

PENERAPAN *FUZZY TIME SERIES* CHEN AVERAGE BASED PADA PERAMALAN CURAH HUJAN

Vita Virgianti, Shantika Martha, Nurfitri Imro'ah

INTISARI

Fuzzy time series merupakan salah satu metode peramalan data yang dapat melihat pola dari data historis kemudian digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang. Metode tersebut merupakan konsep yang dikenal dengan istilah kecerdasan buatan dalam peramalan dimana data historis tersebut dibentuk dalam nilai-nilai linguistik. Penelitian ini menganalisis data curah hujan Kabupaten Melawi bulan Januari 2016 – Desember 2019 menggunakan fuzzy time series Chen untuk meramalkan curah hujan bulan Januari 2020. Pada proses ini penentuan panjang interval menggunakan metode average based, kemudian menentukan himpunan fuzzy, melakukan fuzzifikasi dan menentukan Fuzzy Logic Relations (FLR) serta Fuzzy Logic Relations Group (FLRG), selanjutnya melakukan defuzzifikasi nilai peramalan. Kemudian diperoleh hasil peramalan curah hujan pada bulan Januari 2020 yaitu 631 mm. Nilai ketepatan peramalan yang dihitung menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) adalah 44,57%.

Kata Kunci: *Average based, fuzzy time series, peramalan*

PENDAHULUAN

Peramalan data untuk beberapa periode ke depan dapat dilakukan dengan analisis data runtun waktu. Analisis runtun waktu sendiri merupakan salah satu prosedur statistika yang diterapkan untuk meramalkan struktur probabilistik keadaan yang akan terjadi di masa yang akan datang dalam rangka pengambilan keputusan [1]. Data runtun waktu merupakan serangkaian data pengamatan yang terjadi berdasarkan indeks waktu secara berurutan dengan interval waktu tetap.

Metode peramalan kuantitatif dibagi menjadi dua jenis peramalan utama yaitu metode kausal (regresi) dan metode *time series* yang telah berkembang antara lain ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*), *Moving Average*, *Exponential Smoothing*, dan *Time Series Regression*. Metode *time series* ini disebut sebagai metode *time series* klasik.

Konsep *artificially intelligence* atau disebut juga dengan kecerdasan buatan merupakan alat baru untuk peramalan. Konsep ini terbagi menjadi beberapa metode yakni *Fuzzy Time Series*, *Neural Network*, dan *Genetic Algorithm*. *Fuzzy time series* merupakan suatu metode peramalan data yang menggunakan prinsip – prinsip dasar *fuzzy* yang dikembangkan oleh Prof. L. Zadeh yang kemudian dikembangkan oleh Song dan Chissom pada tahun 1993. Metode tersebut merupakan konsep baru untuk peramalan dengan menggunakan logika *fuzzy* dalam masalah peramalan *time series* yang mampu memberikan penjelasan pada data yang samar dan disajikan dalam nilai – nilai linguistik [1]. Model dari Song dan Chissom dikembangkan lagi oleh Chen dengan memanfaatkan operasi aritmatika untuk memecahkan masalah dengan kasus yang sama.

Pada penelitian ini dilakukan analisis menggunakan metode *fuzzy time series* yang dikembangkan oleh Chen pada tahun 1996 dengan penentuan panjang intervalnya berbasis rata – rata. Metode ini diterapkan pada data curah hujan di Kabupaten Melawi bulan Januari 2016 – Desember 2019.

HIMPUNAN FUZZY

Logika *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Prof. L. Zadeh dari Universitas California, Berkeley pada tahun 1965. Logika *fuzzy* merupakan salah satu komponen pembentuk *soft computing*. *Fuzzy logic* diperkenalkan sebagai metode perhitungan dengan menggunakan kata untuk menyelesaikan ketidakpastian (*uncertainty*) [2]. Sebuah algoritma yang didasarkan pada *fuzzy decision making* membantu untuk memilih model yang paling optimum dengan mempertimbangkan set kriteria dan spesifikasi model [3].

