

# Prediksi Curah Hujan Menggunakan Metode Average Based dan High Order Fuzzy Time Series di Bandar Udara Juanda

Mifta Dwi Rachmawati<sup>1</sup>, Lilik Anifah<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Informatika/Teknik Informatika, Universitas Negeri Surabaya

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Informatika/Teknik Informatika, Universitas Negeri Surabaya

[Miftarachmawati@mhs.unesa.ac.id](mailto:Miftarachmawati@mhs.unesa.ac.id)

[Lilikanifah@unesa.ac.id](mailto:Lilikanifah@unesa.ac.id)

**Abstrak**—Peramalan adalah sebuah metode yang digunakan untuk memprediksi ketidakpastian di masa yang akan datang untuk mengambil sebuah keputusan. High Order Fuzzy Time Series adalah sebuah konsep baru pengembangan dari logika Fuzzy yang dapat melakukan prediksi menggunakan data historis dengan membentuk nilai-nilai linguistik dan menghasilkan peramalan yang lebih akurat. Pada penelitian ini, peneliti akan membahas mengenai prediksi curah hujan menggunakan metode High Order Fuzzy Time Series yang dikembangkan oleh Cheng yang merupakan pengembangan dari Chen pada tahun 1993 [5]. Penentuan panjang interval dilakukan di awal proses pada fuzzy time series ini. Panjang interval juga sangat berpengaruh dalam high order fuzzy time series dalam prediksi yang dihasilkan. Untuk menghasilkan panjang interval yang efektif, maka peneliti menggunakan metode berbasis rata – rata atau yang dikenal Average Based. Berdasarkan penelitian menggunakan metode tersebut, peneliti melakukan prediksi curah hujan bulan Januari 2019 didapatkan nilai MAPE terkecil menggunakan orde dua adalah menggunakan data Januari 2014 – Desember 2018 dengan hasil prediksi bulan Januari 2019 sebesar 3.94%. Prediksi curah hujan menggunakan Fuzzy Time Series orde tinggi menghasilkan nilai error yang lebih kecil dibandingkan Fuzzy Time Series biasa atau orde satu. Perhitungan menggunakan metode High Order Fuzzy Time Series dan Average Based sangat dipengaruhi oleh jumlah data yang digunakan dan jumlah interval dalam membagi data tersebut.

**Kata Kunci**— Curah hujan, forecasting, time series, high order fuzzy time series, average based, metode cheng.

## I. PENDAHULUAN

Cuaca dan iklim merupakan hal yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Terdapat banyak aktifitas yang dilakukan manusia dan bergantung pada keadaan cuaca dan iklim baik perseorangan maupun perusahaan [12]. Salah satu aktifitas manusia yang sangat berpengaruh dalam keadaan cuaca dan iklim adalah aktifitas penerbangan di Bandar Udara Juanda Surabaya. Prakiraan curah hujan merupakan tanggung jawab penting yang dilakukan oleh seluruh layanan meteorologi di dunia termasuk BMKG Stasiun Meteorologi Juanda Surabaya. Namun beberapa dekade terakhir perubahan cuaca dan iklim menjadi tidak menentu sehingga peningkatan kesalahan dari waktu ke waktu dalam hal analisis dan prakiraan semakin sering terjadi. Untuk mengetahui pola curah hujan tersebut

maka penulis merancang sebuah sistem prediksi curah hujan menggunakan data time series untuk melihat kemudian menganalisa pola hujan yang terbentuk dimasa yang akan datang.

