggunakan perangkat lunak bahasa pemrograman Java. Implementasi aplikasi pada penelitian ini meliputi pembuatan antarmuka pengguna dan pengimplementasian algoritma.

3.4 Kebutuhan Sistem

Kebutuhan sistem bertujuan untuk mendapatkan kebutuhan yang diperlukan untuk sebuah sistem *time invariant fuzzy time series* dengan obyek jumlah kunjungan wisatawan di Kota Batu. Kebutuhan sistem ini diterapkan sesuai dengan lokasi penelitian.

3.4.1 Kebutuhan Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan dalam tahap pengembangan perangkat lunak prototype untuk Peramalan jumlah kunjungan wisatawan dengan algoritma *time invariant fuzzy time series* adalah sebagai berikut:

1. Intel(R) Core(TM)2 Duo CPU T5870 @ 2.00GHz
2. RAM 2 GB
3. Hardisk dengan kapasitas 500 GB

3.4.2 Kebutuhan Perangkat Lunak

Kebutuhan perangkat lunak yang digunakan sebagai bagian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Microsoft Windows 8.1 untuk operasi sistem yang digunakan.
2. Microsoft Office 2013 untuk mengelola dokumentasi dan manualisasi pada perhitungan.
3. Netbean 8.0.2 untuk membuat aplikasi.

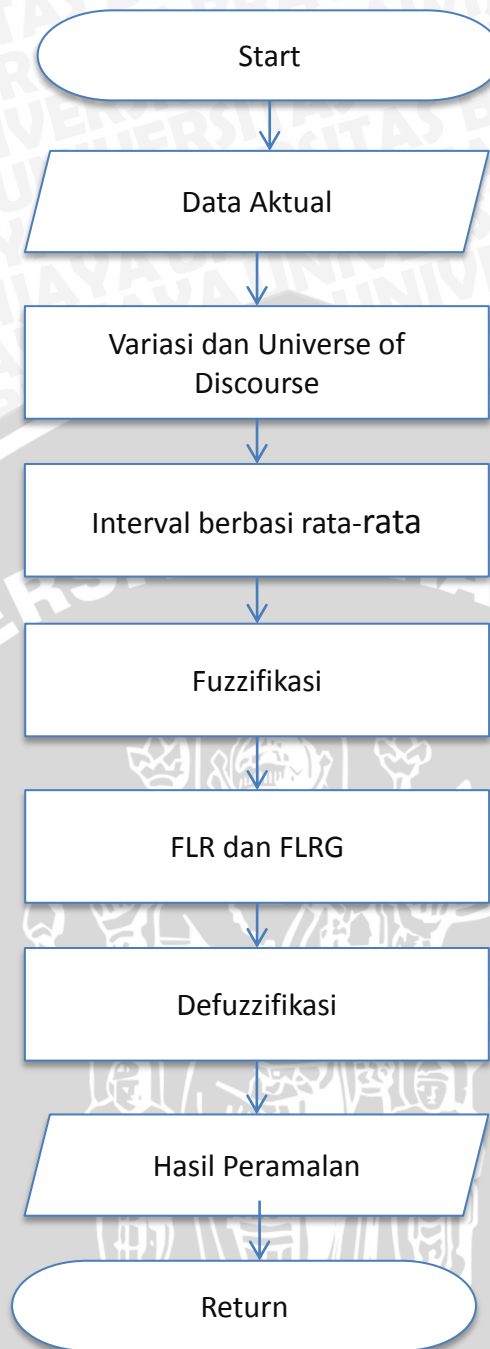
BAB 4 PERANCANGAN

4.1 Formulasi Permasalahan

Pada penelitian Peramalan jumlah kunjungan wisatawan menggunakan algoritma *time invariant fuzzy time series* berbasis rata-rata berfokus untuk mencari nilai *error* dengan menggunakan perhitungan model AFER. Berikut tahapan Peramalan dengan menggunakan *Fuzzy Time Series*.

1. Memasukkan data ke dalam sistem yang berguna sebagai nilai *input*. Data disini merupakan data dari jumlah kunjungan wisatawan.
2. Mendefinisikan himpunan semesta U dari variasi data *history* dan dengan menggunakan jumlah himpunan *fuzzy* yang ditentukan oleh *user*, dan kemudian U dipartisi menjadi sebuah interval yang sama panjang dan dapat mendefinisikan himpunan fuzzy A_i .
3. Fuzzifikasi nilai variasi dari jumlah kunjungan wisatawan berdasarkan nilai keanggotaan maksimum.
4. Memperoleh nilai *current state* dan *next state* dari hasil fuzzifikasi yang digunakan untuk proses FLR, dan selanjutnya berdasarkan *current state* yang sama hasil dari FLR akan dikelompokkan kemudian digunakan untuk menghitung *relasi logic* dan baru kemudian mendapatkan nilai *output* peramalan.
5. Merubah nilai *output* peramalan menjadi nilai *crisp* dengan proses fuzzifikasi
6. Proses Peramalan dengan menambahkan hasil dari fuzzifikasi pada bulan ke- i dengan data aktual dari jumlah kunjungan wisatawan pada bulan ke- $(i-1)$
7. Hasil akhir dari proses ini merupakan data hasil Peramalan yang bisa digunakan untuk meramalkan data satu bulan kedepan.

Formulasi permasalahan dalam penelitian ini akan menjelaskan kasus yang akan terkait beserta komputasi perhitungannya. Dimisalkan Dinas Pariwisata Kota Batu ingin memprediksi jumlah kunjungan wisatawan berdasarkan data 5 tahun terakhir.



Gambar 4. 1 Flowchart Proses Peramalan

4.1.2 Variasi dan Universe of Discourse

Variasi dan *Universe of Discourse* adalah sub proses dari proses yang terjadi pada Peramalan dengan menggunakan metode *time invariant fuzzy time series*. Berikut merupakan proses tahapan Variasi dan *Universe of Discourse*:

1. Nilai *input* data yang digunakan adalah data jumlah kunjungan pariwisata di tiap bulannya.
2. Mencari variasi jumlah kedatangan dengan mencari selisih nilai dari data bulan saat ini dengan data bulan sebelumnya.

3. Mencari nilai *max* dan *min* dari variasi data untuk digunakan pencarian nilai himpunan semesta U (*Universe of Discourse*).
4. Menggunakan jumlah *fuzzy set* yang ditentukan oleh *user* dan kemudian U dipartisi menjadi sejumlah interval yang sama panjang.
5. Hasil akhir akan diproses dari data nilai U yang telah dibagi menjadi beberapa interval dan nilai variasi data.

4.1.3 Penerapan Interval Berbasis Rata-rata

Dalam perhitungan Peramalan dengan menggunakan *fuzzy time series* standar, panjang interval telah ditentukan di awal proses perhitungan. Dalam penentuan hasil dari interval dapat berpengaruh dalam pembentukan *fuzzy relationship* yang dapat memberikan perbedaan hasil dari perhitungan Peramalan.

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 *absolut* 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.

4.1.4 Fuzzifikasi

Fuzzifikasi merupakan sub proses yang terjadi pada proses Peramalan dengan menggunakan metode *time invariant fuzzy time series*. Pada proses fuzzifikasi ini merupakan proses lanjutan setelah proses perhitungan *Universe of Discourse*. Berikut ini merupakan proses fuzzifikasi:

1. Nilai *input* data menggunakan data variasi kunjungan dan data hasil nilai U yang telah dibagi menjadi beberapa interval (u) sesuai *fuzzy set* yang telah ditentukan.
2. Mencari nilai keanggotaan u *max* dari tiap variasi dengan menggunakan persamaan seperti yang ditunjukkan pada persamaan 2.2.
3. Nilai *output* dari proses fuzzifikasi ini adalah data yang dihasilkan dari fuzzifikasi yang diperoleh sesuai dengan nilai maksimum dari u .

4.1.5 FLR dan FLRG

FLR dan FLRG merupakan sub proses dari Peramalan dengan metode *time invariant fuzzy time series*. Berikut adalah tahapan prosesnya:

1. Inputan yang digunakan adalah hasil dari fuzzifikasi.

2. Pembentukan FLR dapat dilakukan dengan menentukan *current state* diperoleh dari hasil fuzzifikasi bulan ke (i-1) dan *next state* diperoleh dari hasil fuzzifikasi bulan ke-i.
3. Setelah didapatkan nilai FLR nya selanjutnya di bentuk FLRG berdasarkan *current state* dan *next state*.
4. Hasil FLRG digunakan untuk menghitung relasi *logic* untuk mendapatkan nilai output Peramalan.

4.1.6 Defuzzifikasi dan Peramalan

Proses defuzzifikasi merupakan proses perhitungan dari hasil output Peramalan untuk kemudian dihitung sehingga mendapatkan hasil dengan bilangan *crisp*. Setelah didapatkan hasil defuzzifikasi yang berupa hasil dari bilangan *crisp*, kemudian ditambahkan dengan data aktual jumlah kunjungan wisatawan pada satu bulan sebelumnya sehingga mendapatkan hasil peramalan.

4.2 Perhitungan Manual

4.2.1 Penginputan Data

Pada perhitungan manual ini penulis menggunakan metode *fuzzy time series* dengan mengambil kasus di Dinas Pariwisata Kota Batu untuk Peramalan jumlah kunjungan wisatawan mulai pada bulan Januari 2009 sampai dengan bulan Desember 2013 untuk meramalkan bulan Januari – Desember 2014 yang dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Data Aktual Jumlah Kunjungan Wisatawan

Waktu	Data Aktual	Waktu	Data Aktual
Jan-2009	257433	Jul-2011	161957
Feb-2009	153651	Aug-2011	57152
Mar-2009	216153	Sep-2011	221499
Apr-2009	222466	Oct-2011	132122
May-2009	353492	Nov-2011	130691
Jun-2009	443753	Dec-2011	220926
Jul-2009	393661	Jan-2012	132228
Aug-2009	320445	Feb-2012	67599
Sep-2009	201642	Mar-2012	81131
Oct-2009	159287	Apr-2012	107785
Nov-2009	160010	May-2012	168156
Dec-2009	191060	Jun-2012	175144
Jan-2010	230025	Jul-2012	87151
Feb-2010	109072	Aug-2012	215279

Waktu	Data Aktual	Waktu	Data Aktual
Apr-2010	105620	Oct-2012	82157
May-2010	194401	Nov-2012	94645
Jun-2010	222529	Dec-2012	99605
Jul-2010	191454	Jan-2013	168580
Aug-2010	62047	Feb-2013	154888
Sep-2010	253169	Mar-2013	121166
Nov-2010	143699	May-2013	200484
Dec-2010	266383	Jun-2013	202293
Jan-2011	166091	Jul-2013	77610
Feb-2011	115768	Aug-2013	257242
Mar-2011	125487	Sep-2013	115361
Apr-2011	127271	Oct-2013	123510
May-2011	236107	Nov-2013	123407
Jun-2011	262346	Dec-2013	212052

