

Prediksi Jumlah Pengunjung Semarang Zoo dengan Metode Fuzzy Time Series

Muhammad Marzuqi^{1*}, Mohammad Tafrikan², Siti Maslihah³

^{1*} UIN Walisongo Semarang, marzuqimuhammad90@gmail.com

² UIN Walisongo Semarang, tafrikan@walisongo.ac.id

³ UIN Walisongo Semarang, sitimaslihah@walisongo.ac.id

DOI 10.31102/zeta.2022.7.1.19-27

ABSTRACT

Forecasting is a very important element in making decisions to deal with uncertain situations. The purpose of this study is to determine the results of forecasting using the fuzzy time series method so that it can be used as a basis for the Semarang Zoo management in planning development. This study uses secondary data from PT Taman Satwa Semarang. Data on the number of visitors to the Semarang Zoo from January 2017 to December 2021. The steps in this research are formulating problems, collecting data, analyzing data, and drawing conclusions. The calculation technique is carried out in two ways, namely manually and using the RStudio application. The result of this research is that the prediction results for January 2022 are 34,640 for manual calculations and 34,430 for calculations using the Rstudio application. While the MAPE test results obtained 14.15% for manual calculations and 15.082% for calculations using the Rstudio application.

Keywords: *forecasting, fuzzy time series, number of visitors*

ABSTRAK

Peramalan menjadi salah satu unsur yang sangat penting dalam pengambilan keputusan untuk menghadapi situasi yang tidak menentu. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil peramalan menggunakan metode fuzzy time series agar bisa dijadikan pijakan dasar bagi pihak pengelola Semarang Zoo dalam merencanakan pembangunan. Penelitian ini menggunakan data sekunder dari PT Taman Satwa Semarang. Data jumlah pengunjung Semarang Zoo dari bulan Januari 2017 sampai dengan bulan Desember 2021. Langkah-langkah dalam penelitian ini yaitu merumuskan masalah, pengumpulan data, analisis data, dan penarikan kesimpulan. Teknik perhitungan dilakukan dengan dua cara yakni secara manual dan menggunakan bantuan aplikasi RStudio. Hasil dari penelitian ini yakni diperoleh hasil prediksi bulan Januari 2022 sebesar 34.640 untuk perhitungan secara manual dan 34.430 untuk perhitungan dengan aplikasi Rstudio. Sedangkan hasil uji MAPE diperoleh 14,15% untuk perhitungan manual dan 15,082% untuk perhitungan dengan aplikasi Rstudio.

Kata Kunci: *peramalan, fuzzy time series, jumlah pengunjung*

1. PENDAHULUAN

Sektor pariwisata menjadi salah satu sektor yang harus dikembangkan dan mendapat perhatian khusus Pemerintah Daerah / Kota. Pengembangan kegiatan pariwisata dinilai sangat penting karena pariwisata memiliki keterkaitan dengan sektor-sektor lain seperti sektor pertanian, jasa, perdagangan, dan sektor transportasi. Pengembangan dan pendayagunaan pariwisata secara optimal akan mampu meningkatkan pertumbuhan ekonomi, menciptakan lapangan kerja, meningkatkan pendapatan masyarakat dan pendapatan daerah.

Menurut Oka A. Yoeti (2008), kegiatan pariwisata berkaitan erat dengan tingkat perekonomian yang dicapai suatu negara atau daerah. Semakin tinggi tingkat perekonomian yang dicapai, maka kegiatan pariwisata juga relatif lebih tinggi. Hal ini diperkuat oleh pendapat James J. Spillane (1987) yang mengatakan bahwa semakin besar pendapatan seseorang, maka akan semakin besar pula bagian yang disisihkan untuk berpariwisata.

Kota Semarang merupakan salah satu kota dengan tingkat perekonomian yang tinggi di Jawa Tengah. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (2020), PDRB Kota Semarang menduduki peringkat kedua dari 35 kabupaten atau kota di Jawa Tengah. Sesuai dengan pendapat Oka A. Yoeti dan James J. Spillane di atas, kegiatan pariwisata di Kota Semarang seharusnya juga relatif tinggi.