Himpunan *fuzzy* (*fuzzy set*) adalah sebuah kelas atau golongan dari objek dengan sebuah rangkaian kesatuan (*continuum*) dari derajat keanggotaan (*grad of membership*). Misalkan U adalah himpunan semesta, dengan $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ yang mana u_i adalah nilai yang mungkin dari U , kemudian variabel linguistik A_i terhadap U dapat dirumuskan:

$$A_i = \frac{\mu_{A_i}(u_1)}{u_1} + \frac{\mu_{A_i}(u_2)}{u_2} + \frac{\mu_{A_i}(u_3)}{u_3} + \dots + \frac{\mu_{A_i}(u_n)}{u_n} \quad (1)$$

μ_{A_i} adalah fungsi keanggotaan dari *fuzzy set* A_i , sedemikian hingga $\mu_{A_i}: U \rightarrow [0,1]$. Jika u_j adalah keanggotaan dari A_i , maka $\mu_{A_i}(u_j)$ adalah derajat keanggotaan u_j terhadap A_i [4]. Nilai derajat keanggotaan dari $\mu_{A_i}(u_j)$ ditentukan berdasarkan aturan [5]:

Aturan 1 : Jika data aktual X_t termasuk dalam u_i , maka derajat keanggotaan untuk u_i adalah 1, dan u_{i+1} adalah 0,5 dan jika bukan u_i dan u_{i+1} , berarti dinyatakan nol.

Aturan 2 : Jika data aktual X_t termasuk dalam u_i , $1 \leq i \leq p$ maka derajat keanggotaan untuk u_i adalah 1, untuk u_{i-1} dan u_{i+1} adalah 0,5 dan jika bukan u_i , u_{i-1} dan u_{i+1} berarti dinyatakan nol.

Aturan 3 : Jika data aktual X_t termasuk dalam u_i , maka derajat keanggotaan untuk u_i adalah 1, dan untuk u_{i-1} adalah 0,5 dan jika bukan u_i dan u_{i-1} berarti dinyatakan nol.

FUZZY TIME SERIES

Fuzzy time series merupakan suatu metode peramalan data yang menggunakan prinsip-prinsip *fuzzy* sebagai dasarnya. Peramalan dengan menggunakan *fuzzy time series* dapat menangkap pola dari data yang telah lalu kemudian digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang [6].

Konsep *fuzzy* dasar dikembangkan oleh L. Zadeh yang kemudian dikembangkan oleh Song dan Chissom pada tahun 1993. Proses peramalan dengan menggunakan metode ini tidak membutuhkan suatu sistem pembelajaran dari sistem yang rumit, sehingga mudah untuk digunakan dan dikembangkan [4].

Fuzzy time series chen average based

Chen (1996) mengembangkan *fuzzy time series* berdasarkan Song dan Chissom (1993) dengan operasi sederhana, mengandung operasi matriks yang kompleks, dan memiliki pembobot yang sama besar. Langkah-langkah peramalan menggunakan *fuzzy time series* Chen adalah sebagai berikut:

- i. Pembentukan himpunan semesta (U).

Pembentukan himpunan semesta pada *fuzzy time series* Chen menggunakan persamaan

$$U = [D_{min} - D_1; D_{max} + D_2] \quad (2)$$

Dengan D_1 dan D_2 adalah nilai konstanta yang ditentukan oleh peneliti. D_{min} adalah data terkecil dari data historis dan D_{max} adalah data terbesar dari data historis.

- ii. Pembentukan interval.