4.2.2 Perhitungan Nilai Variasi

Langkah kedua ini adalah langkah untuk menghitung nilai variasi data dengan cara pada data aktual ke (i) dikurangi data aktual pada bulan ke (i), kemudian setelah mendapatkan nilai variasi kemudian didefinisikanlah *Universe of Discourse* (U) atau disebut dengan himpunan semesta. Berikut merupakan data nilai variasi yang dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Data Nilai Variasi

Waktu	Data Aktual	Variasi	Waktu	Data Aktual	Variasi
Jan-2009	257433	0	Jul-2011	161957	-100389
Feb-2009	153651	-103782	Aug-2011	57152	-104805
Mar-2009	216153	62502	Sep-2011	221499	164347
Apr-2009	222466	6313	Oct-2011	132122	-89377
May-2009	353492	131026	Nov-2011	130691	-1431
Jun-2009	443753	90261	Dec-2011	220926	90235
Jul-2009	393661	-50092	Jan-2012	132228	-88698
Aug-2009	320445	-73216	Feb-2012	67599	-64629
Sep-2009	201642	-118803	Mar-2012	81131	13532
Oct-2009	159287	-42355	Apr-2012	107785	26654
Nov-2009	160010	723	May-2012	168156	60371
Dec-2009	191060	31050	Jun-2012	175144	6988
Jan-2010	230025	38965	Jul-2012	87151	-87993
Feb-2010	109072	-120953	Aug-2012	215279	128128
Mar-2010	91339	-17733	Sep-2012	108763	-106516

Waktu	Data Aktual	Variasi	Waktu	Data Aktual	Variasi
May-2010	194401	88781	Nov-2012	94645	12488
Jun-2010	222529	28128	Dec-2012	99605	4960
Jul-2010	191454	-31075	Jan-2013	168580	68975
Aug-2010	62047	-129407	Feb-2013	154888	-13692
Sep-2010	253169	191122	Mar-2013	121166	-33722
Oct-2010	149744	-103425	Apr-2013	124853	3687
Nov-2010	143699	-6045	May-2013	200484	75631
Des-2010	266383	122684	Jun-2013	202293	1809
Jan-2011	166091	-100292	Jul-2013	77610	-124683
Feb-2011	115768	-50323	Aug-2013	257242	179632
Mar-2011	125487	9719	Sep-2013	115361	-141881
Apr-2011	127271	1784	Oct-2013	123510	8149
May-2011	236107	108836	Nov-2013	123407	-103
Jun-2011	262346	26239	Dec-2013	212052	88645

Dari tabel 3.2 terlihat jika nilai V_{min} : -141881 dan V_{max} : 191122, sehingga didapatkan nilai U : [-112065, 115106].

Langkah selanjutnya adalah mencari nilai besaran interval dengan cara menghitung interval efektif dengan menggunakan metode berbasis rata-rata. Dari 60 data maka diperoleh nilai rata-rata selisihnya sebesar 63644.51667. Kemudian nilai selisih dibagi menjadi dua maka diperoleh nilai 31822.25833 yang jika dirujuk pada tabel 2.3 maka basis interval yang digunakan adalah 10000. Nilai 31822.25833 dibulatkan berdasarkan basis sehingga menjadi 32000 sebagai panjang interval yang efektif dan jika nilai 32000 digunakan sebagai panjang interval dapat diperoleh dari hasil bagi jangkauan dengan interval, V_{max} : 191122 dikurangi V_{min} : -112065 adalah 333003. Kemudian untuk mendapatkan hasil interval berbasis rata-rata nilai 333003 dibagi dengan 32000 didapat 10.40634375 maka menjadi sejumlah ganjil interval yaitu 11.

4.2.3 Interval dan Nilai Linguistik

Dengan menggunakan 11 Himpunan Fuzzy, maka U dipartisi menjadi 11 interval berbasis rata-rata yang sama panjang u_1 , dapat dilihat sebagai berikut:

$$u_1 : [-141881, -111608]$$

$$u_2 : [-111608, -81335]$$

$$u_3 : [-81335, -51062]$$

$$u_4 : [-51062, -20789]$$

$$u_5 : [-20789, 9484]$$

$$u_6 : [9484, 39757]$$

$$u_7 : [39757, 70030]$$

$$u_8 : [70030, 100303]$$

$$u_9 : [100303, 130576]$$

$u_{10} : [130576, 160849]$

$u_{11} : [160849, 191122]$

Dapat diasumsikan nilai *fuzzy* berasal dari linguistik variasi data kunjungan wisatawan, yaitu dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Linguistik Variasi

Linguistik		Linguistik	
A1	sangat sangat sangat menurun	A7	meningkat
A2	sangat sangat menurun	A8	semakin meningkat
A3	sangat menurun	A9	sangat meningkat
A4	semakin menurun	A10	sangat sangat meningkat
A5	tetap	A11	sangat sangat sangat meningkat
A6	sedikit meningkat		

Untuk 11 interval yang ada maka setiap, akan dinyatakan pada nilai real dengan *range* $[0,1]$;

$A_1 : \{1/u_1, 0.5/u_2, 0/u_3, 0/u_4, 0/u_5, 0/u_6, 0/u_7, 0/u_8, 0/u_9, 0/u_{10}, 0/u_{11}\}$

$A_2 : \{0.5/u_1, 1/u_2, 0.5/u_3, 0/u_4, 0/u_5, 0/u_6, 0/u_7, 0/u_8, 0/u_9, 0/u_{10}, 0/u_{11}\}$

$A_3 : \{0/u_1, 0.5/u_2, 1/u_3, 0.5/u_4, 0/u_5, 0/u_6, 0/u_7, 0/u_8, 0/u_9, 0/u_{10}, 0/u_{11}\}$

$A_4 : \{0/u_1, 0/u_2, 0.5/u_3, 1/u_4, 0.5/u_5, 0/u_6, 0/u_7, 0/u_8, 0/u_9, 0/u_{10}, 0/u_{11}\}$

$A_5 : \{0/u_1, 0/u_2, 0/u_3, 0.5/u_4, 1/u_5, 0.5/u_6, 0/u_7, 0/u_8, 0/u_9, 0/u_{10}, 0/u_{11}\}$

$A_6 : \{0/u_1, 0/u_2, 0/u_3, 0/u_4, 0.5/u_5, 1/u_6, 0.5/u_7, 0/u_8, 0/u_9, 0/u_{10}, 0/u_{11}\}$

$A_7 : \{0/u_1, 0/u_2, 0/u_3, 0/u_4, 0/u_5, 0.5/u_6, 1/u_7, 0.5/u_8, 0/u_9, 0/u_{10}, 0/u_{11}\}$

$A_8 : \{0/u_1, 0/u_2, 0/u_3, 0/u_4, 0/u_5, 0/u_6, 0.5/u_7, 1/u_8, 0.5/u_9, 0/u_{10}, 0/u_{11}\}$

$A_9 : \{0/u_1, 0/u_2, 0/u_3, 0/u_4, 0/u_5, 0/u_6, 0/u_7, 0.5/u_8, 1/u_9, 0.5/u_{10}, 0/u_{11}\}$

$A_{10} : \{0/u_1, 0/u_2, 0/u_3, 0/u_4, 0/u_5, 0/u_6, 0/u_7, 0/u_8, 0.5/u_9, 1/u_{10}, 0.5/u_{11}\}$

$A_{11} : \{0/u_1, 0/u_2, 0/u_3, 0/u_4, 0/u_5, 0/u_6, 0/u_7, 0/u_8, 0/u_9, 0.5/u_{10}, 1/u_{11}\}$

Penjelasan dimana $u_i \in U$ merupakan elemen dari himpunan semesta dan bilangan yang dibri symbol “/” menyatakan derajat keanggotaan terhadap $\mu(u_i)$ terhadap $A_j =$ panjang interval 1 sampai 11.

Jika variasi pada tahun t adalah p , dan $p \in u_i$ dan jika nilai yang dinyatakan oleh himpunan fuzzy A_j dengan nilai keanggotaan maximum jatuh pada u_i , maka p dinyatakan fuzzified pada A_j . Hasil variasi dari data kunjungan wisatawan yang difuzzified dinyatakan pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Hasil Fuzzifikasi dari Nilai Variasi

Waktu	Data Aktual	Variasi	Fuzzified Variasi	Waktu	Data Aktual	Variasi	Fuzzified Variasi
Jan-2009	257433	0		Jul-2011	161957	-100389	A2
Feb-2009	153651	-103782	A2	Aug-2011	57152	-104805	A2
Mar-2009	216153	62502	A7	Sep-2011	221499	164347	A11
Apr-2009	222466	6313	A5	Oct-2011	132122	-89377	A2
May-2009	353492	131026	A10	Nov-2011	130691	-1431	A5
Jun-2009	443753	90261	A8	Dec-2011	220926	90235	A8
Jul-2009	393661	-50092	A4	Jan-2012	132228	-88698	A2
Aug-2009	320445	-73216	A3	Feb-2012	67599	-64629	A3
Sep-2009	201642	-118803	A1	Mar-2012	81131	13532	A6
Oct-2009	159287	-42355	A4	Apr-2012	107785	26654	A6
Nov-2009	160010	723	A5	May-2012	168156	60371	A7
Dec-2009	191060	31050	A6	Jun-2012	175144	6988	A5
Jan-2010	230025	38965	A6	Jul-2012	87151	-87993	A2
Feb-2010	109072	-120953	A1	Aug-2012	215279	128128	A9
Mar-2010	91339	-17733	A5	Sep-2012	108763	-106516	A2
Apr-2010	105620	14281	A6	Oct-2012	82157	-26606	A4
May-2010	194401	88781	A8	Nov-2012	94645	12488	A6
Jun-2010	222529	28128	A6	Dec-2012	99605	4960	A5
Jul-2010	191454	-31075	A4	Jan-2013	168580	68975	A7
Aug-2010	62047	-129407	A1	Feb-2013	154888	-13692	A5
Sep-2010	253169	191122	A11	Mar-2013	121166	-33722	A4
Oct-2010	149744	-103425	A2	Apr-2013	124853	3687	A5
Nov-2010	143699	-6045	A5	May-2013	200484	75631	A8
Dec-2010	266383	122684	A9	Jun-2013	202293	1809	A5
Jan-2011	166091	-100292	A2	Jul-2013	77610	-124683	A1
Feb-2011	115768	-50323	A4	Aug-2013	257242	179632	A11
Mar-2011	125487	9719	A6	Sep-2013	115361	-141881	A1
Apr-2011	127271	1784	A5	Oct-2013	123510	8149	A5
May-2011	236107	108836	A9	Nov-2013	123407	-103	A5
Jun-2011	262346	26239	A6	Dec-2013	212052	88645	A8

4.2.4 Membentuk *Fuzzy Logic Relationship* (FLR)

Berikut merupakan pembentukan FLR yang akan dijelaskan pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 FLR