Prediksi atau peramalan merupakan sebuah proses meramal dan mengadakan prakiraan terhadap berbagai kemungkinan yang akan terjadi pada masa mendatang. Prediksi atau peramalan dapat dilakukan dengan menggunakan data lampau kemudian diproyeksikan kedalam bentuk matematis guna memprediksi masa mendatang. Analisis data time series digunakan untuk menganalisa data dengan cara mempertimbangkan pengaruh waktu. Analisis tersebut dapat dilakukan untuk melakukan peramalan data beberapa periode kedepan sehingga dapat membantu tim forecast untuk memprakirakan besaran curah hujan yang terjadi di masa mendatang. Metode forecasting terdiri dari dua metode yakni metode kualitatif dan metode kuantitatif. Metode kuantitatif merupakan salah satu metode yang termasuk pada metode time series atau biasa disebut runtun waktu. Metode kuantitatif dibagi menjadi dua jenis peramalan yakni metode regresi dan metode time series. Metode time series yang saat ini telah berkembang antara lain: Autoregresif Integrated Moving Average (ARIMA), Moving Average (MA), Exponential smoothing, dan Time Series Regretion. Metode tersebut merupakan metode time series klasik [1].

Dalam penelitian terdahulu yang pernah dilakukan oleh Rofik dkk yang berjudul *Metode ARIMA Untuk Prediksi Curah Hujan Studi Kasus Semarang Jawa Tengah* melakukan prediksi curah hujan dengan menggunakan metode ARIMA menghasilkan nilai kolerasi sebesar 71,1% dan 75,48% [6]. Kemudian penelitian yang sama dilakukan oleh Zaenab dkk yang berjudul *Peramalan Curah Hujan Dengan Pendekatan Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average Studi Kasus: Curah hujan Bulanan di Kota Ambon, Provinsi Maluku* menggunakan metode Box-Jenkins pemodelan SARIMA untuk peramalan curah hujan bulanan 12 bulan ke depan diperoleh nilai MAPE sebesar 76,68818 dan RMSE sebesar 242,1469, namun dalam penelitian tersebut tidak begitu sesuai jika dibandingkan dengan data aktual tahun 2014 dikarenakan hasil ramalan yang diperoleh didasarkan oleh model ARIMA musiman [7]. Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Chandra yang berjudul *Kombinasi Logika Fuzzy dan Jaringan Syaraf Tiruan untuk Prakiraan Curah*

Hujan Timeseries di Area Puspo-Jawa Timur melakukan prediksi curah hujan dengan membandingkan metode Logika Fuzzy, Jaringan Syaraf Tiruan, dan Kombinasi Logika Fuzzy dan Jaringan Syaraf Tiruan. Dari penelitian tersebut didapatkan nilai RMSE sebesar 2.982 menggunakan logika fuzzy, RMSE sebesar 2.750 menggunakan jaringan syaraf tiruan, dan RMSE sebesar 2.399 dengan mengkombinasikan kedua metode tersebut [8]. Penelitian yang pernah dilakukan oleh Albana tahun 2017 dengan judul *Prediksi Curah Hujan Dengan Menggunakan Fuzzy Forecasting Berbasis Automatic Clustering dan Axiomatic Fuzzy Set Classification* untuk prediksi curah hujan di provinsi Kalimantan Selatan diperoleh nilai RMSE sebesar 52,32 dan nilai MAPE sebesar 43,53 [9].

Dalam penelitian ini akan dilakukan prakiraan curah hujan menggunakan metode average based dan high order fuzzy time series. Metode tersebut adalah pengembangan dari metode fuzzy time series yang pertama kali diperkenalkan oleh Song dan Chissom pada tahun 1993 untuk meramalkan jumlah pendaftar di Universitas Alabama dari tahun ke tahun berdasarkan dari data historis yang ada [11]. Hasil dari penelitian yang telah dilakukan oleh Khan dan kawan kawan untuk memprediksi jumlah pendaftar di Universitas Alabama menggunakan metode tersebut mendapatkan nilai average forecasting error rate (AFER) sebesar 0,521% dan Root Mean Square Error (RMSE) sebesar 92.862 [2]. Peneliti berharap dengan dilakukan penelitian “prediksi curah hujan menggunakan metode average based dan high order fuzzy time series” ini dapat memberikan nilai akurasi dengan nilai error terkecil dibandingkan dengan metode fuzzy time series biasa.

