

**Penerapan Metode *Fuzzy Time Series Using Percentage Change*
(Studi Kasus : Jumlah Penduduk Kalimantan Timur Tahun 1980 sampai
dengan Tahun 2013)**

***Application of Fuzzy Times Series Methods Using Percentage Change
(Case Study : The Population of East Kalimantan in 1980 until 2013)***

Nurul Hidayah¹, Ika Purnamasari², Memi Nor Hayati³

¹Mahasiswa Program Studi Statistika FMIPA Universitas Mulawarman

^{2,3}Dosen Program Studi Statistika FMIPA Universitas Mulawarman
e-mail: Nurulhidayah2703@gmail.com

Abstract

In 1993, Song and Chissom introduce fuzzy times series is capable of handling the problem of data forecasting if historical data are the values of linguistic. The study uses the modeling outline by way of fuzzy relation equations and approximate reasoning to predict the number of students. In this study, the approach to the theory of fuzzy time series used is fuzzy time series using percentage change developed by Stevenson and Porter in 2009. The case studies used in this study is the population of East Kalimantan Province. This study aims to determine how the application of fuzzy time series method using percentage change in the population of East Kalimantan from 1980 until 2013. Forecasting is done menggunakan linguistic value of the fuzzy set which is formed of the differences and converted into a percentage of the universe of discourse as a value data. Based on the results of the application of the method using fuzzy time series of the percentage change obtained 12 fuzzy set which is linguistics of the data, the accuracy of forecasting value from 1981 to 2013 using MAPE (Avarage Forecasting Error Rate) that is equal to 0.557%.

Keywords: AFER, Fuzzy time series, fuzzy Set, linguistic value.

Pendahuluan

Peramalan mempunyai peranan penting dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu metode peramalan yang sering digunakan adalah metode *time series* seperti metode *time series* klasik. Meskipun banyak dikenal metode peramalan *time series* klasik, tetapi terkadang hasil dari peramalan metode tersebut sulit dipahami apa yang dideskripsikan jika hasil peramalannya berupa angka real, maka metode *time series* klasik akan gagal sehingga muncul metode *fuzzy time series* untuk menyelesaikan kekurangan tersebut, dimana metode *fuzzy time series* merupakan metode yang mampu mengubah nilai hasil ramalan yang berupa angka real ke dalam nilai linguistik (bahasa sehari-hari) (Hernasary,2007). Salah satu metode *fuzzy time series* adalah *fuzzy time series using percentage change* yang merupakan metode peramalan berdasarkan perubahan persentase suatu data pada kurun waktu tertentu (Stevenson dan Porter, 2010).

Konsep Dasar Peramalan

Peramalan merupakan suatu teknik untuk memperkirakan suatu nilai pada masa yang akan datang dengan memperhatikan data masa lalu maupun data saat ini (Kusnanto, 1984) .Metode peramalan dapat dibagi dalam dua kategori utama yaitu, metode kualitatif dan metode kuantitatif. Metode kualitatif lebih banyak menuntut analisis yang didasarkan pada pemikiran intuitif,

perkiraan logis dan informasi atau pengetahuan yang telah diperoleh peneliti sebelumnya. Sedangkan pada metode kuantitatif dibutuhkan informasi masa lalu yang dikuantitatifkan dalam bentuk data numerik (Rosadi, 2005).

Secara umum peramalan dapat diklasifikasikan menjadi 2 macam yaitu:

1. Peramalan yang Bersifat Subjektif
Peramalan subjektif dibagi menjadi dua metode yaitu:
 - a. Metode Dhelpi
 - b. Metode Penelitian Dasar
2. Peramalan yang Bersifat Objektif
Peramalan objektif dibagi menjadi beberapa metode yaitu:
 - a. Metode Intrinsik
 - b. Metode Ekstrinsik.