Time Series		FLR	Time Series		FLR
Jan-2009	Feb-2009		Jul-2011	Aug-2011	A2->A2
Feb-2009	Mar-2009	A2->A7	Aug-2011	Sep-2011	A2->A11
Mar-2009	Apr-2009	A7->A5	Sep-2011	Oct-2011	A11->A2
Apr-2009	May-2009	A5->A10	Oct-2011	Nov-2011	A2->A5
May-2009	Jun-2009	A10->A8	Nov-2011	Dec-2011	A5->A8
Jun-2009	Jul-2009	A8->A4	Dec-2011	Jan-2012	A8->A2

Time Series	FLR	Time Series	FLR	Feb-2012	A2->A3
Aug-2009	Sep-2009	A3->A1	Feb-2012	Mar-2012	A3->A6
Sep-2009	Oct-2009	A1->A4	Mar-2012	Apr-2012	A6->A6
Oct-2009	Nov-2009	A4->A5	Apr-2012	May-2012	A6->A7
Nov-2009	Dec-2009	A5->A6	May-2012	Jun-2012	A7->A5
Dec-2009	Jan-2010	A6->A6	Jun-2012	Jul-2012	A5->A2
Jan-2010	Feb-2010	A6->A1	Jul-2012	Aug-2012	A2->A9
Feb-2010	Mar-2010	A1->A5	Aug-2012	Sep-2012	A9->A2
Mar-2010	Apr-2010	A5->A6	Sep-2012	Oct-2012	A2->A4
Apr-2010	May-2010	A6->A8	Oct-2012	Nov-2012	A4->A6
May-2010	Jun-2010	A8->A6	Nov-2012	Dec-2012	A6->A5
Jun-2010	Jul-2010	A6->A4	Dec-2012	Jan-2013	A5->A7
Jul-2010	Aug-2010	A4->A1	Jan-2013	Feb-2013	A7->A5
Aug-2010	Sep-2010	A1->A11	Feb-2013	Mar-2013	A5->A4
Sep-2010	Oct-2010	A11->A2	Mar-2013	Apr-2013	A4->A5
Oct-2010	Nov-2010	A2->A5	Apr-2013	May-2013	A5->A8
Nov-2010	Dec-2010	A5->A9	May-2013	Jun-2013	A8->A5
Dec-2010	Jan-2011	A9->A2	Jun-2013	Jul-2013	A5->A1
Jan-2011	Feb-2011	A2->A4	Jul-2013	Aug-2013	A1->A11
Feb-2011	Mar-2011	A4->A6	Aug-2013	Sep-2013	A11->A1
Mar-2011	Apr-2011	A6->A5	Sep-2013	Oct-2013	A1->A5
Apr-2011	May-2011	A5->A9	Oct-2013	Nov-2013	A5->A5
May-2011	Jun-2011	A9->A6	Nov-2013	Dec-2013	A5->A8
Jun-2011	Jul-2011	A6->A2			

4.2.5 Membentuk *Fuzzy Logic Relationship Group* (FLRG)

Berdasarkan pada tabel pembentukan *fuzzy logic relationship* (FLR) selanjutnya akan dibentuk menjadi *fuzzy logic relationship group* (FLRG) dengan cara mengeliminasi *fuzzy logic relationship* (FLR) yang identik atau sama dan berulang, kemudian *fuzzy logic relationship* (FLR) yang memiliki *Left Hard Side* (LHS) atau *current state* yang sama akan digabungkan menjadi satu grup sebagaimana pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 FLRG

FLRG	
Current State	Next State
A1	A4, A5, A11
A2	A2, A3, A4, A5, A7, A9, A11
A3	A1, A6
A4	A1, A3, A5, A6
A5	A1, A2, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10
A6	A1, A2, A4, A5, A6, A7, A8
A7	A5

Current State	Next State
A8	A2, A4, A5, A6
A9	A2, A6
A10	A8
A11	A1, A2

4.2.6 Relasi Logic

Dengan U merupakan operator gabungan. Pada langkah ini kemudian menghitung nilai *output* pada Peramalan *relasi logic* berdasarkan hasil dari fuzzifikasi variasi yang akan diketahui dari bulan sebelumnya yaitu sebagai berikut:

Jika $A_{i-1} = A_j$ dan $R_i = R_j$, untuk $j = 1,11$ (jumlah interval 1 sampai 11) sehingga dari definisi komposisi menjadi $A_i = A_j \circ R_j$. pengertian dari “ $\circ$ ” merupakan operator max-min, sehingga *output* Peramalannya adalah sebagai berikut.

$$A1oR1 = [0 \ 0 \ 0.5 \ 1 \ 1 \ 0.5 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0.5 \ 1]$$

$$A2oR2 = [0.5 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0.5 \ 1 \ 0.5 \ 1 \ 0.5 \ 1]$$

$$A3oR3 = [1 \ 0.5 \ 0 \ 0 \ 0.5 \ 1 \ 0.5 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0]$$

$$A4oR4 = [1 \ 0.5 \ 1 \ 0.5 \ 1 \ 1 \ 0.5 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0]$$

$$A5oR5 = [1 \ 1 \ 0.5 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0.5 \ 1]$$

$$A6oR6 = [1 \ 1 \ 0.5 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0.5 \ 0 \ 0]$$

$$A7oR7 = [0 \ 0 \ 0 \ 0.5 \ 1 \ 0.5 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0]$$

$$A8oR8 = [0.5 \ 1 \ 0.5 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0.5 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0]$$

$$A9oR9 = [0.5 \ 1 \ 0.5 \ 0 \ 0.5 \ 1 \ 0.5 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0]$$

$$A10oR10 = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0.5 \ 1 \ 0.5]$$

$$A11oR11 = [1 \ 1 \ 0.5 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0]$$

Penjelasan dimana A_i merupakan variasi Peramalan pada bulan ke-i, A_j merupakan hasil fuzzifikasi variasi pada bulan ke (i-1) dan R_j merupakan relasi logik.

Tabel 4. 7 Output Peramalan

Waktu	Fuzzified Variasi	Aj (fuzzifikasi variasi bulan (i-1))	Rj (relasi logic)	Ai (variasi Peramalan)
Jan-2009				
Feb-2009	A2			
Mar-2009	A7	A2	R2	A2oR2
Apr-2009	A5	A7	R7	A7oR7
May-2009	A10	A5	R5	A5oR5
Jun-2009	A8	A10	R10	A10oR10
Jul-2009	A4	A8	R8	A8oR8
Aug-2009	A3	A4	R4	A4oR4

Waktu	Fuzzified Variasi	Aj (fuzzifikasi variasi bulan (i-1))	Rj (relasi <i>logic</i>)	Ai (variasi Peramalan)
Oct-2009	A4	A1	R1	A1oR1
Nov-2009	A5	A4	R4	A4oR4
Dec-2009	A6	A5	R5	A5oR5
Jan-2010	A6	A6	R6	A6oR6
Feb-2010	A1	A6	R6	A6oR6
Mar-2010	A5	A1	R1	A1oR1
Apr-2010	A6	A5	R5	A5oR5
May-2010	A8	A6	R6	A6oR6
Jun-2010	A6	A8	R8	A8oR8
Jul-2010	A4	A6	R6	A6oR6
Sep-2010	A11	A1	R1	A1oR1
Oct-2010	A2	A11	R11	A11oR11
Nov-2010	A5	A2	R2	A2oR2
Dec-2010	A9	A5	R5	A5oR5
Jan-2011	A2	A9	R9	A9oR9
Feb-2011	A4	A2	R2	A2oR2
Mar-2011	A6	A4	R4	A4oR4
Apr-2011	A5	A6	R6	A6oR6
May-2011	A9	A5	R5	A5oR5
Jun-2011	A6	A9	R9	A9oR9
Jul-2011	A2	A6	R6	A6oR6
Aug-2011	A2	A2	R2	A2oR2
Sep-2011	A11	A2	R2	A2oR2
Oct-2011	A2	A11	R11	A11oR11
Nov-2011	A5	A2	R2	A2oR2
Dec-2011	A8	A5	R5	A5oR5
Jan-2012	A2	A8	R8	A8oR8
Feb-2012	A3	A2	R2	A2oR2
Mar-2012	A6	A3	R3	A3oR3
Apr-2012	A6	A6	R6	A6oR6
May-2012	A7	A6	R6	A6oR6
Jun-2012	A5	A7	R7	A7oR7
Jul-2012	A2	A5	R5	A5oR5
Aug-2012	A9	A2	R2	A2oR2
Sep-2012	A2	A9	R9	A9oR9
Oct-2012	A4	A2	R2	A2oR2
Nov-2012	A6	A4	R4	A4oR4
Dec-2012	A5	A6	R6	A6oR6
Jan-2013	A7	A5	R5	A5oR5
Feb-2013	A5	A7	R7	A7oR7
Mar-2013	A4	A5	R5	A5oR5
Apr-2013	A5	A4	R4	A4oR4

Waktu	Fuzzified Variasi	Aj (fuzzifikasi variasi bulan (i-1))	Rj (relasi logic)	Ai (variasi Peramalan)
Jun-2013	A5	A8	R8	A8oR8
Jul-2013	A1	A5	R5	A5oR5
Aug-2013	A11	A1	R1	A1oR1
Sep-2013	A1	A11	R11	A11oR11
Oct-2013	A5	A1	R1	A1oR1
Nov-2013	A5	A5	R5	A5oR5
Dec-2013	A8	A5	R5	A5oR5
Jan-2014		A8	R8	A8oR8

4.2.7 Defuzzifikasi

Setelah hasil *output* diketahui, maka selanjutnya dilakukanlah sebuah proses yang dinamakan defuzzifikasi. Berikut merupakan aturan defuzzifikasi:

1. Jika semua nilai *output* 0 maka variasi peramalannya adalah 0
2. Jika nilai keanggotaan dari *output* memiliki satu maksimum, maka pada titik tengah interval dimana nilai ini dicapai adalah variasi Peramalan.
3. Jika keanggotaan dari nilai *output* memiliki dua atau lebih maksimum, maka titik tengah intervalnya digunakan sebagai variasi Peramalan.