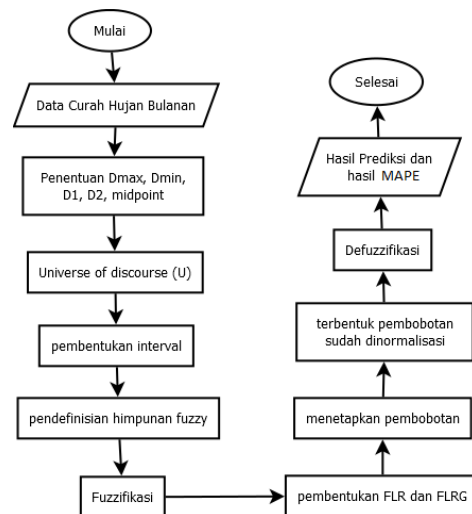
## II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian mengenai prediksi curah hujan bulanan ini menggunakan metode high order fuzzy time series yang dikembangkan oleh cheng dalam memprediksi jumlah curah hujan bulan selanjutnya berdasarkan data time series yang dimasukkan. Dalam metode fuzzy time series tersebut ada proses penentuan intervalnya, penentuan interval tersebut digunakan metode average based [10]. Penelitian ini berdasarkan data time series pada masa lampau dengan menggunakan jumlah curah hujan bulanan yang terjadi di daerah sekitar Bandar Udara Juanda Surabaya.

Dengan menggunakan metode high order fuzzy time series cheng dan average based sebagai panjang intervalnya, maka kekurangan metode fuzzy time series biasa yang menggunakan orde pertama dalam peramalan dapat diatasi dengan menggunakan orde kedua dengan penentuan interval berbasis rata-rata untuk meningkatkan akurasi peramalan.

### A. Fuzzy Time Series Cheng

Pada tahap ini proses perhitungan menggunakan metode *high order fuzzy time series* dan *average based* untuk menentukan panjang intervalnya adalah sebagai berikut:



Gbr. 1 Flowchart High Order Fuzzy Time Series Cheng

1. Data time series curah hujan bulanan yang telah didapatkan kemudian digunakan sebagai inputan pada metode high order fuzzy time series.
2. Penerapan high order fuzzy time series dengan menentukan D1 dan D2 yang merupakan bilangan positif inputan peneliti
3. Menentukan U (semesta pembicaraan) data historis, yaitu:

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

Dmin : Data minimum

Dmax : Data maximum

D1 dan D2 merupakan bilangan positif yang ditentukan oleh peneliti untuk menentukan himpunan semesta dari himpunan data historis yang dibentuk

4. Menentukan panjang interval dengan menggunakan average based
5. Mendefinisikan sebuah himpunan fuzzy  $A_i$  kemudian dilakukan fuzzifikasi pada data historis yang akan digunakan. Contoh  $A_1, A_2, \dots, A_n$  merupakan himpunan fuzzy yang mempunyai nilai linguistik dari variabel linguistik kemudian didefinisikan pada semesta pembicaraan U adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A_1 &= \frac{1}{w_1} + \frac{0}{w_2} + \frac{0}{w_3} + \frac{0}{w_4} + \dots + \frac{0}{w_n} \\ A_2 &= \frac{0}{w_1} + \frac{1}{w_2} + \frac{0}{w_3} + \frac{0}{w_4} + \dots + \frac{0}{w_n} \\ A_3 &= \frac{0}{w_1} + \frac{0}{w_2} + \frac{1}{w_3} + \frac{0}{w_4} + \dots + \frac{0}{w_n} \\ A_p &= \frac{0}{w_1} + \frac{0}{w_2} + \frac{0}{w_3} + \dots + \frac{0}{w_{p-1}} + \frac{1}{w_p} \end{aligned} \quad (2)$$

6. Selanjutnya adalah membentuk Fuzzy Logical Relationship (FLR) berdasarkan data historis. Dalam pembentukan FLR ini akan dilibatkan 2 atau lebih data historis yang dapat disimbolkan dengan  $(F(t-n), \dots, F(t-2), F(t-1))$
7. Mengklasifikasikan FLR dari data historis ke dalam grup sehingga terbentuk Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG). Dalam *high order* ini akan digunakan

orde dua dengan melibatkan 2 data historis  $F(t-2)$  dan  $F(t-1)$ , sehingga terbentuk FLRG menjadi kelompok berdasarkan data pengamatan  $F(t-2)$  dan  $F(t-1)$  untuk orde dua

