

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

Aria Bayu Elfajar<sup>1</sup>, Budi Darma Setiawan<sup>2</sup>, Candra Dewi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Informatika/Illmu Komputer Universitas Brawijaya

<sup>2</sup>Dosen Program Studi Teknik Informatika/Illmu Komputer Universitas Brawijaya

Program Studi Teknik Informatika/Illmu Komputer

Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Brawijaya

Jalan Veteran Malang 65145, Indonesia

Email: <sup>1</sup>elfajaria@gmail.com, <sup>2</sup>s.budidarma@ub.ac.id, <sup>3</sup>dewi\_candra@ub.ac.id

### Abstrack

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

*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*

### 1. PENDAHULUAN

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.

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*.

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).

## 2. PENELITIAN TERKAIT

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).

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*.

## 3. METODE

### 3.1 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).

### 3.2 Metode Peramalan Data dengan *Time Series*

Konsep *Fuzzy Time Series* yang diperkenalkan oleh Chen (1996), perbedaan antara *Fuzzy Time Series* (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.

### 3.3 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*. Himpunan semesta dapat didefinisikan dengan  $U$  dimana didefinisikan dibawah ini.

$$[D_{\min} - D_1, D_{\max} - D_2] \quad (1)$$

$D_{\min}$  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. Berikut merupakan proses tahapan Variasi dan Universe of Discourse:

Table 1. Data Nilai Variasi

Waktu	Data Aktual	Variasi
Aug-2010	62047	-129407
Sep-2010	253169	191122
.....	.....	.....
Sep-2013	115361	-141881

Dari table 1 terlihat jika nilai Variasi minimal ( $V_{\min}$ ): -141881 dan variasi maksimal ( $V_{\max}$ ): 191122, sehingga didapatkan nilai  $U$ : [-112065, 115106].

### 3.4 Penerapan Interval Berbasis Rata-rata

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

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

Table 2. Basis Interval

Range	Basis
0.1 - 1.0	0.1
1.1 – 10	1
11 – 100	10
101 - 1000	100
1001-10000	1000
10001-100000	10000

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 table 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. Dikarenakan jumlah interval haruslah bilangan ganjil, maka dibulatkan kebilangan ganjil terdekat yaitu 11.

**3.5 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  $u_1, i = 1, 2, 3$  setiap  $u_1$  merupakan anggota  $A_j, j = 1, 2, 3$  yang diekspresikan pada selang bilangan real  $[0,1]$  sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 A_1 &= \left\{ \frac{1}{u_1}, \frac{0,5}{u_2}, \frac{0}{u_3} \right\}, \\
 A_2 &= \left\{ \frac{0,5}{u_1}, \frac{1}{u_2}, \frac{0,5}{u_3} \right\}, \\
 A_3 &= \left\{ \frac{0}{u_1}, \frac{0,5}{u_2}, \frac{1}{u_3} \right\},
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

Pada konsep interval berbasis rata-rata ini didapatkan 11 nilai linguistik pada tiap himpunan fuzzy.

**3.6 Memfuzzifikasikan Data Historis**

Fuzzifikasi merupakan proses mengidentifikasi 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  $A_1$ .

Table 3. Hasil Fuzzifikasi dari Nilai Variasi

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]	$A_7$



		20000]	
1991	19337	[19000, 20000]	$A_7$
1992	18876	[18000, 19000]	$A_6$

Sumber: Chen (1996)

**3.7 Fuzzy Logic Relationship**

*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 4.

Table 4. FLR

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

**3.8 Fuzzy Logic Relationship Group**

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

- a. 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  $m_j$ .
- b. 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 k 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  $A_i$  memiliki lebih dari satu FLR pada FLRG maka diperoleh:

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

Setelah dilakukan perhitungan Peramalan terhadap seluruh data, maka hasil yang didapat dari Peramalan secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Relasi Himpunan Fuzzy Orde 1

Tahun	Aktual	Ramalan	FLRG	Titik tengah interval
1971			$A_1 \rightarrow A_1, A_2$	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
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  $F(1992) = A_6$ .

$$F(1993) = A_6 \rightarrow A_6, A_7$$

$$\text{defuz.}(F(1993)) = \text{defuz.}(A_6 \rightarrow A_6, A_7)$$

$$= \frac{\text{mid}(u_6) + \text{mid}(u_7)}{2}$$

$$= \frac{((18000 + 19000) / 2 + (19000 + 20000) / 2)}{2}$$

$$= \frac{18500 + 19500}{2} = 19000$$

### 3.9 Defuzzifikasi

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.

1. Jika semua nilai *output* nol maka variasi peramalannya adalah 0
2. Jika nilai keanggotaan dari ouputnya memiliki satu maksimum, maka pada titik tengah interval dimana nilai ini dicapai adalah variasi peramalan.
3. Jika keanggotaan dari outputnya memiliki dua atau lebih maksimum, maka titik tengah intervalnya digunakan sebagai variasi peramalan.
4. Selain itu dengan menggunakan metode *centroid*,

$$\text{yaitu : } z = \frac{\sum x^{\wedge} A}{\sum A}$$

yang memiliki titik berat  $x^{\wedge}$ .

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 mndefinisikan 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.

Menghitung suatu nilai *ouput* yang peramalannya dengan proses defuzzifikasi dan dapat menghitung Peramalan pendaftarannya (Melike Sah, 2005).

### 3.10 Menghitung Error AFER

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).

$$AFER = (| A_i - F_i | / A_i) / n \times 100\% \quad (3)$$

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)

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

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Pengujian Jumlah Data Latih

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*.