4. Selain itu dengan menggunakan metode *centroid*, yaitu : $z = \frac{\sum x^* A}{\sum A}$ dengan

A = suatu luasan yang memiliki titik berat x^*

Dapat disimpulkan ada 11 jenis output, yaitu sebagai berikut:

1. $A1oR1 = [0 \ 0 \ 0.5 \ 1 \ 1 \ 0.5 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0.5 \ 1] = 41438.8$
2. $A2oR2 = [0.5 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0.5 \ 1 \ 0.5 \ 1 \ 0.5 \ 1] = 22938.7$
3. $A3oR3 = [1 \ 0.5 \ 0 \ 0 \ 0.5 \ 1 \ 0.5 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0] = -35925.5$
4. $A4oR4 = [1 \ 0.5 \ 1 \ 0.5 \ 1 \ 1 \ 0.5 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0] = -38677.6$
5. $A5oR5 = [1 \ 1 \ 0.5 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0.5 \ 1] = 21593.2$
6. $A6oR6 = [1 \ 1 \ 0.5 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0.5 \ 0 \ 0] = -9436.6$
7. $A7oR7 = [0 \ 0 \ 0 \ 0.5 \ 1 \ 0.5 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0] = -5652.5$
8. $A8oR8 = [0.5 \ 1 \ 0.5 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0.5 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0] = -33173.4$
9. $A9oR9 = [0.5 \ 1 \ 0.5 \ 0 \ 0.5 \ 1 \ 0.5 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0] = -35925.5$
10. $A10oR10 = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0.5 \ 1 \ 0.5] = 15136.5$
11. $A11oR11 = [1 \ 1 \ 0.5 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0] = -111608$

4.2.8 Hasil Peramalan

Setelah hasil *output* yang sudah diketahui maka selanjutnya dilakukan proses Peramalan dari tiap data yang ada. Hasil dari Peramalan didapatkan dari nilai aktual bulan ke-i kemudian ditambahkan dengan hasil defuzzifikasi *output*

peramalan dari bulan ke (i+1). Berikut merupakan hasil peramalan pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Hasil Peramalan

Waktu	Data Aktual Jumlah Pengunjung (a)	Ai (variasi Peramalan)	Defuzzifikasi (z)	Hasil Peramalan (b)	 a-b
Jan-2009	257433				
Feb-2009	153651				
Mar-2009	216153	A2oR2	22938.7	176589.0	39564.0
Apr-2009	222466	A7oR7	-5652.5	210500.0	11966.0
Jun-2009	443753	A10oR10	15136.5	368628.0	75125.0
Jul-2009	393661	A8oR8	-33173.4	410579.0	16918.0
Aug-2009	320445	A4oR4	-38677.6	354983.0	34538.0
Sep-2009	201642	A3oR3	-35925.5	284519.0	82877.0
Oct-2009	159287	A1oR1	41438.8	243080.0	83793.0
Nov-2009	160010	A4oR4	-38677.6	120609.0	39401.0
Dec-2009	191060	A5oR5	21593.2	181603.0	9457.0
Jan-2010	230025	A6oR6	-9436.6	181623.0	48402.0
Feb-2010	109072	A6oR6	-9436.6	220588.0	111516.0
Mar-2010	91339	A1oR1	41438.8	150510.0	59171.0
Apr-2010	105620	A5oR5	21593.2	112932.0	7312.0
May-2010	194401	A6oR6	-9436.6	96183.0	98218.0
Jun-2010	222529	A8oR8	-33173.4	161227.0	61302.0
Jul-2010	191454	A6oR6	-9436.6	213092.0	21638.0
Aug-2010	62047	A4oR4	-38677.6	152776.0	90729.0
Sep-2010	253169	A1oR1	41438.8	103485.0	149684.0
Oct-2010	149744	A11oR11	-111608.0	141561.0	8183.0
Nov-2010	143699	A2oR2	22938.7	172682.0	28983.0
Dec-2010	266383	A5oR5	21593.2	165292.0	101091.0
Jan-2011	166091	A9oR9	-35925.5	230457.0	64366.0
Feb-2011	115768	A2oR2	22938.7	189029.0	73261.0
Mar-2011	125487	A4oR4	-38677.6	77090.0	48397.0
Apr-2011	127271	A6oR6	-9436.6	116050.0	11221.0
May-2011	236107	A5oR5	21593.2	148864.0	87243.0
Jun-2011	262346	A9oR9	-35925.5	200181.0	62165.0
Jul-2011	161957	A6oR6	-9436.6	252909.0	90952.0
Aug-2011	57152	A2oR2	22938.7	184895.0	127743.0
Sep-2011	221499	A2oR2	22938.7	80090.0	141409.0
Oct-2011	132122	A11oR11	-111608.0	109891.0	22231.0
Nov-2011	130691	A2oR2	22938.7	155060.0	24369.0
Dec-2011	220926	A5oR5	21593.2	152284.0	68642.0
Jan-2012	132228	A8oR8	-33173.4	187752.0	55524.0
Feb-2012	67599	A2oR2	22938.7	155166.0	87567.0
Mar-2012	81131	A3oR3	-35925.5	31673.0	49458.0

Waktu	Data Aktual Jumlah Pengunjung (a)	Ai (variasi Peramalan)	Defuzzifikasi (z)	Hasil Peramalan (b)	a-b
May-2012	168156	A6oR6	-9436.6	98348.0	69808.0
Jun-2012	175144	A7oR7	-5652.5	162503.0	12641.0
Jul-2012	87151	A5oR5	21593.2	196737.0	109586.0
Aug-2012	215279	A2oR2	22938.7	110089.0	105190.0
Sep-2012	108763	A9oR9	-35925.5	179353.0	70590.0
Oct-2012	82157	A2oR2	22938.7	131701.0	49544.0
Nov-2012	94645	A4oR4	-38677.6	43479.0	51166.0
Jan-2013	168580	A5oR5	21593.2	121198.0	47382.0
Feb-2013	154888	A7oR7	-5652.5	162927.0	8039.0
Mar-2013	121166	A5oR5	21593.2	176481.0	55315.0
Apr-2013	124853	A4oR4	-38677.6	82488.0	42365.0
May-2013	200484	A5oR5	21593.2	146446.0	54038.0
Jun-2013	202293	A8oR8	-33173.4	167310.0	34983.0
Jul-2013	77610	A5oR5	21593.2	223886.0	146276.0
Aug-2013	257242	A1oR1	41438.8	119048.0	138194.0
Sep-2013	115361	A11oR11	-111608.0	145634.0	30273.0
Oct-2013	123510	A1oR1	41438.8	156799.0	33289.0
Nov-2013	123407	A5oR5	21593.2	145103.0	21696.0
Dec-2013	212052	A5oR5	21593.2	145000.0	67052.0
Jan-2014	168269	A8oR8	-33173.4	178878.0	

4.3 Perancangan *User Interface*

Pada perancangan *user interface* aplikasi terdiri dari satu halaman untuk nilai *input* data latih, data uji, nilai *input* jumlah bulan peramalan dan sekaligus menampilkan proses algoritma untuk menentukan nilai *error* AFER tiap bulan yang akan diramalkan serta *error* AFER pada tahun yang diramalkan.

4.3.1 Tampilan Halaman Input Data

Halaman *input* data merupakan tampilan awal ketika memulai aplikasi, halaman ini berisikan nilai *input* dari data training dan data uji sebagai perbandingan hasilnya, serta nilai *input* pada data aktual yang diramalkan dan nilai *output* pada data latih dan data uji hasil dari proses peramalan sekaligus menampilkan hasil *error* AFER. Rancangan halaman *input* parameter dan data Pemakaian air akan ditampilkan pada Gambar 4.2.

The screenshot shows a web application window with a light blue header and a white body. At the top, there are two rows of input fields: 'A Data Training' and 'B Data Uji', each followed by a 'Browse' button. Below these is a large, empty rectangular area labeled 'I'. At the bottom, there are four rows of input fields: 'C Inputan', 'D Peramalan 1 Bulan Berikutnya' (with a button), 'E HasilPeramalan Training', 'F Afer Training', 'G HasilPeramalan Uji', and 'H Afer Uji'.

Gambar 4.2 Rancangan Halaman Input Data Kunjungan Wisatawan

Halaman ini menampilkan hasil dari proses algoritma *time invariant fuzzy time series* berbasis rata-rata untuk menentukan nilai *error* AFER dalam jumlah kunjungan wisatawan. Rancangan halaman dapat dilihat pada Gambar 4.2.

Keterangan:

- A. *Button* untuk memasukkan data latih.
- B. *Button* untuk memasukkan data uji.
- C. *TextField* untuk memasukkan jumlah data dari bulan yang diramalkan.
- D. *Button* untuk proses hasil peramalan 1 bulan berikutnya.
- E. *TextField* untuk menghasilkan hasil peramalan data latih.
- F. *TextField* untuk menghasilkan hasil *error* AFER data latih.
- G. *TextField* untuk menghasilkan hasil peramalan data uji.
- H. *TextField* untuk menghasilkan hasil *error* AFER data uji.
- I. *Tabel* untuk menampilkan hasil Peramalan jumlah kunjungan wisata.

BAB 5 IMPLEMENTASI

5.1 Implementasi Program

Pada implementasi program ini yang akan dibahas adalah mengenai proses implementasi dari suatu perancangan sistem.

5.1.1 Proses Struktur Data Set

Pengambilan data jumlah kunjungan wisata dilakukan dengan membaca file "12bulan.txt", "24bulan.txt", "36bulan.txt", "48bulan.txt" dan "60bulan.txt". file tersebut berisikan data kunjungan wisatawan berdasarkan periode, baik periode jumlah kunjungan wisatawan yang disusun dari 12 bulan ke belakang sampai 60 bulan ke belakang. Berikut merupakan kode program pengambilan data jumlah kunjungan wisatawan yang dapat dilihat pada *Source Code 5.1*.

```

1 public class TeksToArray {
2     private String fileName;
3     private String[][] data;
4     private Object[][] data2;
5     public String[] colName;
6     private int rowCount, colCount, errorRow;
7     private boolean error;
8
9     public TeksToArray(String fileName) {
10         this.fileName = fileName;
11         error = false;
12         rowCount = 0;
13         colCount = 0;
14     }
15
16     private void init(String delimiter) {
17         try {
18             BufferedReader br = new BufferedReader(new
19 FileReader(new File(fileName)));
20             String line;
21             int counter = 0;
22             while ((line = br.readLine()) != null) {
23                 counter++;
24                 errorRow = counter;
25                 if (colCount == 0) {
26                     colCount = line.split(delimiter).length;
27                 } else if (colCount !=
28 line.split(delimiter).length) {
29                     System.out.println("Line " + counter + ",
30 different column's length");
31                     error = true;
32                 }
33             }
34             rowCount = counter - 1;
35             if (error) {
36                 System.out.println("ERROR~");
37                 return;
38             }
39             data = new String[rowCount][colCount];
40             colName = new String[colCount];
41         } catch (Throwable t) {
42             error = true;
43             System.out.println(errorRow);
44             System.out.println(t.getMessage());
45         }
46     }
47 }

```

```

48     public String[][] getArray(String delimiter) {
49         if (delimiter == null) {
50             System.out.println("Delimiter can't be null");
51             return null;
52         }
53         init(delimiter);
54         if (!error) {
55             try {
56                 BufferedReader br = new BufferedReader(new
57                 FileReader(new File(fileName)));
58                 String line;
59                 int counter = 0;
60                 while ((line = br.readLine()) != null) {
61                     if (counter == 0) {
62                         colName = line.split(delimiter);
63                     } else {
64                         for (int i = 0; i < colCount; i++) {
65                             data[counter - 1][i] =
66                             line.split(delimiter)[i];
67                         }
68                     }
69                     counter++;
70                     errorRow = counter;
71                 }
72             } catch (IOException t) {
73                 System.out.println(t.getMessage());
74                 System.out.println(errorRow);
75                 return null;
76             }
77             return data;
78         } else {
79             return null;
80         }
81     }
82     //mengambil nama kolom
83     public String[] getColName() {
84         String[] res = new String[colName.length + 1];
85         res[0] = "No";
86         System.arraycopy(colName, 0, res, 1, colName.length);
87         return res;
88     }
89     //memanggil array dan mengubah nilainya menjadi string
90     public Object[][] getArrayString() {
91         data2 = new Object[rowCount][colCount + 1];
92         for (int i = 0; i < rowCount; i++) {
93             for (int j = 0; j < colCount + 1; j++) {
94                 if (j == 0) {
95                     data2[i][j] = Integer.valueOf(i + 1);
96                 } else if (j <= colCount) {
97                     data2[i][j] = data[i][j - 1];
98                 }
99             }
100         }
101         return data2;
102     }
103 }
104 }