8. Menetapkan bobot dalam kelompok FLR, misalnya terdapat suatu urutan FLR yang sama,
  - (r = 1)  $A1 \rightarrow A1$  diberi bobot 1
  - (r = 2)  $A2 \rightarrow A1$  diberi bobot 1
  - (r = 3)  $A1 \rightarrow A1$  diberi bobot 2
  - (r = 4)  $A1 \rightarrow A1$  diberi bobot 3
  - (r = 5)  $A1 \rightarrow A1$  diberi bobot 4

9. Kemudian mentransfer bobot yang terbentuk kedalam matriks pembobotan yang sudah dinormalisasi ( $N_k(t)$ ) dengan persamaan sebagai berikut:

$$N_k(t) = [w_1^k, w_2^k, \dots, w_n^k] \quad (3)$$

$$= \left[ \frac{w_1^k}{\sum_{i=1}^n w_i^k}, \frac{w_2^k}{\sum_{i=1}^n w_i^k}, \dots, \frac{w_n^k}{\sum_{i=1}^n w_i^k} \right]$$

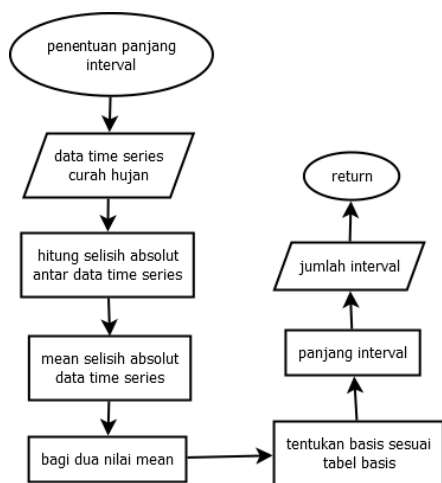
10. Menghitung hasil peramalan dengan persamaan sebagai berikut:

$$F_t = L_{df}(t-1) \cdot N_k(t-1) \quad (4)$$

Dengan  $L_{df}(t-1)$  merupakan matriks defuzzy  $L_{df}(F) = [m1, m2, \dots, mk]$  dimana  $mk$  adalah nilai tengah dari tiap interval dan  $W_n(t-1)$  adalah matriks pembobotan. Jika hasil fuzzifikasi periode ke- $i$  adalah  $A_i$  dan  $A_i$  tidak memiliki FLR pada FLRG  $A_i \rightarrow \emptyset$ , dimana nilai maksimum derajat keanggotaannya berada pada  $u_i$ , maka nilai peramalan ( $F_i$ ) adalah nilai tengah dari  $u_i$ , atau disebut dengan  $mi$ .

### B. Average Based

Salah satu metode untuk menentukan panjang interval yang efektif adalah dengan metode berbasis rata-rata [3], yang memiliki algoritma sebagai berikut:



Gbr. 2 Flowchart Average Based

1. Menghitung seluruh nilai absolut selisih antara  $X_{t-1}$  dan  $X_t (t = 1, \dots, n-1)$  sehingga didapatkan rata-rata nilai selisih absolut sebagai berikut:

$$Mean = \frac{\sum_{t=1}^{n-1} |X_{t+1} - X_t|}{n} \quad (5)$$

dimana:

- Mean : rata-rata
- N : banyaknya observasi
- Xt : data pada waktu ke-t

2. Menentukan setengah dari rata-rata yang didapatkan dari langkah pertama kemudian dijadikan untuk panjang interval dengan persamaan sebagai berikut:

$$l = \frac{Mean}{2} \quad (6)$$

dimana  $l$  merupakan panjang interval

3. Berdasarkan panjang interval tersebut, ditentukan basis dari panjang interval sesuai dengan tabulasi basis pada Tabel 1