Salah satu obyek wisata yang menjadi favorit wisatawan yang berkunjung ke Kota Semarang yakni Semarang Zoo. Obyek wisata Taman Margasatwa Semarang atau yang sering dikenal Semarang Zoo menjadi salah satu obyek wisata di Semarang yang mempunyai potensi sangat besar. Menurut Direktur Utama Semarang Zoo (Wawancara, 24 Maret 2021) bahwa Semarang Zoo memberikan sumbangan PAD terbesar dan menumbuhkan kegiatan industri perekonomian masyarakat. Melihat dampak yang positif tersebut pihak pengelola harus lebih teliti dalam merencanakan pengembangan obyek wisata Semarang Zoo. Salah satu hal yang perlu dilakukan oleh pihak pengelola yaitu memprediksi atau meramalkan jumlah kunjungan. Peramalan menjadi salah satu unsur yang sangat penting dalam pengambilan keputusan untuk menghadapi situasi yang tidak menentu. Hasil dari peramalan bisa menjadi pijakan dasar bagi pihak pengelola untuk merencanakan pembangunan atau pengembangan Semarang Zoo.

Ada beberapa metode untuk melakukan peramalan. Menurut M. N. Saleh, M. A. Irwansyah, & H. H. Anra (2017) metode peramalan (*forecasting*) terdiri dari metode kualitatif dan kuantitatif. Salah satu yang termasuk metode kuantitatif adalah metode *time series* atau runtun waktu. Metode analisis runtun waktu memiliki beberapa pilihan yang dapat digunakan dalam meramalkan data, seperti: ARIMA, SARIMA, *Smoothing*, fungsi transfer dan

sebagainya. Metode-metode tersebut memiliki kelemahan yaitu membutuhkan banyak data historis dan mensyaratkan asumsi-asumsi tertentu yang harus dipenuhi, seperti metode ARIMA dan SARIMA. Metode yang berkembang untuk mengatasi kelemahan-kelemahan pada metode peramalan sebelumnya ialah metode *fuzzy time series* (Wang, 2015).

Dalam penelitian terdahulu yakni penelitian yang dilakukan oleh Vivianti, Muhammad Kasim Aidid, dan Muhammad Nusrang dalam jurnal yang berjudul “Implementasi *Fuzzy Time Series* untuk Peramalan Jumlah Pengunjung di Benteng Fort Rotterdam” diperoleh hasil yang menunjukkan bahwa jumlah pengunjung pada bulan selanjutnya adalah 16240,35 atau dibulatkan menjadi 16240 dengan RMSE = 4739,08 dan MAPE = 119,93. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan penulis yakni penelitian ini menggunakan metode *fuzzy time series* jenis Chen, sedangkan penelitian yang akan dilakukan penulis yakni menggunakan metode *fuzzy time series* Lee. Selain itu, dalam melakukan analisis data penulis menggunakan bantuan aplikasi Rstudio sedangkan penelitian terdahulu tidak menggunakan aplikasi atau dengan kata lain hanya melakukan perhitungan secara manual.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Fuzzy Time Series

Metode *fuzzy time series* merupakan sebuah konsep baru yang diusulkan oleh Song dan Chissom (1993) berdasarkan teori himpunan *fuzzy* dan konsep *variable linguistic* dan aplikasinya oleh Zadeh. *Fuzzy Time Series* mempunyai kemampuan *reasoning* yaitu kemampuan untuk mempresentasikan permasalahan ke dalam basis pengetahuan, sangat baik untuk memecahkan masalah untuk informasi data yang kurang presisi, tidak lengkap, dan memiliki kebenaran parsial.

2.2 Peramalan dengan Metode Fuzzy Time Series Secara Manual

Menurut Qiu, dkk (2011), langkah-langkah peramalan dengan menggunakan FTS Lee adalah sebagai berikut:

- Menentukan himpunan semesta pembicaraan (U) data actual dengan rumus sebagai berikut:

$$U = [D_{\min} - Z_1, D_{\max} + Z_2] \quad (2.1)$$

Keterangan
 D_{\min} = Data minimum
 D_{\max} = Data maksimum
 Z_1 dan Z_2 adalah bilangan positif sembarang.
- Menentukan banyaknya himpunan *fuzzy* dengan langkah sebagai berikut:
 - Menentukan panjang interval U dengan rumus sebagai berikut:

$$R = D_{\max} + Z_2 - D_{\min} - Z_1 \quad (2.2)$$
 - Hitung rata-rata nilai selisih (*lag absolute*) dengan rumus sebagai berikut:

$$Mean = \frac{\sum_{t=1}^{N-1} |(D_{t+1}) - D_t|}{N-1} \quad (2.3)$$

- c. Menentukan basis interval, hasil dari proses (2.3) dibagi 2 dengan rumus sebagai berikut:

$$K = \frac{\text{mean}}{2} \quad (2.4)$$

Tabel 1. Basis Interval

Jangkauan	Basis
0,1-1	0,1
1,1- 10	1
11-100	10
101-1000	100
1001-10000	1000

- d. Setelah mendapat nilai basis interval maka nilai jangkauan dari basis tersebut dapat digunakan sebagai panjang interval himpunan fuzzy.
- e. Menentukan banyaknya himpunan fuzzy dengan rumus sebagai berikut:

$$n = \frac{R}{K} \quad (2.5)$$

3. Mencari nilai tengah himpunan fuzzy dengan rumus sebagai berikut:

$$m_i = \frac{(\text{Batas bawah } \mu_1 + \text{Batas atas } \mu_i)}{2} \quad (2.6)$$

4. Mendefinisikan derajat keanggotaan himpunan fuzzy terhadap A_i dan melakukan fuzzyfikasi pada data actual. Menurut Sutojo, dkk (2010), fuzzyfikasi adalah proses untuk mengubah input sistem yang mempunyai nilai tegas (numeris) menjadi variable linguistic menggunakan nilai keanggotaan yang disimpan dalam basis pengetahuan fuzzy. Banyaknya variable linguistic dalam himpunan fuzzy tidak memiliki batasan tertentu. Pendefinisian himpunan fuzzy pada A_i melalui nilai keanggotaan. Nilai keanggotaan dari himpunan fuzzy μ_i disederhanakan dengan nilai diantara 0, 0,5, dan dimana $1 \leq i \leq n$, n adalah banyaknya himpunan fuzzy.

$$\mu A(\mu_i) = \begin{cases} 1 & \text{jika } i = i \\ 0,5 & \text{jika } i = i - 1 \text{ atau } i = i + 1 \\ 0 & \text{yang lainnya} \end{cases} \quad (2.7)$$

5. Membuat Fuzzy Logical Relationship (FLR) berdasarkan data actual. Tahap ini menentukan relasi logika fuzzy yaitu $A_i \rightarrow A_j$. A_i merupakan current state $D_{(t-1)}$ dan A_j adalah next state pada waktu ke D_t . FLR menghubungkan relasi antara nilai linguistic yang ditentukan berdasarkan tabel fuzzyfikasi yang didapat sebelumnya.

- a. Penentuan FTS Lee 1 orde melibatkan 1 data historis yang disimbolkan dengan $D_{(t-1)} \rightarrow D_t$. Misal, A_i merupakan current state $D_{(t-1)}$ dan A_j adalah next state pada waktu ke D_t , maka FLR yang terbentuk yaitu $A_i \rightarrow A_j$ yang merupakan penulisan FLR orde 1.

- b. Penentuan FTS Lee orde 2 melibatkan 2 data historis yang disimbolkan dengan $D_{(t-2)} D_{(t-1)} \rightarrow D_t$. Misal, A_i merupakan current state $D_{(t-1)}$ dan A_j merupakan $D_{(t-1)}$ dan A_k adalah

next state pada waktu ke D_t , maka FLR yang terbentuk yaitu $A_i A_j \rightarrow A_k$ yang merupakan penulisan FLR orde 2.

6. Membuat Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG) model Lee. FLRG dilakukan dengan cara mengelompokkan fuzzyfikasi yang memiliki current state yang sama lalu dikelompokkan menjadi satu grup pada next state. Pada FTS Lee, semua FLR dikelompokkan menjadi FLRG yang saling berhubungan. Misal $A_1: A_1 \rightarrow A_2, A_1 \rightarrow A_3$, dan $A_1 \rightarrow A_3$. Dari 3 fuzzy logical relationship (FLR) dapat dikelompokkan menjadi $A_1 \rightarrow A_2, A_3, A_3$. Lee akan menghasilkan $A_1 \rightarrow A_2, A_1 \rightarrow A_3$, dan $A_1 \rightarrow A_3$, menurut Lee $A_1 \rightarrow A_3, A_1 \rightarrow A_3$ dapat mempengaruhi nilai peramalan maka nilai tersebut harus dihitung.