```

Source Code 5.1 Struktur Data

5.1.2 Proses Perhitungan Variasi

Perhitungan nilai variasi dilakukan di dalam perhitungan *time series* dan di dalam prosesnya ditentukan nilai varian maksimum dan minimum yang ditampilkan dalam *Source Code 5.2*.

```

1 public void hitungVariasi() {
2     //proses nilai variasi
3     variasi = new int[dataPengunjung.length];
4     for (int i = 1; i < dataPengunjung.length; i++) { //
5         dimulai dari 1 karena variasi ke - 0 = 0
6         variasi[i] = dataPengunjung[i] - dataPengunjung[i -
7         1];
8     }
9     // cetak("Variasi", variasi);
10 }
11 //proses nilai max dan min
12 public void hitungVMinVMax() {
13     for (int i = 0; i < variasi.length; i++) {
14         if (variasi[i] > vMax) {
15             vMax = variasi[i];
16         }
17
18         if (variasi[i] < vMin) {
19             vMin = variasi[i];
20         }
21     }
22     System.out.println("VMin = " + vMin + ", VMax = " + vMax
23 + "\n");
24 }

```

Source Code 5.2 Mencari Nilai Variasi

5.1.3 Proses Mencari Interval Berbasis Rata-rata

Proses interval ditentukan melalui perhitungan pada Tabel 2.3 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 yang ditampilkan pada *Source Code 5.3*.

```

1 //proses menghitung nilai absolute
2
3 public void hitungJumlahNilaiSelisihAbsoluteRataRata() {
4     for (int i = 0; i < variasi.length; i++) {
5         jumlahNilaiSelisihAbsoluteRataRata +=
6         Math.abs(variasi[i]);
7     }
8     jumlahNilaiSelisihAbsoluteRataRata /= variasi.length;
9     System.out.println("Jumlah Nilai Selisih Absolute Rata-
10 Rata = " + jumlahNilaiSelisihAbsoluteRataRata + "\n");
11 }
12 //proses nilai absolute dibagi 2
13 public void hitungNilaiSetengahDariRataRata() {
14     nilaiSetengahDariRataRata =
15     jumlahNilaiSelisihAbsoluteRataRata / 2;
16     System.out.println("Nilai Setengah Dari Rata-Rata = " +
17     nilaiSetengahDariRataRata + "\n");
18 }
19 //proses nilai jangkauan interval vmax-vmin
20
21 public void hitungNilaiJangkauanInterval() {
22     nilaiJangkauanInterval = vMax - vMin;
23     System.out.println("Nilai Jangkauan Interval = " +
24     nilaiJangkauanInterval + "\n");

```

```

25     }
26     //proses hasil interval, nilai jangkauan/setengah nilai absolute
27
28     public void hitungHasilIntervalBerdasarkanRataRata() {
29         hasilIntervalBerdasarkanRataRata = nilaiJangkauanInterval /
30         nilaiSetengahDariRataRata;
31         System.out.println("Hasil Interval Berdasarkan Rata-Rata =
32         " + hasilIntervalBerdasarkanRataRata + "\n");
33     }
34     //proses penentuan banyak partisi
35
36     public void hitungBanyakPartisi() {
37         banyakPartisi = (int)
38         Math.round(hasilIntervalBerdasarkanRataRata);
39         int x1 = (int) Math.round(hasilIntervalBerdasarkanRataRata)
40         + 1;
41         int x2 = (int) Math.round(hasilIntervalBerdasarkanRataRata)
42         - 1;
43         if (banyakPartisi % 2 == 0) {
44             if
45             (Math.pow(Math.round(hasilIntervalBerdasarkanRataRata) - x1, 2) >
46             Math.pow(Math.round(hasilIntervalBerdasarkanRataRata) - x2, 2)) {
47                 banyakPartisi = x2;
48             } else {
49                 banyakPartisi = x1;
50             }
51         }
52         System.out.println("Banyak Partisi = " + banyakPartisi +
53         "\n");
54     }
55     //proses nilai besaran interval
56
57     public void hitungBesaranInterval() {
58         besaranInterval = (vMax - vMin) / banyakPartisi;
59         System.out.println("Besaran Interval = " +
60         besaranInterval + "\n");
61     }
62     //proses hitung interval
63
64     public void hitungInterval() {
65         interval = new double[banyakPartisi + 1];
66         interval[0] = vMin;
67         for (int i = 1; i < interval.length; i++) {
68             interval[i] = interval[i - 1] + besaranInterval;
69             if (i == interval.length - 1) {
70                 interval[i] = vMax;
71             }
72         }
73     }

```

Source Code 5.3 Interval Berdasarkan Rata-rata

5.1.4 Proses Fuzzifikasi Data Variasi

Proses fuzzifikasi mempresentasikan proses dimana nilai *input* yang digunakan adalah nilai yang berasal dari data actual dan *universe of discourses*. Kode sumber pembentukan fuzzifikasi ditampilkan pada *Source Code 5.4*.

```

1     public void tentukanFuzzifiedVariasi() {
2         fuzzifiedVariasi = new String[variasi.length];
3         gen = new int[variasi.length];
4         fuzzifiedVariasi[0] = "";
5         //rumus fuzzified variasi
6         for (int i = 1; i < fuzzifiedVariasi.length; i++) {
7             int index = 0;
8             for (int j = 1; j < interval.length; j++) {
9                 if (variasi[i] > interval[j]) {
10                     index++;
11                 }
12             }
13         }
14     }

```

```

13         fuzzifiedVariasi[i] = "A" + (index + 1);
14         gen[i] = (index + 1);
15     }
16     // cetak("Fuzzified Variasi", fuzzifiedVariasi);
17 }

```

Source Code 5.4 Fuzzifikasi

5.1.5 Proses FLR

Dalam proses *Fuzzy Logic Relationship* (FLR) dijadikan nilai pertama hasil dari fuzzifikasi sebagai *current value* dan data berikutnya dijadikan sebagai *next state*. Berikut merupakan kode sumber pembentukan FLR yang ditampilkan pada Source Code 5.5.

```

1 public void tentukanFLR() {
2     FLR = new String[variasi.length - 1];
3     FLR[0] = "";
4     for (int i = 1; i < variasi.length - 1; i++) {
5         //rumus penentuan next state
6         FLR[i] = fuzzifiedVariasi[i] + "->" +
7         fuzzifiedVariasi[i + 1];
8     }

```

Source Code 5.5 FLR

5.1.6 Proses FLRG

Dalam proses *Fuzzy Logic Relationship Group* (FLRG) terdapat dua prosedur yang saling berhubungan pada prosedur pertama adalah mendapatkan *current state* untuk FLRG dan prosedur kedua adalah mendapatkan *next state* untuk FLRG. Berikut merupakan kode sumber pembentukan FLRG yang ditampilkan pada Source Code 5.6.

```

1 public void tentukanFLRG() {
2     FLRG = new String[banyakPartisi];
3     //proses hitung FLRG
4     for (int i = 0; i < banyakPartisi; i++) {
5         FLRG[i] = "-";
6         for (int j = 1; j < FLR.length; j++) {
7             String[] hasilSplit = FLR[j].split("->");
8             if (("A" + (i + 1)).equals(hasilSplit[0])) {
9                 if (!FLRG[i].equals("-")) {
10                     if (getIndex(hasilSplit[1],
11 FLRG[i].split(", ")) == -1) {
12                         FLRG[i] += ", " + hasilSplit[1];
13                     }
14                 } else {
15                     FLRG[i] = hasilSplit[1];
16                 }
17             }
18         }
19         //pengurutan FLRG
20         if (!FLRG[i].equals("-")) {
21             String[] hasilSplitFLRG = FLRG[i].split(", ");
22             FLRG[i] = "";
23             for (int j = 0; j < banyakPartisi; j++) {
24                 if (getIndex("A" + (j + 1), hasilSplitFLRG)
25 != -1) {
26                     if (!FLRG[i].equals("")) {

```

```

27         FLRG[i] += ", ";
28     }
29     FLRG[i] += "A" + (j + 1);
30 }

```

Source Code 5.6 FLRG

5.1.7 Proses Relasi Logic

Setelah proses FLRG selanjutnya dilakukan proses perhitungan *Logic Relation*. Berikut merupakan kode sumber perhitungan relasi *logic* yang ditampilkan pada *Source Code 5.7*.

```

1  public void hitungMatriksR() {
2      //proses Relasi Logic
3      R = new
4      double[banyakPartisi][banyakPartisi][banyakPartisi];
5      for (int i = 0; i < R.length; i++) {
6          if (!FLRG[i].equals("-")) {
7              String[] hasilSplit = FLRG[i].split(", ");
8              for (int j = 0; j < hasilSplit.length; j++) {
9                  int col =
10                 Integer.parseInt(hasilSplit[j].substring(1)) - 1;
11                 for (int baris = -1; baris < 2; baris++) {
12                     for (int kolom = -1; kolom < 2; kolom++)
13                     {
14                         try {
15                             if (baris == 0 && kolom == 0) {
16                                 R[i][baris + i][kolom + col]
17                             = Math.max(R[i][baris + i][kolom + col], 1);
18                             } else {
19                                 R[i][baris + i][kolom + col]
20                             = Math.max(R[i][baris + i][kolom + col], 0.5);
21                             }
22                         } catch (Throwable t) {
23                         }
24                     }
25                 }
26             }
27         }
28     }
29 }

```

Source Code 5.7 Relasi Logic

5.1.8 Output Peramalan

Setelah proses relasi *logic* selanjutnya akan dilakukan proses perhitungan *output* Peramalan. Berikut merupakan kode sumber perhitungan pada *output* Peramalan yang ditampilkan pada *Source Code 5.8*.

```

1  public void ai() {
2      //rumus output Peramalan
3      ai = new int[dataPengunjung.length - 2];
4      for (int i = 0; i < ai.length; i++) {
5          for (int j = 0; j < interval.length; j++) {
6              if (fuzzifiedVariasi[i + 1].equals("A" + (j +
7              1))) {
8                  ai[i] = j;
9              }
10         }
11     }
12 }