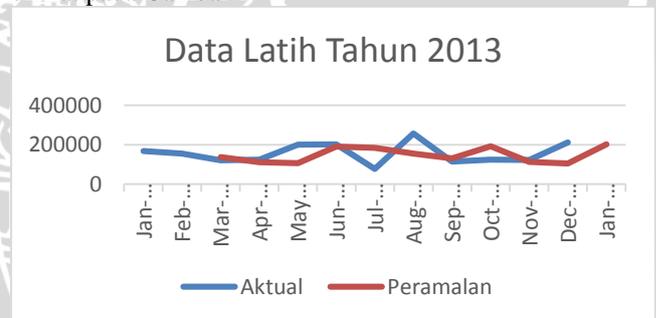
Data aktual pada bulan Januari 2014 adalah 168.269. Hasil peramalan berbasis rata-rata dan nilai *error* AFER untuk bulan Januari 2014 dapat dilihat pada Tabel 6.

Table 6. Uji Coba Akurasi Pada Bulan Januari 2014

Data	Jumlah	Bulan yang	Nilai	Nilai	Error
------	--------	------------	-------	-------	-------

Latih	Data Latih	Fuzzy Set	diramalkan	Aktual Bulan yang diramalkan	Peramalan Bulan yang diramalkan	AFER
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 dalam menentukan *fuzzy set* ditentukan terlebih dahulu interval berbasis rata-rata yang didalam proses perhitungannya nilai pada variasi maksimal ( $V_{max}$ ) dan variasi minimum ( $V_{min}$ ) 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 Gambar 1.



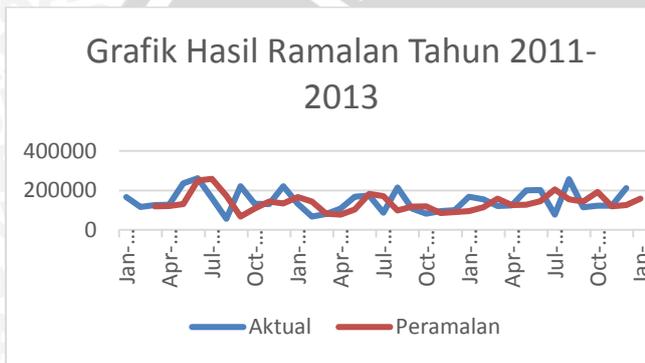
Gambar 1. Grafik 12 Data Latih

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 Gambar 2.



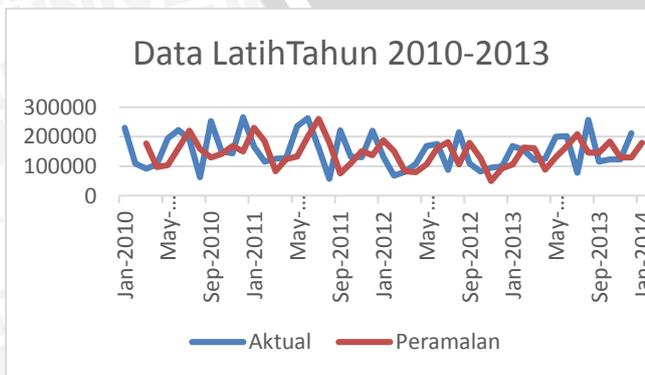
Gambar 2. Grafik 24 Data Latih

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 Gambar 3.



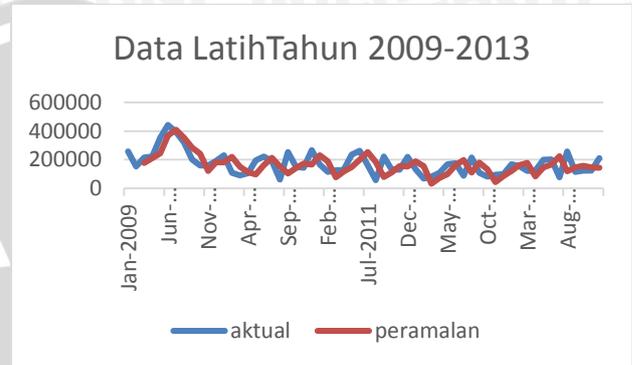
Gambar 3 Grafik 36 Data Latih

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 Gambar 4.



Gambar 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 Gambar 5.

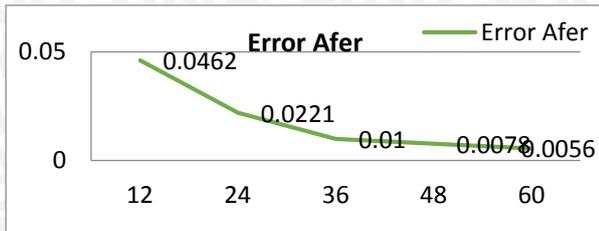


Gambar 5. Gambar 60 Data Latih

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.

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 13. Grafik Pengaruh Data Latih Terhadap Error AFER

## 5. PENUTUP

Berdasarkan dari hasil penelitian yang membahas mengenai peramalan jumlah wisatawan menggunakan metode *Time Invariant Fuzzy Time Series* berbasis rata – rata, dimana 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 dan alam 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.

Pada penelitian selanjutnya 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 serta memilih 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., HSU C.-C. 2000. A new method to forecasting enrollments using fuzzy time series. *International Journal of Applied Science and Engineering*.
- 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 PUNOMO, S. 2010. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Penerbit : Graha Ilmu. Yogyakarta.

KUSUMADEWI, S. 2003. *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Graha Ilmu. Yogyakarta.

MAKRIDAKSI, 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.

WINAMO, 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.