7. Melakukan defuzzyfikasi, menurut Sutojo, dkk (2010), defuzzyfikasi adalah mengubah Ooutput fuzzy yang diperoleh dari aturan-aturan logika fuzzy menjadi nilai tegas menggunakan nilai keanggotaan yang sesuai dengan saat dilakukan fuzzyfikasi. Pada tahap ini, fuzzy output akan diubah menjadi nilai tegas (numeris) untuk menghasilkan nilai peramalan. Aturan dalam melakukan defuzzyfikasi pada model Lee adalah:

- a. Defuzzyfikasi FTS Lee orde 1

Aturan 1: jika hasil fuzzyfikasi pada tahun ke t adalah A_j dan terdapat fuzzyfikasi yang tidak mempunyai relasi logika fuzzy, misal $A_i \rightarrow \emptyset$, dimana nilai maksimum dari nilai keanggotaan A_i berada pada interval μ_j dan nilai tengah μ_j adalah m_j , maka hasil peramalan $y_i^{(1)}$ adalah sebagai berikut:

$$y_i^{(1)} = m_j \quad (2.8)$$

Aturan 2: jika hasil fuzzyfikasi pada tahun ke t adalah A_j dan hanya terdapat satu FLR pada FLRG, misalnya $A_i \rightarrow A_j$, dimana A_i dan A_j adalah fuzzyfikasi dan nilai maksimum dari nilai keanggotaan A_j berada pada interval μ_j dan nilai tengah μ_j adalah m_j , maka hasil peramalan $y_i^{(1)}$ adalah sebagai berikut:

$$y_i^{(1)} = m_j \quad (2.9)$$

Aturan 3: jika hasil fuzzyfikasi pada tahun ke t adalah A_j, A_k, \dots, A_l memiliki beberapa FLR (p) pada FLRG, misalnya $A_i \rightarrow A_j, A_j, A_k, A_k, \dots, A_l$ dimana $A_j, A_j, A_k, A_k, \dots, A_l$ adalah fuzzyfikasi dan nilai maksimum dari nilai keanggotaan $A_j, A_j, A_k, A_k, \dots, A_l$ berada pada interval $\mu_j, \mu_j, \mu_k, \mu_k, \dots, \mu_l$ dan $m_j, m_j, m_k, m_k, \dots, m_l$ adalah nilai tengah maka hasil peramalan $y_i^{(1)}$ adalah sebagai berikut:

$$y_i^{(1)} = \frac{2}{p} m_j + \frac{2}{p} m_k + \dots + \frac{1}{p} m_l \quad (2.10)$$

b. Defuzzifikasi FTS orde dua

Aturan 1: jika hasil *fuzzyfikasi* pada tahun ke t adalah A_k dan terdapat *fuzzyfikasi* yang tidak mempunyai relasi logika *fuzzy*, misal $A_i, A_j \rightarrow \emptyset$, maka terdapat beberapa *defuzzifikasi* yang diusulkan:

- Jika $y_i^{(1)}$ ada, maka hasil peramalan $y_t^{(2)}$ adalah sebagai berikut:

$$y_t^{(2)} = y_i^{(1)} \quad (2.11)$$
- Jika $y_i^{(1)}$ tidak ada dan $y_j^{(1)}$ ada, maka hasil peramalan $y_t^{(2)}$ adalah:

$$y_t^{(2)} = y_j^{(1)} \quad (2.12)$$
- Jika $y_i^{(1)}$ dan $y_j^{(1)}$ ada, maka nilai $y_t^{(2)}$ adalah sebagai berikut:

$$y_t^{(2)} = \frac{y_i^{(1)} + y_j^{(1)}}{2} \quad (2.13)$$

Aturan 2: jika hasil *fuzzyfikasi* tahun ke t adalah A_k dan hanya terdapat satu FLR pada FLRG, misalnya $A_i, A_j \rightarrow A_k$ dimana A_i, A_j dan A_k adalah *fuzzyfikasi* dimana nilai maksimum dari nilai keanggotaan A_k berada pada interval μ_k dan nilai tengah μ_k adalah m_k , maka hasil peramalan $y_t^{(2)}$ adalah sebagai berikut:

$$y_t^{(2)} = m_k \quad (2.14)$$

Aturan 3: jika hasil *fuzzyfikasi* tahun ke t adalah A_m, A_k, \dots, A_l memiliki beberapa FLR (p) pada FLRG, misalnya $A_i, A_j \rightarrow A_m, A_m, A_k, A_k, \dots, A_l$ dimana $A_m, A_m, A_k, A_k, \dots, A_l$ adalah *fuzzyfikasi* dimana nilai maksimum dari nilai keanggotaan $A_m, A_m, A_k, A_k, \dots, A_l$ berada pada interval $\mu_m, \mu_m, \mu_k, \mu_k, \dots, \mu_l$ dan $m_m, m_m, m_k, m_k, \dots, m_l$ adalah nilai tengah, maka hasil peramalan $y_t^{(2)}$ adalah sebagai berikut:

$$y_t^{(2)} = \frac{2}{p} m_m + \frac{2}{p} m_k + \dots + \frac{1}{p} m_l \quad (2.15)$$

2.3 Peramalan Metode Fuzzy Time Series dengan aplikasi Rstudio

Ada beberapa langkah yang harus dilakukan untuk melakukan peramalan metode fuzzy time series dengan aplikasi Rstudio, diantaranya:

- 1) Panggil data yang ingin di prediksi ke Rstudio.
`> library(readxl)`
`> data1=read_excel("E:/skripsi/data skripsi.xlsx")`
`> data1`
- 2) Mencari semesta pembicaraan
`> library(AnalyzeTS)`
`> miniman=min(data1$dt1)`

- `> miniman` (tekan enter akan muncul output)
- `> maksimal=max(data1$dt1)`
- `> maksimal` (tekan enter akan muncul output)
- `> D1=0` (bisa berapa saja yang penting bilangan positif)
- `> D2=0` (bisa berapa saja yang penting bilangan positif)
- `> min.baru=miniman-D1`
- `> max.baru=maksimal+D2`
- `> min.baru` (tekan enter akan muncul output)
- `> max.baru` (tekan enter akan muncul output)
- 3) Mengubah data time series ke bentuk yang sesuai
`> data1.ts=ts(data1$dt1,start=c (ketik tahun yang diinginkan,1),frequency=berapa jumlahnya)`
`> data1.ts` (tekan enter akan muncul output)
- 4) Setelah datanya diubah maka dilakukan analisis secara keseluruhan
`> fuzzy.ts1(data1.ts, n= (banyaknya data), D1 = D1, D2 = D2, type = "chen", bin = NULL, trace = TRUE, plot = TRUE, grid = TRUE)` (tekan enter akan muncul output peramalan).

2.4 Ketepatan Metode Peramalan

Menurut Jumingan (2009), *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dihitung dengan menggunakan kesalahan absolut pada tiap periode yang dibagi dengan nilai observasi yang nyata. MAPE berguna untuk mengukur besar kesalahan dalam meramal yang dibandingkan dengan nilai asli. Nilai MAPE yang semakin kecil maka semakin akurat teknik peramalan tersebut dan sebaliknya. Hasil peramalan sangat baik jika memiliki nilai MAPE kurang dari 10% dan mempunyai kemampuan peramalan yang baik jika nilai MAPE kurang dari 20%. Rumus MAPE adalah

$$MAPE = \left(\frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \left| \frac{D_t - y_t^m}{D_t} \right| \right) \times 100\%$$

Dimana:

- $MAPE$: *Mean Absolute Percentage Error*
- N : banyak data
- D_t : data observasi pada waktu t
- y_t^m : nilai peramalan orde ke- m periode ke- t

3. METODE PENELITIAN

Analisis data dalam penelitian ini adalah analisis *metode fuzzy time series* Lee (FTS Lee) secara manual dan berbasis aplikasi yaitu menggunakan aplikasi Rstudio Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut:

3.1 Langkah-langkah metode FTS Lee secara manual

- a. Menentukan himpunan semesta pembicaraan (U) berdasarkan persamaan (2.1).
- b. Menentukan banyaknya himpunan *fuzzy* (μ_i) berdasarkan persamaan (2.5).
- c. Menghitung nilai tengah (μ_i) berdasarkan Persamaan (2.6).