```

Source Code 5.8 Output Peramalan

5.1.9 Defuzzifikasi

Dalam proses defuzzifikasi ada beberapa aturan-aturan defuzzifikasi yang pertama adalah aturan jika nilai keanggotaan nilai *output* adalah 0, aturan kedua jika nilai keanggotaan pada *output* memiliki 1 maksimum, aturan ketiga jika nilai keanggotaan dari *output* memiliki 2 atau lebih maksimum yang berurutan dan aturan yang terakhir adalah jika selain dari aturan pertama, kedua dan ketiga maka menggunakan metode *centroid*. Berikut merupakan kode sumber perhitungan defuzzifikasi yang ditampilkan pada *Source Code 5.9*.

```

1 public void defuzzifikasi() {
2     defuzzifikasi = new double[R.length];
3     for (int i = 0; i < defuzzifikasi.length; i++) {
4         double luasan = 0;
5         double sumluasan = 0;
6         double intervalz = 0;
7         double sumintervalz = 0;
8         double sumluasankaliinterval = 0;
9         //rumus mencari luasan
10        for (int j = 0; j < interval.length - 1; j++) {
11            luasan = Math.abs(interval[j] - interval[j + 1])
12            * R[i][i][j];
13            //rumus mencari interval
14            intervalz = (interval[j] + interval[j + 1]) *
15            0.5;
16            // System.out.println("interval j " +
17            Math.abs(interval[j] + interval[j + 1]) + "luasan " + luasan + "
18            interval" + intervalz + " r " + R[i][i][j]);
19            sumluasan += Math.round(luasan);
20            sumintervalz += Math.round(intervalz);
21            sumluasankaliinterval += Math.round(luasan *
22            intervalz);
23        }
24        defuzzifikasi[i] = Math.round(sumluasankaliinterval
25        / sumluasan);
26    }

```

Source Code 5.9 Defuzzifikasi

5.1.10 Hasi Peramalan

Setelah didapatkan data hasil defuzzifikasi langkah selanjutnya adalah untuk mengetahui hasil yang ditampilkan pada *Source Code 5.10*.

```

1 public void hasilPeramalan() {
2     int z = 1;
3     hasilPeramalan = new double[dataPengunjung.length - 1];
4     // System.out.println("hasil Peramalan \n");
5     //rumus hasil peamalan
6     for (int j = 0; j < ai.length; j++) {
7         hasilPeramalan[j] = defuzzifikasi[ai[j]] +
8         dataPengunjung[z];
9         z++;
10        // System.out.println(hasilPeramalan[j]);
    }

```

Source Code 5.10 Proses Hasil Peramalan

5.1.11 Error AFER

Setelah didapatkan data hasil Peramalan, maka bisa dihitung besarnya *error* dari tiap Peramalan untuk tiap-tiap satuan waktunya. Adapun proses penghitungannya menggunakan rumus *error* AFER berikut merupakan kode sumber perhitungan *error* AFER yang ditampilkan pada *Source Code* 5.11.

```
1 public void Afer() {  
2     afer = 0;  
3     int z = 2;  
4     aferout=new double[ai.length];  
5     //rumus error afer tiap bulan  
6     for (int j = 0; j < ai.length; j++) {  
7         aferout [j]= (Math.abs ((dataPengunjung[z] -  
8     hasilperamalan[j]) / dataPengunjung[z]) / ai.length * 100/100);  
9         System.out.println(Math.abs  
10        ((dataPengunjung[z] - hasilperamalan[j]) / dataPengunjung[z]) /  
11        ai.length * 100/100);  
12        z++;  
13    }  
14 }
```

Source Code 5.11 Error AFER

BAB 6 PEMBAHASAN

6.1 Hasil dan Analis Uji Coba

Dalam implementasi uji coba ini, untuk mengetahui nilai hasil Peramalan dengan berbasis rata-rata dan nilai *error* AFER untuk Peramalan pada bulan Januari tahun 2014.

Data yang digunakan dalam pengujian ini adalah data total jumlah kunjungan wisatawan dari bulan Januari tahun 2013 sampai dengan bulan Desember tahun 2013 dengan banyak data sejumlah 12 data, bulan Januari tahun 2012 sampai dengan bulan Desember tahun 2013 dengan banyak data sejumlah 24 data, bulan Januari tahun 2011 sampai dengan bulan Desember tahun 2013 dengan banyak data sejumlah 36 data, bulan Januari tahun 2010 sampai dengan bulan Desember tahun 2013 dengan banyak data sejumlah 48 data dan bulan Januari tahun 2009 sampai dengan bulan Desember tahun 2013 dengan banyak data sejumlah 60 data.

Untuk kemudian mengetahui hasil perbandingan antara data aktual terhadap nilai yang diramalkan dan nilai *error* peramalan untuk bulan Januari tahun 2014 dengan menggunakan parameter berbasis rata-rata dalam menentukan *fuzzy set*.

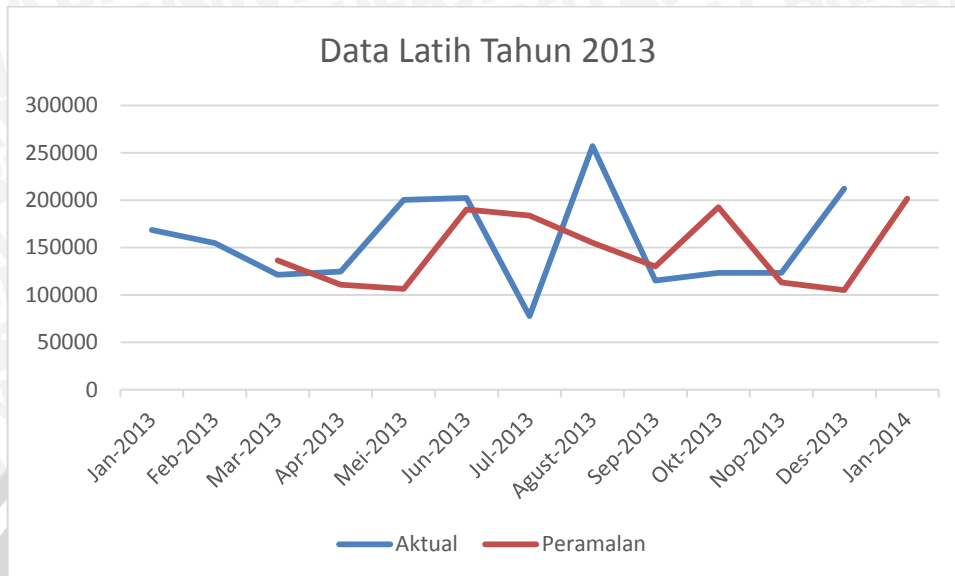
Data aktual pada bulan Januari 2014 adalah 168.269. Hasil peramalan berbasis rata-rata dan nilai *error* AFER untuk bulan Januari 2014 dapat dilihat pada Tabel 6.1.

Tabel 6. 1 Uji Coba Akurasi Pada Bulan Januari 2014

Data Latih	Jumlah Data Latih	<i>Fuzzy Set</i>	Bulan yang diramalkan	Nilai Aktual Bulan yang diramalkan	Nilai Peramalan Bulan yang diramalkan	<i>Error AFER</i>
Jan 2009 - Des 2013	60	11	Jan-14	168.269	178878	0,00108%
Jan 2010 - Des 2013	48	11	Jan-14	168.269	179153	0,00140%
Jan 2011 - Des 2013	36	11	Jan-14	168.269	157856	0,00182%
Jan 2012 - Des 2013	24	13	Jan-14	168.269	212052	0,01182%
Jan 2013 - Des 2013	12	11	Jan-14	168.269	201697	0,01986%

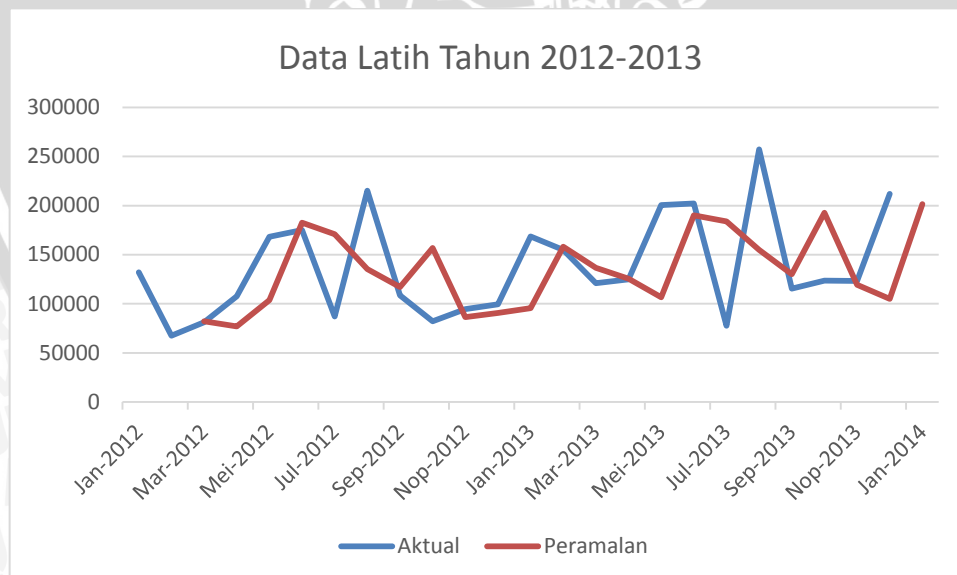
Dilihat dari Tabel 6.1 dalam menentukan *fuzzy set* ditentukan terlebih dahulu interval berbasis rata-rata yang didalam proses perhitungannya nilai pada variasi maksimal (V_{max}) dan variasi mininium (V_{min}) digunakan untuk mencari jangkauan intervalnya yang menghasilkan nilai interval terbaik. Nilai peramalan pada bulan Januari 2013 sampai Desember 2013 dengan menggunakan 12 data latih dan 11 *fuzzy set* dalam peramalan pada bulan Januari 2014 memiliki data

aktual sebesar 168269, data hasil peramalan 201697 dan *error* AFER yang dihasilkan 0,01986%. Berikut merupakan grafik dengan menggunakan 12 data latih yang dapat dilihat pada Grafik 6.1.



Gambar 6.1 Grafik 12 Data Latih

peramalan pada bulan Januari 2012 sampai Desember 2013 dengan menggunakan 24 data latih dan 13 *fuzzy set* dalam peramalan pada bulan Januari 2014 memiliki data aktual sebesar 168269, data hasil peramalan 212052 dan *error* AFER yang dihasilkan 0,01182%. Berikut merupakan grafik dengan menggunakan 24 data latih yang dapat dilihat pada Grafik 6.2.