Peramalan juga diklasifikasikan berdasarkan horizon waktu masa depan yang dicakupnya. Horizon waktu terbatas terdiri dari beberapa kategori yaitu:

1. Peramalan Jangka Pendek
2. Peramalan Jangka Menengah
3. Peramalan Jangka Panjang
Berdasarkan modelnya terdapat dua jenis model peramalan yang utama, yaitu:
 1. Model *Time Series*
 2. Model Regresi

(Subagyo, 2009) .

Pola Dasar Times series

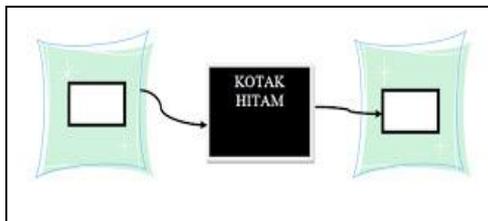
Peramalan dengan menggunakan metode *time series* didasarkan pada perkiraan masa depan yang dilakukan berdasarkan nilai masa lalu. Langkah penting dalam memilih suatu metode *time series* yang tepat adalah dengan mempertimbangkan jenis pola data. Adapun pola data yaitu:

1. Pola horisontal (H)
2. Pola musiman.
3. Pola *trend* (T).
4. Pola siklis (C)

(Kusumadewi dan Purnomo, 2004).

Logika Fuzzy

Secara umum, logika *fuzzy* adalah sebuah metodologi berhitung dengan variabel kata-kata (*linguistic variable*), sebagai pengganti berhitung dengan bilangan. Logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output. Skema logika *fuzzy* adalah sebagai berikut:



Gambar. 1. Model *Input – Output* Logika Fuzzy

Alasan berikut ini dirangkum beberapa alasan mengapa kita menggunakan logika *fuzzy* :

1. Konsep logika *fuzzy* mudah dimengerti
2. Logika *fuzzy* sangat fleksibel, artinya mampu beradaptasi dengan perubahan-perubahan, dan ketidakpastian yang menyertai permasalahan.
3. Logika *fuzzy* memiliki toleransi terhadap data yang tidak tepat, jika diberikan sekelompok data yang cukup homogen.
4. Logika *fuzzy* mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinier yang sangat kompleks.
5. Logika *fuzzy* dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.
6. Logika *fuzzy* didasarkan pada bahasa alami, bahasa sehari-hari sehingga mudah dimengerti.

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

1. Variabel *fuzzy*
2. Himpunan *fuzzy*,
3. Semesta pembicaraan
4. Domain himpunan *fuzzy*

(Kusumadewi dan Purnomo, 2004).

Dalam teori logika *fuzzy* dikenal himpunan *fuzzy* (*fuzzy set*) yang merupakan pengelompokan suatu berdasarkan variabel bahasa (variabel linguistik), yang dinyatakan dalam fungsi keanggotaan. Dalam himpunan semesta (*univers of discourse*) *U*, fungsi keanggotaan dari suatu himpunan *fuzzy* tersebut bernilai antara 0 sampai dengan 1 (Kusumadewi dan Purnomo, 2004).

Fuzzy Time Series

Fuzzy time series adalah sebuah konsep baru yang diusulkan oleh Song dan Chissom pada tahun 1993 untuk meramalkan jumlah pendaftar di suatu Universitas. *Fuzzy time series* adalah metode peramalan data yang menggunakan prinsip-prinsip *fuzzy* sebagai dasarnya. Sistem peramalan *Fuzzy time series* menangkap pola dari data yang telah lalu kemudian digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang. *Fuzzy time series* digunakan untuk menyelesaikan masalah peramalan dimana data hasil ramalan berupa nilai-nilai real yang terkadang susah dipahami dalam bahasa sehari-hari (Arga, 1985).