Pada penelitian ini metode yang digunakan untuk pembentukan interval adalah metode berbasis rata-rata (*average based*), yang memiliki algoritma:

Menghitung semua nilai mutlak selisih antara X_{t+1} dan X_1 ($t = 1, \dots, n - 1$) sehingga diperoleh rata-rata nilai selisih mutlak:

$$rata - rata = \frac{\sum_{i=1}^n |X_{t+1} - X_1|}{n - 1} \quad (3)$$

1. Menentukan setengah dari rata-rata yang diperoleh dari langkah pertama untuk kemudian dijadikan sebagai panjang interval dengan persamaan

$$l = \frac{rata - rata}{2} \quad (4)$$

2. Berdasarkan panjang interval yang diperoleh, kemudian ditentukan basis dari panjang interval sesuai dengan tabulasi basis. Tabel 1. menjelaskan tentang panjang interval dan basisnya

Tabel 1. Basis Interval

Interval	Basis
0,1 – 1,0	0,1
1,1 – 10	1
11 – 100	10
101 – 1000	100

3. Menentukan jumlah interval (bilangan *fuzzy*), yaitu dengan persamaan

$$p = \frac{(D_{max} + D_2 - D_{min} - D_1)}{l} \quad (5)$$

- iii. Menentukan himpunan *fuzzy*

Himpunan *fuzzy* (*fuzzy set*) adalah sebuah kelas atau golongan dari objek dengan sebuah rangkaian kesatuan (*continum*) dari derajat keanggotaan (*grad of membership*). Misalkan U adalah himpunan semesta, dengan $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ yang mana u_i adalah nilai yang mungkin dari U , kemudian variabel linguistik A_i terhadap U dirumuskan dengan persamaan 1.

μ_{A_i} adalah fungsi keanggotaan dari *fuzzy set* A_i , sedemikian hingga $\mu_{A_i}: U \rightarrow [0,1]$. Jika u_j adalah keanggotaan dari A_i , maka $\mu_{A_i}(u_j)$ adalah derajat keanggotaan u_j terhadap A_i .

- iv. Melakukan fuzzifikasi dan menentukan *Fuzzy Logic Relations* (FLR) serta *Fuzzy Logic Relations Group* (FRLG).

Menentukan FLR dan membuat grup sesuai dengan waktu. FLR $A_i \rightarrow A_j$ ditentukan berdasarkan nilai A_i yang telah ditentukan pada langkah sebelumnya, dimana A_i adalah bulan n dan A_j bulan $n + 1$ pada *time series*. Misalnya jika FLR berbentuk $A_1 \rightarrow A_2, A_1 \rightarrow A_1, A_1 \rightarrow A_3, A_1 \rightarrow A_1$, maka FLRG yang terbaik yang terbentuk adalah $A_1 \rightarrow, A_1, A_2, A_3$

- v. Defuzzifikasi nilai Peramalan

Defuzzifikasi nilai peramalan pada metode *fuzzy time series* Chen terdapat beberapa aturan yang harus diperhatikan, antara lain

1. Jika hasil fuzzifikasi pada bulan ke t adalah A_i dan terdapat himpunan *fuzzy* yang tidak mempunyai relasi logika *fuzzy*, misal jika $A_i \rightarrow \emptyset$, dimana nilai maksimum fungsi keanggotaannya dari A_i berada pada interval u_i dan nilai tengah u_i adalah m_i , maka hasil peramalan F_{t+1} adalah m_i .
2. Jika hasil fuzzifikasi bulan ke t adalah A_i dan hanya terdapat satu FLR pada FLRG, misalnya jika $A_i \rightarrow A_j$ dimana A_i dan A_j adalah himpunan *fuzzy* dan nilai maksimum fungsi keanggotaan dari A_j berada pada interval u_j dan nilai tengah dari u_j adalah m_j , maka hasil peramalan F_{t+1} adalah m_j .
3. Jika hasil fuzzifikasi pada bulan ke t adalah A_i dan A_i memiliki beberapa FLR pada FLRG, misalnya $A_i \rightarrow A_{j1}, A_{j2}, \dots, A_{jk}$ dimana $A_i, A_{j1}, A_{j2}, \dots, A_{jk}$ adalah himpunan *fuzzy* dan nilai

maksimum fungsi keanggotaan dari $A_{j1}, A_{j2}, \dots, A_{jk}$ berada pada interval $u_{j1}, u_{j2}, \dots, u_{jk}$ dan $m_{j1}, m_{j2}, \dots, m_{jk}$, maka hasil peramalan F_{t+1} adalah