TABEL I  
UKURAN FONT UNTUK MAKALAH

Jangkauan	Basis
0,1 - 1,0	0,1
1,1 - 10	1
10 - 100	10
100 - 1000	100

4. Panjang interval yang didapat kemudian dibulatkan sesuai dengan tabel basis interval.
5. Langkah selanjutnya adalah menentukan jumlah interval (bilangan fuzzy) dengan persamaan berikut:

$$p = \frac{(D_{max} - D_{min})}{l} \quad (7)$$

dimana  $p$  merupakan jumlah kelas

### C. Perhitungan Akurasi

Cara menghitung Mean Absolute Percentage Error (MAPE) adalah dengan menghitung kesalahan absolut pada setiap periode yang dibagi dengan nilai observasi yang nyata untuk periode itu kemudian nilai tersebut dirata-ratakan. MAPE merupakan pengukuran kesalahan dengan menghitung ukuran presentase penyimpangan antara data aktual dengan data peramalan [4]. Nilai MAPE dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$MAPE = \sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right| \times 100\% \quad (8)$$

- Xt = Data aktual pada periode t
- Ft = Nilai peramalan pada periode t
- n = Jumlah data

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Data

Data yang digunakan dalam penerapan sistem ini adalah data curah hujan bulanan pada Bandar Udara Juanda Surabaya dalam milimeter (mm). Data yang digunakan merupakan data bulan Januari tahun 2010 hingga bulan Desember tahun 2018.

TABEL III  
 DESKRIPSI DATA CURAH HUJAN

Data	Curah Hujan
Jan-10	581.7
Feb-10	487.6
Mar-10	313.5
⋮	⋮
⋮	⋮
Des-18	348
Jan-19	491.2
Feb-19	493.7
Mar-19	267.4

#### B. Analisis Data

Analisis deskriptif dilakukan dengan melihat grafik dan pola data yang terbentuk dari data deret waktu atau data *time series* jumlah curah hujan bulanan pada bulan januari 2010 hingga desember 2018. Pada tabel II dapat dilihat bahwa jumlah curah hujan terendah pada daerah sekitar bandar udara juanda Surabaya dari semua data adalah 0 mm. Sedangkan jumlah curah hujan tertinggi untuk data pertama adalah 556 milimeter dan data kedua hingga data terakhir adalah 589.6 milimeter. Rata-rata data curah hujan pada setiap data dapat dilihat pada tabel II sebagai berikut.

TABEL IIIII  
 DESKRIPSI DATA CURAH HUJAN

Data	Jumlah	Min	Max	Mean
Jan'17-Feb'18	24	0	556	195.1625
Jan'16-Feb'18	36	0	589.6	168.7056
Jan'15-Feb'18	48	0	589.6	173.8208
Jan'14-Feb'18	60	0	589.6	172.06
Jan'13-Feb'18	72	0	589.6	171.5042
Jan'12-Feb'18	84	0	589.6	182.4417
Jan'11-Feb'18	96	0	589.6	181.7563
Jan'10-Feb'18	108	0	589.6	181.7741

#### C. Penerapan FTS dan Average Based

Penerapan metode *Fuzzy Time Series* dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan algoritma Cheng dan *Average Based* untuk prakiraan curah hujan bulanan di Bandar Udara Juanda Surabaya. Orde yang digunakan pada penelitian ini adalah orde dua. Berikut adalah data bulan Januari 2017 – Desember 2018 dengan menggunakan FTS orde dua:

1. Pembentukan universe of discourse ( U )

Sesuai dengan persamaan (1) peneliti melakukan prosesing data, didapatkan data minimum sebesar 0 milimeter dan data maksimum sebesar 556 milimeter. Kemudian untuk nilai D1 dan D2 peneliti menetapkan masing-masing nilai sebesar 0 dan 44. Sehingga nilai yang didapatkan adalah  $U = [0, 600]$

2. Average Based

Penentuan panjang interval menggunakan Average Based dengan menggunakan  $U = [0, 600]$  sebagai himpunan semesta dan diperoleh jumlah interval atau jumlah fuzzy set sebanyak 12 sehingga diperoleh nilai 50 sebagai panjang interval efektif sesuai dengan tabel basis interval.