- d. Mendefinisikan derajat keanggotaan μ_i terhadap A_i dengan Persamaan (2.7).
- e. Melakukan *fuzzyfikasi* data jumlah pengunjung Semarang Zoo.
- f. Membentuk *fuzzy logical relationship* (FLR).
- g. Membentuk *fuzzy logical relationship group* (FLRG).
- h. Menentukan *defuzzyfikasi* nilai peramalan berdasarkan aturan *defuzzyfikasi* FTS Lee beserta nilai MAPE hasil peramalan FTS Lee.

3.2 Langkah-langkah metode FTS Lee menggunakan Aplikasi RStudio

- a. Melakukan *import* data atau memasukkan data penelitian dari Excel ke Rstudio.
- b. Menghitung banyaknya himpunan *fuzzy*.
- c. Melakukan peramalan dengan aplikasi Rstudio.

4. HASIL PENELITIAN

4.1. Deskripsi Data Penelitian

Berdasarkan tabel 4.1 dapat diketahui bahwa jumlah pengunjung terendah yang terjadi di Semarang Zoo selama kurun waktu 5 tahun terakhir adalah 13.259. Jumlah tersebut terjadi pada bulan Juni 2021. Sedangkan jumlah pengunjung tertinggi yang terjadi selama kurun waktu 5 tahun terakhir adalah 57.729. Jumlah tersebut terjadi pada bulan Januari 2020.

Berdasarkan gambar di atas menunjukkan bahwa data jumlah pengunjung Semarang Zoo bersifat seasonal karena memiliki pola yang hamper sama setiap tahunnya. Hal ini dapat dilihat dari naik turunnya grafik yang terpolo dan berulang-ulang pada bulan Desember dan Januari karena dalam situasi liburan sekolah, peringatan Hari Natal dan tahun baru.

4.2. Peramaalan dengan Metode Fuzzy Time Series Secara Manual

Adapun langkah-langkah analisis data sebagaimana yang tercantum dalam metode penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Penentuan Himpunan Semesta Pembicaraan
Berdasarkan persamaan (2.1), himpunan semesta pembicaraan (U) adalah sebagai berikut:

$$U = [D_{\min} - Z_1, D_{\max} + Z_2]$$

$$= [13.259 - 9, 57.719 + 1]$$

$$= [13.250, 57.720]$$
2. Penentuan Banyaknya Himpunan *Fuzzy* atau banyaknya kelas interval
Langkah pertama untuk menentukan banyaknya himpunan fuzzy yaitu menghitung banyaknya kelas interval. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan jumlah kelas adalah dengan melihat panjang interval yang efektif dengan metode berbasis rata-rata (*average based*), langkah awal adalah menghitung nilai absolut selisih, kemudian menentukan rata-ratanya. Pada penelitian ini diketahui nilai absolut selisih adalah 4.246,378 yang dibagi dua

menjadi 2.123. Berdasarkan panjang interval yang diperoleh jumlah kelas dapat ditentukan dengan membagi jangkauan semesta dengan basis interval, sehingga:

$$n = \frac{R}{K}$$

$$= \frac{44.480}{2.123}$$

$$= 20,945 \approx 21$$

maka himpunan fuzzy yang terbentuk adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \mu_1 &= [13.250, 15.373) & \mu_{12} &= [36.603, 38.726) \\ \mu_2 &= [15.373, 17.496) & \mu_{13} &= [38.726, 40.849) \\ \mu_3 &= [17.496, 19.619) & \mu_{14} &= [40.849, 42.972) \\ \mu_4 &= [19.619, 21.742) & \mu_{15} &= [42.972, 45.095) \\ \mu_5 &= [21.742, 23.865) & \mu_{16} &= [45.095, 47.218) \\ \mu_6 &= [23.865, 25.988) & \mu_{17} &= [47.218, 49.341) \\ \mu_7 &= [25.988, 28.111) & \mu_{18} &= [49.341, 51.464) \\ \mu_8 &= [28.111, 30.234) & \mu_{19} &= [51.464, 53.587) \\ \mu_9 &= [30.234, 32.357) & \mu_{20} &= [53.587, 55.710) \\ \mu_{10} &= [32.357, 34.480) & \mu_{21} &= [55.710, 57.833) \\ \mu_{11} &= [34.480, 36.603) \end{aligned}$$