$$F_{t+1} = \frac{m_{j1} + m_{j2} + \dots + m_{jk}}{k} \quad (6)$$

Dimana k adalah banyaknya jumlah nilai tengah (*midpoint*) dan untuk mencari nilai tengah (m_i) pada interval himpunan *fuzzy* dapat digunakan persamaan [1]:

$$m_i = \frac{(\text{batas atas } i + \text{batas bawah } i)}{2} \quad (7)$$

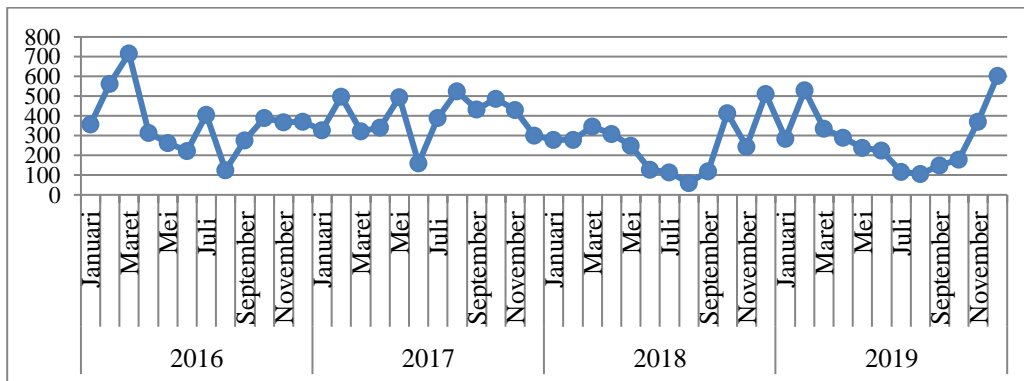
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data curah hujan Kabupaten Melawi pada periode Januari 2016 – Desember 2019. Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa curah hujan terendah adalah sebesar 61 mm pada bulan Agustus tahun 2018, sedangkan curah hujan tertinggi data tersebut adalah 715,8 mm pada bulan Maret 2016. Rata rata data curah hujan Kabupaten Melawi bulan Januari 2016 - Desember 2019 adalah 324,204 mm dengan standar deviasi sebesar 21,069.

Tabel 2. Statistik Deskriptif Curah Hujan (mm)

Mean	Standar Deviasi	Minimum	Maksimum	N
324,204	21,069	61	715,8	48

Untuk melihat pola data pada curah hujan digunakan plot, Gambar 1 menunjukkan hasil plot dari curah hujan pada bulan Januari 2016 - Desember 2019.



Gambar 1. Curah Hujan Kab. Melawi

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa curah hujan mengalami pergerakan yang tidak tertentu atau pada data curah hujan tersebut tidak menunjukkan pola tertentu. Hal ini dapat disebabkan faktor – faktor yang tidak terduga seperti halnya arah angin, kelembapan, tekanan udara, dan sebagainya

Analisis *fuzzy time series* Chen average based curah hujan bulan januari 2016 – desember 2019

Tahap ini berisi tentang analisis *fuzzy time series* Chen average based yang diolah menggunakan *Microsoft Excel*.

1. Pembentukan Himpunan Semesta (U)

Berdasarkan data curah hujan didapatkan data minimum sebesar 61 mm dan nilai maksimum sebesar 715,8 mm. Kemudian untuk nilai D_1 dan D_2 peneliti menetapkan nilai masing masing yaitu 0. Sehingga himpunan semesta yang dihasilkan yaitu

$$\begin{aligned} U &= [61 - 0 ; 715,8 + 0] \\ &= [61; 715,8] \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh himpunan semesta $U = [61 ; 715,8]$

2. Pembentukan Interval

Pada penelitian ini digunakan metode *average based* yaitu panjang interval berbasis rata rata, metode tersebut merupakan salah satu metode yang efektif dalam penentuan panjang interval, yang memiliki algoritma