Fuzzy Time Series Using Percentage Change

Metode *fuzzy time series using percentage change* untuk meramalkan model data *time series* dimana membutuhkan kaninput data $x = x_1, x_2, \dots, x_t$ dan yang akan diramalkan adalah persentase perubahan antara 2 data yang berturutan, yaitu $d = d_1, d_2, \dots, d_t$ kemudian dibuat *fuzzy time series* $A_i, i = 1, 2, \dots, k$ dengan menggunakan fungsi keanggotaan triangular. *Fuzzy time series* yang terbentuk akan diramalkan persentase perubahan datanya. Secara rinci, langkah-langkah peramalan *fuzzy time series using percentage change* seperti berikut ini:

1. Data yang akan diramalkan model datanya adalah data *time series* $x = x_1, x_2, \dots, x_t$.
2. Mentransformasi data x ke dalam bentuk persentase, $d = d_1, d_2, \dots, d_t$ dengan:

$$d_t = \left(\frac{x_t - x_{t-1}}{x_{t-1}} \times 100 \right) \%, t = 2, \dots, n \quad (1)$$

3. Ditentukan himpunan semesta $U = [BB, BA]$ dengan BB adalah suatu bilangan dari data d_t minimum dikurang dengan nilai d_{t1} sedangkan BA adalah suatu bilangan dari data d_t maksimum ditambah dengan nilai d_{t2} , dimana d_{t1} dan d_{t2} adalah bilangan positif yang tepat.
4. *Fuzzy time series* dapat dibentuk dengan langkah-langkah sebagai berikut :
 - a. Himpunan semesta U dibagi menjadi interval yang sama.
 - b. Kelompokkan d_t dalam interval yang sesuai, tentukan frekuensi masing-masing interval.

- c. Himpunan *fuzzy* dibentuk dengan melihat jumlah frekuensi yang berbeda, misalkan terdapat h frekuensi yang berbeda, maka pada frekuensi terbanyak pertama dibagi menjadi h interval yang sama. Berikutnya, frekuensi terbanyak kedua dibagi atas $h-1$ interval yang sama, interval pada frekuensi terbanyak ketiga dibagi menjadi $h-2$ interval yang sama. Hal ini dilakukan sampai pada interval dengan frekuensi yang tidak dapat dibagi lagi.
 - d. Misal terdapat u_1, u_2, \dots, u_k sub-interval, maka akan ada sebanyak k himpunan *fuzzy* dengan masing-masing sub-interval sebagai domain himpunan *fuzzy*.
 - e. Mendefinisikan setiap himpunan *fuzzy* $A_i, i = 1, 2, \dots, k$ sesuai dengan jumlah nilai linguistik (himpunan *fuzzy* A_i). Mendefinisikan himpunan *fuzzy* berdasarkan jumlah interval yang didapat
 - f. Mendefinisikan himpunan *fuzzy* $A_i, i = 1, 2, \dots, k$ atau disebut proses *defuzzifikasi*
 - g. Menentukan setiap d_t , berada pada himpunan *fuzzy* A_i , dengan melihat d_t terletak pada domain A_i .
5. Meramalkan nilai data ke $-t$ dengan rumus berdasarkan fungsi keanggotan triangular :

$$d_t^* = \begin{cases} \frac{0,5 + 1 + 0,5}{\frac{0,5}{b_{j-1}} + \frac{1}{b_j} + \frac{0,5}{b_{j+1}}} & \text{jika } j=1 \\ \frac{1 + 0,5}{\frac{1}{b_j} + \frac{0,5}{b_{j+1}}} & \text{jika } 2 \leq j \leq k-1 \\ \frac{0,5 + 1}{\frac{0,5}{b_{j-1}} + \frac{1}{b_j}} & \text{jika } j=k \end{cases} \quad (2)$$

dimana b_{j-1} adalah titik tengah dari interval A_{i-1} , b_j adalah titik tengah dari interval A_i dan b_{j+1} adalah titik tengah dari interval A_{i+1} . Menentukan nilai data berdasarkan hasil ramalan

$$d_t^* \rightarrow x_t^* \quad (3)$$

Dimana x_t adalah data hasil peramalan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$x_t^* = \left(\frac{d_{dt}^*}{100} \times x_{t-1} \right) + x_{t-1} \quad (4)$$