3. Fuzzifikasi

Langkah berikutnya adalah melakukan fuzzifikasi berdasarkan interval yang sudah terbentuk. Dari data awal hingga akhir dikelompokkan sesuai dengan banyaknya interval tersebut. Misalkan data pertama masuk pada rentang interval yang sesuai, maka dituliskan dengan fuzzy set yang sesuai.

TABEL IVV  
 FUZZIFIKASI

Bulan	2017	2018
Januari	A9	A7
Februari	A6	A12
Maret	A4	A9
April	A6	A6
Mei	A2	A1
Juni	A2	A2
Juli	A1	A1
Agustus	A1	A1
September	A1	A1
Oktober	A2	A1
November	A7	A4
Desember	A9	A7

4. FLR

Pada tahap ini fuzzifikasi yang telah terbentuk kemudian dibentuk menjadi FLR dengan cara  $F(t-2)$ ,  $F(t-1) = A_i$ ,  $A_j$  dan  $F_t = A_k$  maka  $A_i, A_j \rightarrow A_k$

TABEL V  
 FLR

Bulan	2017	2018
Januari	-	A7, A9 → A7
Februari	-	A9, A7 → A12
Maret	A9, A6 → A4	A7, A12 → A9
April	A6, A4 → A6	A12, A9 → A6
Mei	A4, A6 → A2	A9, A6 → A1
Juni	A6, A2 → A2	A6, A1 → A2
Juli	A2, A2 → A1	A1, A2 → A1
Agustus	A2, A1 → A1	A2, A1 → A1
September	A1, A1 → A1	A1, A1 → A1
Oktober	A1, A1 → A2	A1, A1 → A1
November	A1, A2 → A7	A1, A1 → A4
Desember	A2, A7 → A9	A1, A4 → A7

5. FLRG

Dalam pembentukan FLRG selanjutnya yaitu dengan cara mengelompokkan dari sisi kiri atau  $F(t-2)$  pada tabel FLR atau yang sama sehingga digabungkan dalam sebuah group yang sesuai. Misalnya, terdapat pasangan  $A1,A1 \rightarrow A1$ ,  $A1,A1 \rightarrow A2$ ,  $A1,A1 \rightarrow A3$ . Sehingga FLRG yang terbentuk adalah  $A1,A1 \rightarrow A1$ ,  $A2$ ,  $A3$ . Kemudian pada langkah selanjutnya adalah pemberian bobot pada setiap grup yang ada pada FLRG berdasarkan banyaknya (t) yang telah dibentuk dari FLR. Misalnya pada FLR berisi  $A1,A1 \rightarrow A1$ ,  $A1,A2 \rightarrow A2$ ,  $A1,A2 \rightarrow A2$ , dari FLR tersebut diketahui bahwa  $A1,A2 \rightarrow A2$  ada sebanyak 2 kali sehingga diberikan bobot 2 pada FLRG tersebut sehingga terbentuk  $A1,A1 \rightarrow A1$  dan  $A1,A2 \rightarrow A2,A2$ . Selanjutnya adalah pembentukan pembobotan normalisasi yaitu dengan diberikan angka pada fuzzifikasi yang sama yaitu  $w1 = 1$  (dari  $A1,A1$ ) dan  $w2 = 2$  (dari  $A1, A2$ ).

TABEL VI  
FLRG

Grup	FLRG
1	A9, A6→A4,A1,
2	A6, A4→A6,
3	A4, A6→A2,
4	A6, A2→A2,
5	A2, A2→A1,
6	A2, A1→A1,A1,
7	A1, A1→A1,A2,A1,A1,A4,
8	A1, A2→A7,A1,
9	A2, A7→A9,
10	A7, A9→A7,
11	A9, A7→A12,
12	A7, A12→A9,
13	A12, A9→A6,
14	A6, A1→A2,
15	A1, A4→A7,

6. Hasil Peramalan

Langkah terakhir adalah melakukan prakiraan atau peramalan dengan berbagai jumlah data yang ada. Untuk mendapatkan nilai peramalan dapat digunakan persamaan (4)