- a. Menghitung semua nilai mutlak selisih antara X_{t+1} dan $X_1(t = 1, \dots, n - 1)$ sehingga diperoleh rata rata nilai selisih mutlak

$$\begin{aligned} \text{rata - rata} &= \frac{5761,8}{48} \\ &= 120,0375 \end{aligned}$$

- b. Menentukan setengah dari rata-rata yang diperoleh dari langkah pertama untuk kemudian dijadikan sebagai panjang interval dengan persamaan

$$\begin{aligned} l &= \frac{120,0375}{2} \\ &= 60,0187 \end{aligned}$$

Berdasarkan panjang interval yang diperoleh, kemudian ditentukan basis dari panjang interval sesuai dengan tabulasi basis. Maka diperoleh hasil panjang interval yaitu 60.

- c. Menentukan jumlah interval (bilangan *fuzzy*), yaitu dengan persamaan

$$\begin{aligned} p &= \frac{(715,8 + 0 - 61 - 0)}{60} \\ &= \frac{715,8 - 61}{60} \\ &= \frac{654,8}{60} \\ &= 10,9133 \end{aligned}$$

Setelah didapatkan jumlah kelas interval sebesar 11 dan panjang interval sebesar 60 maka menghasilkan nilai u_1 sampai dengan u_{11} yang merupakan interval – interval dari himpunan semesta (U). Interval dari himpunan semesta (U) ditunjukkan oleh Tabel 4.2

Tabel 3. Interval dari Himpunan Semesta (U)

No.	Interval	Nilai Tengah (m)
1	$u_1 = [61 ; 121]$	$m_1 = 91$
2	$u_2 = [121 ; 181]$	$m_2 = 151$
3	$u_3 = [181 ; 241]$	$m_3 = 211$
4	$u_4 = [241 ; 301]$	$m_4 = 271$
5	$u_5 = [301 ; 361]$	$m_5 = 331$
6	$u_6 = [361 ; 421]$	$m_6 = 391$
7	$u_7 = [421 ; 481]$	$m_7 = 451$
8	$u_8 = [481 ; 541]$	$m_8 = 511$

Tabel 3. Interval dari Himpunan Semesta (U) (Lanjutan)

No.	Interval	Nilai Tengah (m)
9	$u_9 = [541 ; 601]$	$m_9 = 571$
10	$u_{10} = [601 ; 661]$	$m_{10} = 631$
11	$u_{11} = [661 ; 721]$	$m_{11} = 691$

3. Himpunan Fuzzy

Himpunan fuzzy (*fuzzy set*) yang terdefinisi berdasarkan persamaan (1) :

$$\begin{aligned}
 A_1 &= \left\{ \frac{1}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} + \frac{0}{u_8} + \frac{0}{u_9} + \frac{0}{u_{10}} + \frac{0}{u_{11}} \right\} \\
 A_2 &= \left\{ \frac{0,5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0,5}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} + \frac{0}{u_8} + \frac{0}{u_9} + \frac{0}{u_{10}} + \frac{0}{u_{11}} \right\} \\
 A_3 &= \left\{ \frac{0}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{1}{u_3} + \frac{0,5}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} + \frac{0}{u_8} + \frac{0}{u_9} + \frac{0}{u_{10}} + \frac{0}{u_{11}} \right\} \\
 A_4 &= \left\{ \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0,5}{u_3} + \frac{1}{u_4} + \frac{0,5}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} + \frac{0}{u_8} + \frac{0}{u_9} + \frac{0}{u_{10}} + \frac{0}{u_{11}} \right\} \\
 &\vdots \\
 A_9 &= \left\{ \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} + \frac{0,5}{u_8} + \frac{1}{u_9} + \frac{0,5}{u_{10}} + \frac{0}{u_{11}} \right\} \\
 A_{10} &= \left\{ \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} + \frac{0}{u_8} + \frac{0,5}{u_9} + \frac{1}{u_{10}} + \frac{0,5}{u_{11}} \right\} \\
 A_{11} &= \left\{ \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} + \frac{0}{u_8} + \frac{0}{u_9} + \frac{0,5}{u_{10}} + \frac{1}{u_{11}} \right\}
 \end{aligned}$$