(Song dan chissom, 2009)

Ukuran Ketepatan Peramalan

Ketepatan peramalan dapat dihitung dengan menggunakan *Avarage Forecasting Error Rate*

(AFER), secara matematis diformulasikan sebagai berikut:

$$AFER = \frac{\sum |x_t - x_t^*|}{n^*} \times 100 \% \quad (5)$$

Dimana x_t = nilai aktual, x_t^* = nilai hasil peramalan dan n^* = banyaknya data hasil transformasi. Semakin kecil nilai AFER, mengindikasikan data hasil prakiraan semakin pula mendekati nilai aktualnya (Jumingan, 2009).

Metode Penelitian Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan adalah jumlah penduduk Kalimantan Timur, yang dinyatakan dalam bentuk x_t . Himpunan *fuzzy* untuk data jumlah penduduk Kalimantan Timur dan nilai linguistik dari jumlah penduduk kota Samarinda, yang dinyatakan dalam A_i .

Teknik Analisis Data

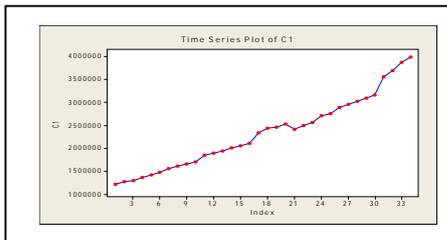
Langkah-langkah pada *fuzzy time series* yang didasarkan pada data runtun waktu historis:

1. Data yang akan diramalkan adalah model datanya adalah data *time series* $x = x_1, x_2, \dots, x_t$
2. Menentukan himpunan persentase perubahan data $d = d_1, d_2, \dots, d_t$.
3. Menentukan himpunan semesta $U = [BB, BA]$ dengan BB adalah suatu bilangan yang dekat dan lebih kecil dari d_t minimum sedangkan BA adalah suatu bilangan yang dekat dan lebih besar dari d_t maksimum.
4. *Fuzzy time series* dapat dibentuk dengan langkah-langkah sebagai berikut :
 - a. Himpunan semesta U dibagi menjadi K interval yang sama.
 - b. Mengelompokkan d_t dalam interval yang sesuai dan frekuensi masing-masing interval.
 - c. Menentukan cacah frekuensi yang berbeda dan lebih besar dari nol, misalkan terdapat h frekuensi yang berbeda, kemudian pada frekuensi terbanyak pertama dibagi menjadi h interval yang sama. Berikutnya, frekuensi terbanyak kedua dibagi atas $h-1$ interval yang sama, interval pada frekuensi terbanyak ketiga dibagi menjadi $h-2$ interval yang sama. Hal ini dilakukan sampai pada interval dengan frekuensi yang tidak dapat dibagi
 - d. Misal terdapat u_1, u_2, \dots, u_k sub-interval, maka akan ada sebanyak k himpunan *fuzzy* sebagai domain himpunan *fuzzy*.

- e. Mendefinisikan himpunan berdasarkan sub-interval yang terbentuk dan menggunakan fungsi keanggotan triangular.
- f. Menentukan setiap d_i berada pada himpunan fuzzy A_i
- g. Meramalkan nilai data ke- t
- h. Menghitung Nilai AFER

Hasil dan Pembahasan Tahap Pembentukan Model

Time series plot data jumlah penduduk Kalimantan Timur dari tahun 1980 sampai dengan tahun 2013 terdapat pada Gambar 2.