TABEL VII  
PREDIKSI CURAH HUJAN ORDE DUA BULAN JANUARI 2019

Data	MAPE (%)
Januari'17 – Desember'18	9,931
Januari'16 – Desember'18	20,616
Januari'15 – Desember'18	5,127
Januari'14 – Desember'18	3,943
Januari'13 – Desember'18	6,367
Januari'12 – Desember'18	5,795
Januari'11 – Desember'18	5,644
Januari'10 – Desember'18	5,053

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti yakni memprediksi curah hujan bulan selanjutnya dengan menggunakan *High Order Fuzzy Time Series* dan *Average Based* dengan menggunakan orde 2 diperoleh kesimpulan bahwa dalam memprediksi curah hujan menggunakan FTS orde tinggi dan *Average Based*, jumlah data dan fuzzy set yang dihasilkan oleh *Average Based* dapat mempengaruhi Fuzzifikasi, FLR, dan FLRG yang akan dihasilkan untuk memprediksi bulan selanjutnya.

Dari hasil yang didapatkan oleh peneliti, nilai MAPE terkecil menggunakan orde dua adalah menggunakan 60 data dengan hasil prediksi bulan Januari 2018 sebesar 3.94%. Secara keseluruhan, prediksi curah hujan menggunakan FTS orde tinggi menghasilkan nilai error yang lebih kecil dibandingkan FTS biasa atau orde satu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Allah SWT. yang selalu memberi kemudahan dan kelancaran dalam mengerjakan jurnal ini dan semua pihak terkait yang selalu memberi semangat sehingga jurnal ini dapat terselesaikan dengan baik.

REFERENSI

- [1] Makridakis, S., S. C., W., & V. E., M. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan jilid 1 alih bahasa Hari Suminto*. Jakarta: Binarupa.
- [2] Khan, M. S., Burney, S. A., & Ali, S. M. (2018). A Novel High Order Fuzzy Time Series Forecasting Method with Higher Accuracy Rate. *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*, VOL. 18 No. 5.
- [3] Fauziah, N., Wahyuni, S., & Nasution, Y. N. (2016). Peramalan Menggunakan Fuzzy Time Series Chen, Studi Kasus: Curah Hujan Kota Samarinda. *Statistika*.
- [4] Fadhillah, A., Bettiza, M., & Ritha, N. (2017). Perbandingan Model Chen dan Model Cheng Pada Algoritma Fuzzy Time Series Untuk Prediksi Harga Bahan Pokok.
- [5] Sumartini, Hayati, Memi Nor., & Wahyuningsih, Sri. (2017). Peramalan Menggunakan Metode Time Series Cheng. *Jurnal Eksponensial* Volume 8, Nomor 1.
- [6] A., R. M., Gernowo, R., Setyawan, A., & Nursamsiah. (2012). Model ARIMA Untuk Prediksi Curah Hujan, Studi Kasus Semarang Jateng. *Berkala Fisika*, 91-94.
- [7] Kafara, Z., Rumlwang, F. Y., & Sinay, L. J. (2017). Peramalan Curah Hujan Dengan Pendekatan Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA), Studi Kasus: Curah Hujan Bulanan di Kota Ambon, Provinsi Maluku. *Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, 63-74.
- [8] Utomo, M. C., Mahmudy, W. F., & Anam, S. (2017). Kombinasi Logika Fuzzy dan Jaringan Syaraf Tiruan untuk Prakiraan Curah Hujan Timeseries di Area Puspo Jawa Timur. *Jurnal teknologi Informasi dan Ilmu komputer*, 160-167.
- [9] Albana, I. A. (2017). Prediksi Curah Hujan Dengan Menggunakan Fuzzy Forecasting Berbasis Automatic Clustering dan Axiomatic Fuzzy Set Classification. *e-Proceeding of Engineering*, 5120.
- [10] Chen, S. M. (1996). Forecasting Enrollments Based On Fuzzy Time Series. *Elsevier*, 311-319.
- [11] Song, Q., & Chissom, B. S. (1994). Forecasting Enrollments with Fuzzy Time Series.
- [12] Hk., B. T. (2012). *Mikrofisika Awan dan Hujan*. Jakarta: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.