Gambar 6.2 Grafik 24 Data Latih

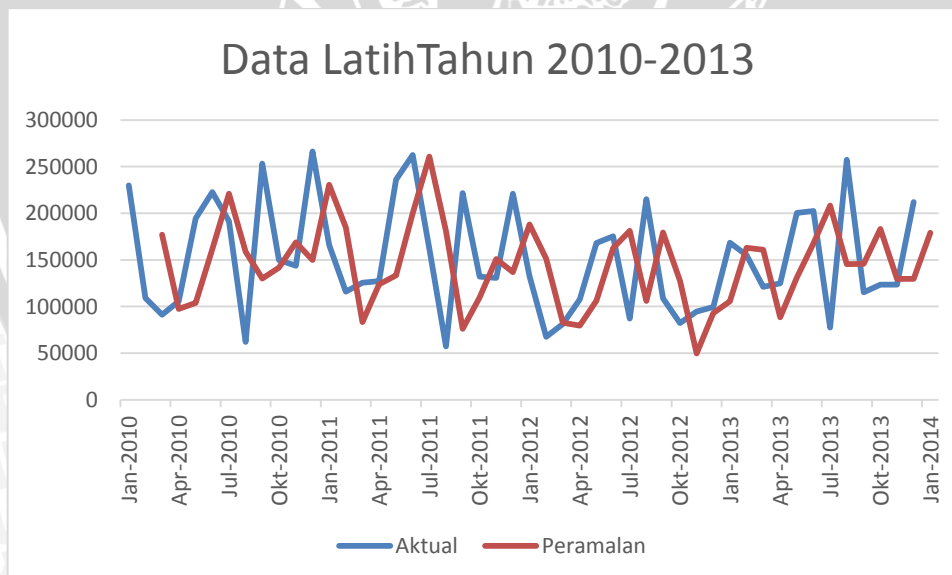
Peramalan pada bulan Januari 2011 sampai Desember 2013 dengan menggunakan 36 data latih dan 11 *fuzzy set* dalam peramalan pada bulan Januari

2014 memiliki data aktual sebesar 168269, data hasil peramalan 157856 dan *error* AFER yang dihasilkan 0,00182%. Berikut merupakan grafik dengan menggunakan 36 data latih yang dapat dilihat pada Grafik 6.3.



Gambar 6.3 Grafik 36 Data Latih

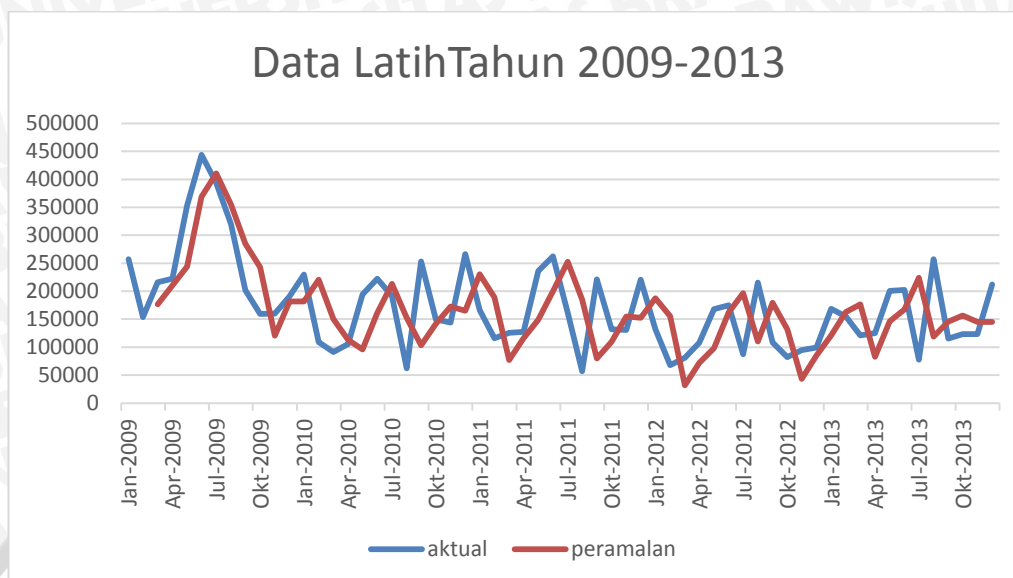
Peramalan pada bulan Januari 2010 sampai Desember 2013 dengan menggunakan 48 data latih dan 11 *fuzzy set* dalam peramalan pada bulan Januari 2014 memiliki data aktual sebesar 168269, data hasil peramalan 179153 dan *error* AFER yang dihasilkan 0,00140%. Berikut merupakan grafik dengan menggunakan 48 data latih yang dapat dilihat pada Grafik 6.4.



Gambar 6.4 Grafik 48 Data Latih

Peramalan untuk bulan Januari 2014 dengan menggunakan 60 data latih mulai dari bulan Januari 2009 sampai bulan Desember 2013 dengan menggunakan 11 *fuzzy set* dengan nilai data aktual sebesar 168269 kemudian didapatkan nilai peramalannya sebesar 178878 dan nilai *error* AFER 0,00108%.

Berikut merupakan hasil grafik dengan menggunakan 60 data latih yang dapat dilihat pada Grafik 6.5.



Gambar 6.5 Grafik 60 Data Latih

Pada uji coba peramalan bulan Januari tahun 2014 ini dapat dilihat pada hasil peramalan yang dihasilkan bahwa semakin banyak data latih yang digunakan hasil *error AFER* cenderung lebih kecil. Setelah dilakukan uji coba tersebut, nilai *AFER* terkecil untuk bulan Januari 2014 adalah pada data latih 60 yang menggunakan 11 *fuzzy set*.

Dalam uji coba selanjutnya peneliti menggunakan data latih yang sama pada uji coba sebelumnya yaitu 12, 24, 36, 48, dan 60 data latih untuk meramalkan Januari – Desember 2014 dengan menggunakan *fuzzy set* berbasis rata-rata yang nantinya didapatkan rata – rata *error AFER* dari setiap data latih yang berbeda. Berikut merupakan Tabel uji akurasi pada bulan Januari – Desember 2014 dapat dilihat pada Tabel 6.2.

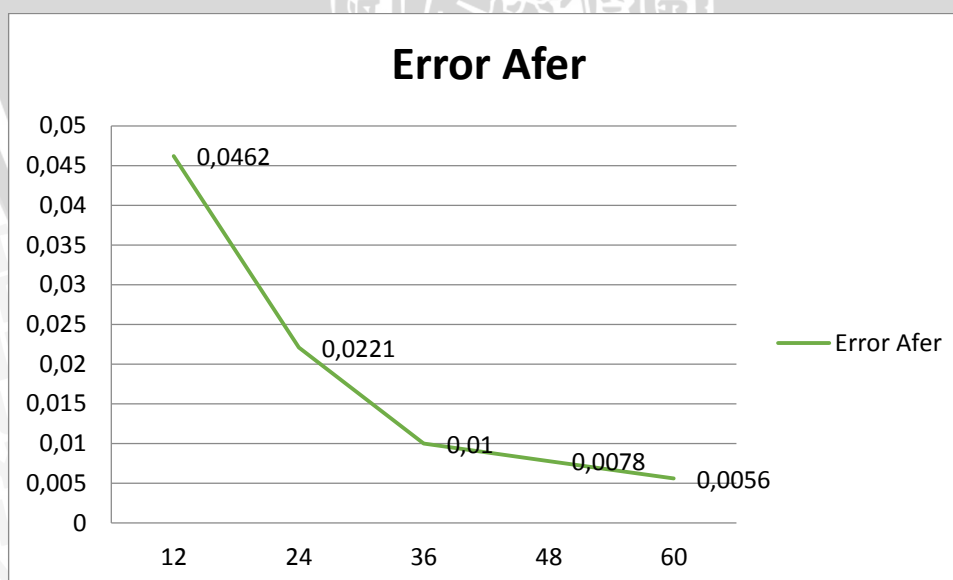
Tabel 6. 2 Uji Coba Akurasi Bulan Jan 2014 – Des 2014

Data Latih	Jumlah Data Latih	Fuzzy Set	Bulan yang diramalkan	Nilai Aktual Bulan yang diramalkan	Nilai Peramalan Bulan yang diramalkan	Error AFER
Jan 2013 – Des 2013	12	11	Januari 2014	168269	201697.0	0,0199
Feb 2013 – Jan 2014	12	11	Februari 2014	76865	157914.0	0,1054
Mar 2013 – Feb 2014	12	11	Maret 2014	105990	76865.0	0,0275
Apr 2013 – Mar 2014	12	11	April 2014	134908	95635.0	0,0291
Mei 2013 – Apr 2014	12	11	Mei 2014	232712	139167.0	0,0402
Jun 2013 – Mei 2014	12	9	Juni 2014	218457	180139.0	0,0175
Jul 2013 – Jun 2014	12	11	Juli 2014	118611	295786.0	0,1494
Ags 2013 – Jul 2014	12	9	Agustus 2014	169212	149831.0	0,0115
Sep 2013 – Ags 2014	12	9	September 2014	128961	169212.0	0,0312
Okt 2013 – Sep 2014	12	9	Oktober 2014	135345	47417.0	0,0650
Nov 2013 – Okt 2014	12	9	November 2014	140694	135345.0	0,0038

Data Latih	Jumlah Data Latih	Fuzzy Set	Bulan yang diramalkan	Nilai Aktual Bulan yang diramalkan	Nilai Peramalan Bulan yang diramalkan	Error AFER
Des 2013 – Nov 2014	12	9	Desember 2014	299738	139673.0	0,0534
Rata – rata AFER 12 data latih						0,0462
Jan 2012 – Des 2013	24	13	Januari 2014	168269	212052.0	0,0118
Feb 2012 – Jan 2014	24	13	Februari 2014	76865	168269.0	0,0541
Mar 2012 – Feb 2014	24	13	Maret 2014	105990	194657.0	0,0380
Apr 2012 – Mar 2014	24	13	April 2014	134908	63034.0	0,0242
Mei 2012 – Apr 2014	24	13	Mei 2014	232712	106790.0	0,0246
Jun 2012 – Mei 2014	24	11	Juni 2014	218457	232712.0	0,0030
Jul 2012 – Jun 2014	24	13	Juli 2014	118611	218304.0	0,0382
Ags 2012 – Jul 2014	24	13	Agustus 2014	169212	88020.0	0,0218
Sep 2012 – Ags 2014	24	13	September 2014	128961	169212.0	0,0142
Okt 2012 – Sep 2014	24	13	Oktober 2014	135345	123101.0	0,0041
Nov 2012 – Okt 2014	24	13	November 2014	140694	122890.0	0,0058
Des 2012 – Nov 2014	24	13	Desember 2014	299738	130469.0	0,0257
Rata – rata AFER 24 data latih						0,0221
Jan 2011 – Des 2013	36	11	Januari 2014	168269	157855.0	0,0018
Feb 2011 – Jan 2014	36	11	Februari 2014	76865	172528.0	0,0366
Mar 2011 – Feb 2014	36	11	Maret 2014	105990	87948.0	0,0050
Apr 2011 – Mar 2014	36	11	April 2014	134908	101898.0	0,0072
Mei 2011 – Apr 2014	36	11	Mei 2014	232712	130816.0	0,0129
Jun 2011 – Mei 2014	36	11	Juni 2014	218457	232712.0	0,0019
Jul 2011 – Jun 2014	36	11	Juli 2014	118611	200131.0	0,0202
Ags 2011 – Jul 2014	36	11	Agustus 2014	169212	139574.0	0,0052
Sep 2011 – Ags 2014	36	13	September 2014	128961	169212.0	0,0092
Okt 2011 – Sep 2014	36	13	Oktober 2014	135345	135466.0	0,0000
Nov 2011 – Okt 2014	36	13	November 2014	140694	122890.0	0,0037
Des 2011 – Nov 2014	36	13	Desember 2014	299738	130469.0	0,0166
Rata – rata AFER 36 data latih						0,0100
Jan 2010 – Des 2013	48	11	Januari 2014	168269	179154.0	0,0014
Feb 2010 – Jan 2014	48	11	Februari 2014	76865	135708.0	0,0166
Mar 2010 – Feb 2014	48	11	Maret 2014	105990	95809.0	0,0021
Apr 2010 – Mar 2014	48	11	April 2014	134908	88694.0	0,0074
Mei 2010 – Apr 2014	48	11	Mei 2014	232712	117612.0	0,0108
Jun 2010 – Mei 2014	48	11	Juni 2014	218457	183332.0	0,0035
Jul 2010 – Jun 2014	48	11	Juli 2014	118611	223489.0	0,0192
Ags 2010 – Jul 2014	48	11	Agustus 2014	169212	139868.0	0,0038
Sep 2010 – Ags 2014	48	11	September 2014	128961	188085.0	0,0100
Okt 2010 – Sep 2014	48	11	Oktober 2014	135345	92301.0	0,0069
Nov 2010 – Okt 2014	48	11	November 2014	140694	146911.0	0,0010
Des 2010 – Nov 2014	48	11	Desember 2014	299738	152260.0	0,0107