Gambar 2. *Time Series Plot*

Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa *time series plot* data jumlah penduduk Kalimantan Timur dari tahun 1980 sampai dengan tahun 2013 terbentuk *trend* positif atau *trend* kenaikan, ini berarti jumlah penduduk Kalimantan timur tersebut mengalami peningkatan secara signifikan. Gambar 3 tersebut akan dibandingkan dengan *time series plot* data setelah diterapkan metode fuzzy time series using percentage change

Transformasi data

Dilakukan transformasi data jumlah penduduk Kalimantan Timurdari tahun 1980 sampai dengn tahun 2013 ke dalam bentuk persentase dengan menggunakan persamaan 1. Pada transformasi data ini dihitung mulai periode 2, yakni perhitungannya sebagai berikut dan seterusnya untuk tahun-tahun lainnya :

$$1981 = \frac{1.272.269 - 1.218.038}{1.218.038} \times 100 = 4,452 \%$$

$$1982 = \frac{1.300.444 - 1.272.269}{1.272.269} \times 100 = 2,215 \%$$

.

.

$$2012 = \frac{3.871.676 - 3.690.520}{3.690.520} \times 100 = 4,909 \%$$

$$2013 = \frac{3.988.921 - 3.871.676}{3.871.676} \times 100 = 3,028 \%$$

Setelah didapatkan nilai persentase data jumlah penduduk tersebut untuk tiap periode yang ada, maka didapatkan nilai maksimum dan minimum ($d_{min} = -4,533$ $d_{max} = 12,271$)

Berdasarkan nilai d_{min} dan d_{max} , dapat dilihat himpunan semesta, dimana d_{i1} dan d_{i2} merupakan bilangan positif yang tepat, dan penulis mengambil $d_{i1} = 0,000$ dan $d_{i2} = 0,000$ sehingga :

$$U = [-4,533 - 0,000 , 12,271 + 0,000] \\ = [-4,533 , 12,271]$$

Range data diperoleh dari hasil pengurangan nilai maksimum dan minimum dari data hasil transformasi. Sehingga diperoleh nilai sebesar $R = (12,271 - (- 4,533)) = 16,803$, dan banyaknya kelas interval dengan menggunakan persamaan Sturges (2.10) yaitu sebagai berikut:

$$K = 1 + 3,222 \times \log (33) \\ = 5,892 \text{ dibulatkan menjadi } 6$$

Selanjutnya mencari lebar interval kelas yaitu sebagai berikut:

$$\text{Lebar Interval} = \frac{16,803}{6} \\ = 2,801$$

Setelah diketahui terdapat 6 kelas interval dan lebar interval 2,801 dari seluruh data yang ada dapat dinyatakan himpunan semesta masing-masing interval pada Tabel 1.

Tabel 1. Frekuensi Kepadatan Berdasarkan Data Hasil Transformasi

Berdasarkan Tabel 1 dapat ditunjukkan bahwa terdapat 4 frekuensi atau jumlah data perubahan persentase yang berbeda, yaitu 20, 8,

u_i	Batas Bawah	Batas Atas	Jumlah Data	Jumlah Sub-Interval	Lebar Sub-Interval
u_1	-4,533	-1,732	1	1	2,801
u_2	-1,732	1,068	1	1	2,801
u_3	1,068	3,869	20	4	0,700
u_4	3,869	6,670	8	3	0,934
u_i	6,670	9,470	1	1	2,801
u_i	9,470	12,271	2	2	1,400

2, dan 1, sehingga interval dengan frekuensi terbanyak pertama, yaitu 20 dibagi menjadi 4 sub-interval yang sama, interval dengan frekuensi terbanyak kedua, yaitu 8 akan dibagi menjadi 3 sub-interval yang sama, interval dengan frekuensi terbanyak ketiga, yaitu 2 akan dibagi menjadi 2 sub-interval yang sama, interval dengan frekuensi terbanyak keempat, yaitu 1 akan dibagi menjadi 1 sub-interval yang sama, dan seterusnya dibagi menjadi 1 sub-interval yang sama.

Pada akhirnya terdapat 12 sub-interval yang akan menjadi domain dari himpunan fuzzy yang dibentuk. Selanjutnya mencari lebar sub-interval yaitu nilai batas atas dikurangi batas bawah dan

dibagi dengan jumlah masing- masing sub-intervalnya.