4. Fuzzifikasi

Tahap selanjutnya yaitu melakukan fuzzifikasi berdasarkan interval efektif yang diperoleh dapat ditentukan nilai linguistik sesuai dengan banyaknya interval yang terbentuk. Hasil fuzzifikasi data curah hujan Kabupaten Melawi yang dinotasikan ke dalam bilangan linguistik dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Fuzzifikasi

No.	Bulan	Curah Hujan	Fuzzifikasi
1.	Januari 2016	356,4	A_5
2.	Februari 2016	561,8	A_9
3.	Maret 2016	715,8	A_{11}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
46.	Oktober	180	A_2
47.	November	370	A_6
48.	Desember 2019	603	A_{10}

5. Proses Fuzzy Logic Relations (FLR)

Menentukan FLR dengan memperhatikan fuzzy A_i dari bulan ke bulan untuk $1 \leq i \leq 11$. FLR dapat ditulis $A_i \rightarrow A_i$, dimana A_i adalah himpunan sisi kiri atau pengamatan sebelumnya ($F_{(t-1)}$) dan A_j adalah himpunan sisi kanan atau pengamatan sesudah data sebelumnya (F_t) pada *time series*.

Tabel 5. FLR Curah Hujan

Bulan	FLR
Januari 2016	
Februari 2016	$A_5 \rightarrow A_9$
Maret 2016	$A_9 \rightarrow A_{11}$
April 2016	$A_{11} \rightarrow A_5$
\vdots	\vdots
Oktober 2019	$A_2 \rightarrow A_2$
November 2019	$A_2 \rightarrow A_6$
Desember 2019	$A_6 \rightarrow A_{10}$

6. Menentukan *Fuzzy Logic Relations Group* (FLRG)

Berdasarkan hasil *Fuzzy Logic Relations* (FLR) dapat dibentuk *Fuzzy Logic Relations Group* (FLRG) dengan cara mengelompokkan setiap FLR yang memiliki sisi kiri ($F(t-1)$) yang sama. Hasil pengelompokan atau FLRG yang didapatkan berdasarkan hasil FLR untuk setiap data ditunjukkan oleh Tabel 6.

Tabel 6. FLRG Curah Hujan bulan Januari 2016 – Desember 2019

Grup	Relasi Logika <i>Fuzzy</i>
1	$A_1 \rightarrow A_1, A_2, A_6$
2	$A_2 \rightarrow A_1, A_2, A_4, A_6$
3	$A_3 \rightarrow A_1, A_3, A_6$
4	$A_4 \rightarrow A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_8$
5	$A_5 \rightarrow A_4, A_5, A_8, A_9$
6	$A_6 \rightarrow A_2, A_4, A_5, A_6, A_8, A_{10}$
7	$A_7 \rightarrow A_5, A_8$
8	$A_8 \rightarrow A_2, A_4, A_5, A_7$
9	$A_9 \rightarrow A_{11}$
10	$A_{10} \rightarrow \emptyset$
11	$A_{11} \rightarrow A_5$

7. Proses Defuzzifikasi Nilai Peramalan

Setelah *Fuzzy Logic Relations Group* (FLRG) didapatkan, maka selanjutnya dilakukan proses defuzzifikasi serta dilakukan perhitungan nilai peramalan menggunakan *fuzzy time series* Chen. Misalnya pada grup 1 mengandung *fuzzy relations group* A_1, A_2, A_3 sehingga pada A_1 menggunakan nilai tengah dari $u_1(m_1)$, A_2 menggunakan nilai tengah dari $u_2(m_2)$, dan A_3 menggunakan nilai tengah dari $u_3(m_3)$. Kemudian ketiga nilai tengah tersebut dihitung rata-ratanya atau ditulis dengan $F_t = \frac{m_1 + m_2 + m_3}{3}$.