Rata – rata AFER 48 data latih						0,0078
Jan 2009 – Des 2013	60	11	Januari 2014	168269	178879.0	0,0011
Feb 2009 – Jan 2014	60	11	Februari 2014	76865	129592.0	0,0118
Mar 2009 – Feb 2014	60	11	Maret 2014	105990	95809.0	0,0017
Apr 2009 – Mar 2014	60	11	April 2014	134908	96553.0	0,0049
Mei 2009 – Apr 2014	60	11	Mei 2014	232712	125471.0	0,0079
Jun 2009 – Mei 2014	60	11	Juni 2014	218457	199539.0	0,0015
Jul 2009 – Jun 2014	60	11	Juli 2014	118611	224577.0	0,0154
Ags 2009 – Jul 2014	60	11	Agustus 2014	169212	139868.0	0,0030
Sep 2009 – Ags 2014	60	11	September 2014	128961	163560.0	0,0046
Okt 2009 – Sep 2014	60	11	Oktober 2014	135345	87532.0	0,0061
Nov 2009 – Okt 2014	60	11	November 2014	140694	141465.0	0,0001
Des 2009 – Nov 2014	60	11	Desember 2014	299738	146814.0	0,0088
Rata – rata AFER 60 data latih						0,0056

Dari hasil perhitungan pengujian dengan 12, 24, 36, 48, dan 60 data latih untuk meramalkan bulan Januari 2014 - Desember 2014 dengan menggunakan *fuzzy set* berbasis rata rata didapatkan nilai rata rata *error* AFER 0.0462% untuk 12 data latih, 0.0221% untuk 24 data latih, 0.0100% untuk 36 data latih, 0.0078% untuk 48 data latih, dan 0.0056% untuk 60 data latih. Dari hasil perhitungan *error* AFER tersebut membuktikan semakin banyak data latih hasil *error* AFER semakin kecil atau bisa dibilang cukup mendekati 0% yang artinya tingkat akurasi terhadap data asli cukup mendekati kebenaran meskipun sebenarnya jarang sekali kasus prediksi yang nilai AFER benar-benar 0% (Stevenson, 2009). Berikut merupakan grafik pengaruh jumlah data latih terhadap rata-rata nilai *error* AFER yang dapat dilihat pada Grafik 6.4.



Gambar 6.6 Grafik Pengaruh Data Latih Terhadap *Error AFER*

BAB 7 PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang membahas mengenai peramalan jumlah wisatawan menggunakan metode *Time Invariant Fuzzy Time Series* berbasis rata-rata, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Metode *Time Invariant Fuzzy Time Series* berbasis rata-rata dapat di implementasikan untuk peramalan jumlah kunjungan wisatawan Kota Batu. Hasil dari perhitungan metode peramalan dengan menggunakan data latih sebanyak 12, 24, 36, 48, dan 60 dengan penggunaan *fuzzy set* berbasis rata-rata terlihat bahwa semakin banyak data latih yang digunakan *error* AFER peramalan cenderung lebih rendah.
- Dalam perhitungan akurasi dengan menggunakan data latih mulai dari bulan Januari 2009 sampai dengan sebulan sebelum data yang akan diramalkan dengan menggunakan *fuzzy set* berbasis rata – rata didapatkan nilai rata – rata *error* AFER terbaik sebesar 0,0056% dengan menggunakan 60 data latih.

7.2 Saran

Beberapa saran yang dapat penulis ajukan berkaitan dengan penelitian adalah sebagai berikut:

- Berdasarkan penelitian diketahui bahwa jumlah data dapat sangat mempengaruhi hasil peramalan yang dihasilkan oleh karena itu hendaknya pada penelitian berikutnya dapat menggunakan data - data empiris dengan pola data yang bervariasi selain pola data tren dan musiman seperti yang digunakan dalam penelitian ini sehingga bisa dilihat bagaimana peningkatan performansi dalam proses peramalan yang dilakukan.
- Untuk penelitian selanjutnya disarankan menggunakan suatu metode peramalan yang lain yang cukup memberikan hasil peramalan yang lebih baik. Salah satu metode yang bisa digunakan adalah dengan menggunakan model peramalan regresi untuk diperoleh nilai peramalan yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Chen, S. M. 1996. *Forecasting enrollment based on Fuzzy Time Series, Fuzzy sets and system*. Internasional Journal of Applied Science and Engineering.
- Chen, S. M., Hsu C.-C. 2000. A new method to forecasting enrollments using fuzzy time series. *International Journal of Applied Science and Engineering*.
- Chang , P. C., Wang, Y. W., & Liu, C. H, "The development of a weighted evolving fuzzy neural. *Expert Systems with Applications*," (2007) 86–96.
- Cox E. 2005. *Fuzzy Modeling and Genetic Algorithms for Data Mining and Exploration*. USA: Morgan Kaufman Publisher.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2009. *Cultured Aquatic Species Information Programme, Oreochromis niloticus* (Linnaeus,1758).
- Girona. 2013. *Dealing with Distances and Transformations for Fuzzy C - Means Clustering of Compositional Data. Internasional Journal of Technology Theory, Research, and Application*.
- Jumingan. 2009. *Studi Kelayakan Bisnis – Teori dan Pembuatan Proposal Kelayakan*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Karina Amalia. 2013. Peramalan Jumlah Kunjungan Wisatawan Melalui Pintu Masuk Bandara Ngurah Rai Bali Menggunakan Metode *Time Invariant Fuzzy Time Series*.
- Kusumadewi, S., dan Purnomo, S. 2010. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Penerbit : Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Kusumadewi, Sri. 2003. *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Lee, L.W., Wang, L.H., Chen, S.M. & Leu, Y.H.. 2006. Handling forecasting problems based on two-factors high order finzy time series. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 14(3), 468-477.
- Makridakis, S. Steven, C Wheelwright. Victor, E Mcgee. (1992). *Metode 123456789 dan Aplikasi Peramalan Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Rahmadiani, Ani & Wiwik Anggraeni. 2012. *Implementasi Fuzzy Neural Network untuk Memperkirakan Jumlah Kunjungan Pasien Poli Bedah di Rumah Sakit Onkologi Surabaya*. Vol 1. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Robandi, I. 2006. *Desain Sistem Tenaga Modern – Optimasi – Logika Fuzzy – Algoritma Genetika*. Andi. Yogyakarta.
- Sofii, M. 2013. *Kawasan Batu dibanjiri Wisatawan Domestik*. Tersedia di : <http://www.solopos.com/2013/12/28/wisata-malang-kawasan-batu-dibanjiri-wisatawan-domestik-hingga-tahun-baru-477755>. Tanggal Akses 25 Juli 2014.

Song Q, Chissom B. 1993. *Forecasting Enrollments with Fuzzy Time Series part 1. Fuzzy Sets and System* 54: 1-9.

Sah, Melike & Degtiarev, Konstantin Y. 2005. "Forecasting Enrollment Model Based on First Order Fuzzy Time Series". MIEEE.

Stevenson, W, J. 2009. *Operation Management*. New York: MC Graw Hill Irwin.

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.

Tsaur C.R, Yang O C J, Wang F H, 2004, Fuzzy Relation Analysis in Fuzzy Time Series Model, 49 536-548.

Winarno, W.W. 2007. *Analisis Ekonometrika dan Statistika dengan Eviews*. UPP STIM YKPN. Yogyakarta.

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



LAMPIRAN

1. Data Kunjungan Wisatawan Kota Batu Januari 2009 – Desember 2014

Waktu	Pengunjung Tempat Wisata
Januari 2009	257433
Februari 2009	153651
Maret 2009	216153
April 2009	222466
Mei 2009	353492
Juni 2009	443753
July 2009	393661
Agustus 2009	320445
September 2009	201642
Oktober 2009	159287
November 2009	160010
Desember 2009	191060
Januari 2010	230025
Februari 2010	109072
Maret 2010	91339
April 2010	105620
Mei 2010	194401
Juni 2010	222529
July 2010	191454
Agustus 2010	62047
September 2010	253169
Oktober 2010	149744
November 2010	143699
Desember 2010	266383
Januari 2011	166091
Februari 2011	115768
Maret 2011	125487
April 2011	127271
Mei 2011	236107
Juni 2011	262346
July 2011	161957
Agustus 2011	57152
September 2011	221499
Oktober 2011	132122
November 2011	130691
Desember 2011	220926
Januari 2012	132228
Februari 2012	67599
Maret 2012	81131

Waktu	Pengunjung Tempat Wisata
April 2012	107785
Mei 2012	168156
Juni 2012	175144
July 2012	87151
Agustus 2012	215279
September 2012	108763
Oktober 2012	82157
November 2012	94645
Desember 2012	99605
Januari 2013	168580
Februari 2013	154888
Maret 2013	121166
April 2013	124853
Mei 2013	200484
Juni 2013	202293
July 2013	77610
Agustus 2013	257242
September 2013	115361
Oktober 2013	123510
November 2013	123407
Desember 2013	212052
Januari 2014	168269
Februari 2014	76865
Maret 2014	105990
April 2014	134908
Mei 2014	232712
Juni 2014	218457
July 2014	118611
Agustus 2014	169212
September 2014	128961
Oktober 2014	135345
November 2014	140694
Desember 2014	299738