Tahap Fuzzifikasi

Pada tahap *fuzzifikasi* akan dicari nilai-nilai titik tengah untuk 12 himpunan *fuzzy*, dan sebelum mencari nilai titik tengah maka terlebih dahulu mengetahui nilai batas bawah dan atas dari ke 12 himpunan *fuzzy* tersebut, dengan menggunakan data minimum yaitu -4,533. Selanjutnya untuk nilai batas atas pada masing-masing interval adalah penjumlahan dari batas bawah dengan lebar masing-masing sub interval, perhitungannya yakni sebagai berikut:

untuk batas atas $A_1 = -4,533 + 2,801$ maka diperoleh -1,732, dan nilai -1,732 ini menjadi batas bawah pada A_2 .

Untuk batas atas $A_2 = -1,732 + 2,801$ maka diperoleh 1,068, dan nilai 1,068 ini menjadi batas bawah pada A_3 dan seterusnya. Selanjutnya mencari nilai titik tengah dimana nilai titik tengah ini akan digunakan mencari nilai tegas (*crisp*) seperti Tabel 2.

Tabel 2. Interval *Fuzzy* Menggunakan Kepadatan Frekuensi

Batas Bawah	Batas Atas	Nilai Tengah
-4,533	-1,732	-3,132
-1,732	1,068	-0,332
1,068	1,768	1,418
1,768	2,469	2,118
2,469	3,169	2,819
3,169	3,869	3,519
3,869	4,802	4,335
4,802	5,736	5,269
5,736	6,670	6,203
6,670	9,471	8,071
9,471	10,871	10,171
10,871	12,271	11,571

Pada Tabel 2, tentukan masing-masing data hasil transformasi yang akan berada pada himpunan *fuzzy*, dimana $i = 1, \dots, 12$ dengan melihat batas atas dan batas bawah masing-masing interval *fuzzy* tersebut.

Defuzzifikasi Himpunan Fuzzy

Setelah ditetapkan himpunan *fuzzy* masing-masing untuk data transformasi pada tahap *fuzzifikasi* selanjutnya untuk memperoleh nilai *defuzzifikasi* (d_i^*) dengan menggunakan persamaan (2) berdasarkan fungsi keanggotan triangular yakni sebagai berikut:

a. Untuk A_1 sampai A_{11} dimana $2 \leq i \leq k - 1$ menggunakan persamaan:

$$\frac{0,5 + 1 + 0,5}{\frac{0,5}{b_{j-1}} + \frac{1}{b_j} + \frac{0,5}{b_{j+1}}}$$

b. Untuk A_1 dimana $i = 1$ maka menggunakan persamaan:

$$\frac{1 + 0,5}{\frac{1}{b_j} + \frac{0,5}{b_{j+1}}}$$

c. Untuk A_{12} imana Jika $i = k$, maka menggunakan persamaan:

$$\frac{0,5 + 1}{\frac{0,5}{b_{j-1}} + \frac{1}{b}}$$

Berdasarkan nilai hasil *defuzzifikasi* berdasarkan 12 himpunan *fuzzy* maka jika ditulis dalam bahasa sehari-hari atau nilai linguistik ke 12 himpunan *fuzzy* tersebut sebagai berikut :

- A_1 = Turun Sangat Sedikit
- A_2 = Turun Sedikit
- A_3 = Turun
- A_4 = Naik Sedikit
- A_5 = Naik
- A_6 = Naik Sekali
- A_7 = Sangat Naik Sekali
- A_8 = Sangat Sangat Naik Sekali
- A_9 = Naik Drastis
- A_{10} = Sangat Naik Drastis
- A_{11} = Sangat Naik Drastis Sekali
- A_{12} = Sangat Sangat Naik Drastis Sekali

Peramalan Data

Dari hasil *defuzzifikasi* dapat dilakukan peramalan data dengan menggunakan persamaan (4) .

$$x_i^* = \left(\frac{d_i^*}{100} \times 1980 \right) + 1980$$

$$x_i^* = \left(\frac{4,277}{100} \times 1.218.038 \right) + 1.218.038$$

$$= 1.270.130$$

Hasil peramalan lengkap terdapat pada Tabel 3.