Pada pembentukan FLRG yang dilakukan sebelumnya, didapatkan kelompok yang terbentuk yaitu sebanyak 11 kelompok. Hasil perhitungan nilai peramalan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Defuzzifikasi Curah Hujan bulan Januari 2016 – Desember 2019

Grup	Relasi Logika <i>Fuzzy</i>	Rumus Peramalan ($F(t)$)	Nilai Peramalan
1	$A_1 \rightarrow A_1, A_2, A_6$	$\frac{m_1 + m_2 + m_6}{3}$	211
2	$A_2 \rightarrow A_1, A_2, A_4, A_5, A_6$	$\frac{m_1 + m_2 + m_4 + m_5 + m_6}{5}$	226
3	$A_3 \rightarrow A_1, A_3, A_6$	$\frac{m_1 + m_3 + m_6}{3}$	231
4	$A_4 \rightarrow A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_8$	$\frac{m_2 + m_3 + m_4 + m_5 + m_6 + m_8}{6}$	311
5	$A_5 \rightarrow A_4, A_5, A_8, A_9$	$\frac{m_4 + m_5 + m_8 + m_9}{4}$	421
6	$A_6 \rightarrow A_2, A_4, A_5, A_6, A_8, A_{10}$	$\frac{m_2 + m_4 + m_5 + m_6 + m_8 + m_{10}}{6}$	381
7	$A_7 \rightarrow A_5, A_8$	$\frac{m_4 + m_8}{2}$	391
8	$A_8 \rightarrow A_2, A_4, A_5, A_7$	$\frac{m_2 + m_4 + m_5 + m_7}{4}$	301
9	$A_9 \rightarrow A_{11}$	m_{11}	691
10	$A_{10} \rightarrow \emptyset$	m_{10}	631
11	$A_{11} \rightarrow A_5$	m_5	331

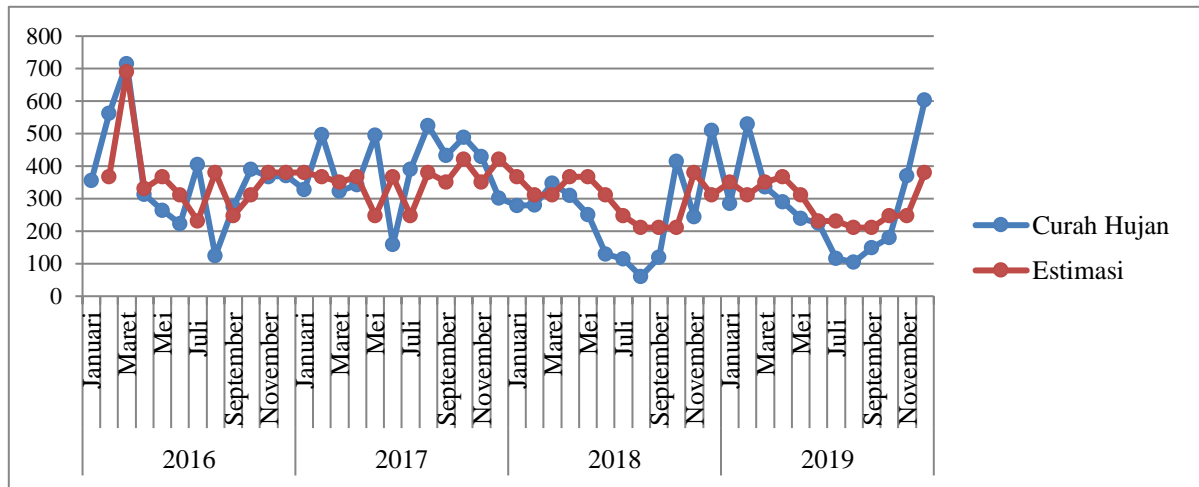
Hasil estimasi curah hujan Kabupaten Melawi bulan Januari 2016 – Desember 2019 dapat dilihat pada Tabel 8