Ukuran Ketepatan Peramalan

Dengan menggunakan persamaan 5 maka diperoleh nilai AFER sebesar 0,557 %. dimanainilai 0,557 % menunjukkan bahwa peramalan data dengan menggunakan metode *fuzzy time series using percentage change* sudah dikatakan tepat digunakan, karena nilai ukuran akurasi peramalannya relatif kecil.

Tabel 3. Hasil Peramalan Jumlah Penduduk Kalimantan Timur Tahun 1980 – 2013

Tahun	Jumlah Penduduk	Tahun	Peramalan
1980	1.218.038	1997	
1981	1.272.269	1998	1.270.130
1982	1.300.444	1999	1.297.665
1983	1.365.663	2000	1.367.874
1984	1.419.788	2001	1.424.072
1985	1.472.573	2002	1.469.008
1986	1.554.484	2003	1.548.929
1987	1.611.129	2004	1.608.378
1988	1.658.084	2005	1.655.095
1989	1.698.304	2006	1.691.179
1990	1.844.751	2007	1.832.204
1991	1.899.167	2008	1.895.094
1992	1.936.042	2009	1.937.074
1993	2.006.933	2010	2.003.165
1994	2.048.959	2011	2.046.991
1995	2.108.988	2012	2.104.875
1996	2.340.262	2013	2.342.318

Kesimpulan

1. Menggunakan metode *fuzzy time series using percentage change* pada data jumlah penduduk Kalimantan Timur 1980 sampai dengan tahun 2013 diperoleh 12 himpunan *fuzzy* yang merupakan linguistik dari data tersebut, dan grafik *time series plot* penerapan metode *fuzzy time series* tersebut tidak berbeda jauh dengan pola data aslinya. Pola data baik sebelum atau setelah penerapan metode *fuzzy time series using percentage change* sama-sama mengalami *trend positif*
2. Ukuran akurasi peramalan menggunakan *Average Forecasting Error Rate (AFER)*, maka diperoleh nilai sebesar 0,557. Nilai ini menunjukkan bahwa peramalan data dengan menggunakan metode *fuzzy time series using percentage change* sudah dikatakan tepat digunakan, karena nilai ukuran akurasi peramalannya relatif kecil.

Daftar Pustaka

- Arga, W. 1985. *Analisa Runtun Waktu Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta : BPFE- Yogyakarta
- Hernasary, Y. 2007. *Metode Time Invariant Fuzzy Time Series untuk Peramalan Pendaftaran Calon Mahasiswa*. Skripsi Sarjana Sains Bidang Matematika, Universitas Sumatera Utara.
- Jumingan. 2009. *Analisis Laporan Pendapatan*. Surakarta : Bumi Aksara
- Kusnanto, B. 1984. *Statistik Analisa Runtun Waktu dan Regresi Korelasi*: BPFE- Yogyakarta.

- Kusumadewi, S dan Purnomo, S. 2004. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk pendukung keputusan*. Jakarta : Erlangga.
- Makridakis, S. Wheelwright, S.C. dan McGee, V.E. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan Jilid 2*. Jakarta: Binarupa Aksara.
- Rosadi, D. 2005. *Pengantar Analisa Runtun Waktu*. Yogyakarta : Andi
- Stevenson, M dan Porter, J. E. 2009. *Fuzzy Time Series Using Percentage as the Universe of Discourse*. Prosiding World Academy of Science, Engineering and Technology. Vol.3 2009-07-23, hal 1-6.
- Subagyo, P. 2009. *Forecasting Konsep dan Aplikasi*. Yogyakarta : BPFE-Yogyakarta.