Tabel 8. Hasil Estimasi Curah Hujan bulan Januari 2016 – Desember 2019

No	Bulan	Curah Hujan	Estimasi
1	Januari 2016	356,4	
2	Februari 2016	561,8	421
3	Maret 2016	715,8	691
:	:	:	:
46	Oktober 2019	180	226
47	November 2019	370	226
48	Desember 2019	603	381

Berdasarkan pada Tabel 8. diperoleh hasil estimasi curah hujan Kabupaten Melawi bulan Januari 2016 – Desember 2019. Sedangkan peramalan curah hujan bulan Januari 2020 diperoleh hasil sebesar 631 mm. Nilai peramalan ini diperoleh dari hasil fuzzifikasi pada proses *fuzzy logic relationship* (FLR) yaitu $A_6 \rightarrow A_{10}$ dan defuzzifikasi *fuzzy logic relationship grup* (FLRG) yaitu A_{10} .

Plot data historis dan data hasil estimasi curah hujan Kabupaten Melawi menggunakan *Microsoft Excel* dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa bentuk plot hasil estimasi tiap periode berbeda dengan data historisnya



Gambar 2. Data Historis dan Hasil Estimasi

Ukuran ketepatan hasil peramalan

Penilaian ketepatan hasil peramalan pada penelitian ini adalah menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Hasil perhitungan dari MAPE untuk sampel data adalah

$$\begin{aligned}
 \text{MAPE} &= \frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^{n-1} \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right| \times 100\% \\
 &= \frac{0,2506 + 0,0346 + \dots + 0,3681}{47} \times 100\% \\
 &= \frac{20,9495}{47} \times 100\% \\
 &= 44,57\%
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan ukuran ketepatan peramalan didapatkan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 44,57%.

PENUTUP

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada penelitian ini, diperoleh hasil peramalan menggunakan metode *fuzzy time series* Chen average based untuk bulan Januari 2020 yaitu sebesar 631 mm. Hasil ukuran ketepatan peramalan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 44,57%.

Kelebihan dari metode ini adalah proses perhitungan yang tidak membutuhkan sistem yang rumit sehingga mudah untuk dikembangkan, membantu proses prediksi maupun peramalan dimana data historis tidak dalam bentuk angka real, namun disajikan berupa data linguistik, serta dapat dikombinasikan dengan pendekatan lain dalam menyelesaikan masalah peramalan/prediksi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Fauziah, N.; Wahyuningsih, S.; dan Nasution, Y. N. Peramalan Menggunakan Fuzzy Time Series Chen, *Statistika*. 2016; 4(2): 52-61.
- [2]. Chen, S. M. Forecasting Enrollments Based On Fuzzy Time Series, *International Journal of Fuzzy Sets and Systems*. 1996; 81:311-319.

- [3]. Chrysafiadu, K., dan Virvou, M. Evaluating The Integration of Fuzzy Logic Into The Student Mode of A Web-Based Learning Environment, *International Expert System with Application*. 2012; 39:13127-13134.
- [4]. Susilo F. *Himpunan dan Logika Kabur serta Aplikasinya*. Yogyakarta: Graha Ilmu; 2003.
- [5]. Boaisha, S. M., dan Amaitik, S. M. Forcasting Mode Based On Fuzzy Time Series Approach, *Proceedings of the 11th Internationa Arab Conference on Information Technology-ACIT*. 2010; 14-16.
- [6]. Ujjianto, Y., dan Irawan, M. Perbandingan Performansi Metode Peramalan Fuzzy Time Series yang Dimodifikasi dan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation, *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 2015; 4(2):31-36.

VITA VIRGIANTI : Jurusan Matematika FMIPA UNTAN, Pontianak
virgiantivita@student.untan.ac.id

SHANTIKA MARTHA : Jurusan Matematika FMIPA UNTAN, Pontianak
shantika.martha@math.untan.ac.id

NURFITRI IMRO'AH : Jurusan Matematika FMIPA UNTAN, Pontianak
nurfitriimroah@math.untan.ac.id