3. Perhitungan Nilai Tengah Himpunan *Fuzzy*
Perhitungan nilai tengah himpunan *fuzzy* menggunakan persamaan (2.6). Maka diperoleh:

Tabel 2. Nilai Tengah Himpunan Fuzzy

No	m_i	No	m_i
1	14.311,5	12	37.664,5
2	16.434,5	13	39.787,5
3	18.557,5	14	41.910,5
4	20.680,5	15	44.033,5
5	22.803,5	16	46.156,5
6	24.926,5	17	48.279,5
7	27.049,5	18	50.402,5
8	29.172,5	19	52.525,5
9	31.295,5	20	54.648,5
10	33.418,5	21	56.771,5
11	35.541,5		

4. Pendefinisian derajat keanggotaan fuzzy terhadap A_i dalam proses fuzzyfikasi
Pendefinisian derajat keanggotaan *fuzzy* terhadap A_i didasarkan pada 21 himpunan *fuzzy* yang terbentuk pada tahap di atas. Diasumsikan nilai *fuzzyfikasi* dari variable linguistic data jumlah pengunjung Semarang Zoo yaitu $A_1, A_2, A_3, \dots, A_{21}$. Setiap himpunan *fuzzy* μ_i dimana $i = 1, 2, 3, \dots, 21$ didefinisikan terhadap A_i dengan menggunakan persamaan (2.7).
Misal, A_1 adalah hasil *fuzzyfikasi* yang diperoleh dari pendefinisian derajat keanggotaan himpunan *fuzzy* (μ_i) terhadap A_1 . Hasil pendefinisian tersebut diperoleh derajat keanggotaan μ_1 sebesar 1, derajat keanggotaan μ_2

sebesar 0,5, dan derajat keanggotaan μ_3 hingga dengan μ_{25} sebesar 0. Derajat keanggotaan maksimum terletak pada μ_1 yaitu sebesar 1 dan interval μ_1 adalah [13.250, 15.389]. Berdasarkan derajat keanggotaan maksimum tersebut, maka hasil *fuzzyfikasi* dari suatu nilai yang berada pada interval [13.250, 15.389] adalah A_1 . *Fuzzyfikasi* pada pendefinisian derajat keanggotaan μ_i terhadap A_i lainnya mengikuti langkah-langkah sebelumnya.

5. *Fuzzyfikasi* Data Jumlah Pengunjung Semarang Zoo

Berdasarkan derajat keanggotaan dalam pendefinisian himpunan *fuzzy* pada A_i dalam proses *fuzzyfikasi*, maka proses *fuzzyfikasi* untuk data jumlah pengunjung Semarang Zoo dari bulan Januari 2017 sampai dengan bulan Desember 2021 dapat dilihat pada table dibawah ini.

Tabel 3. Hasil Fuzzyfikasi

No	Tahun	Bulan	Jumlah Pengunjung	Fuzzifikasi
1	2017	Januari	30.348	A_9
		Februari	21.477	A_4
	⋮	⋮	⋮	⋮
	2019	Desember	27.130	A_7

6. Penentuan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) Orde 1 dari Data Jumlah Pengunjung Semarang Zoo

FLR orde 1 adalah kegiatan yang dilakukan untuk menghubungkan relasi antara variable linguistic yang ditentukan berdasarkan tabel *fuzzyfikasi* yang diperoleh pada tabel 4.5. Hasil FLR orde 1 secara lengkap dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Hasil FLR

Bulan	FLR
Januari 2017 → Februari 2017	$A_9 \rightarrow A_4$
Februari 2017 → Maret 2017	$A_4 \rightarrow A_5$
Maret 2017 → April 2017	$A_5 \rightarrow A_5$
⋮	⋮
November 2021 → Desember 2021	$A_5 \rightarrow A_7$

7. Penentuan *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG) Orde 1 dari Data Jumlah Pengunjung Semarang Zoo

FLRG orde 1 dilakukan dengan cara mengelompokkan *fuzzyfikasi* yang memiliki 1

current state yang sama yaitu $D(t-1)$ lalu dikelompokkan menjadi satu grup *next state*. Hasil FLRG orde 1 secara lengkap dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5. Hasil FLRG

Grup	FLRG
1	$A_1 \rightarrow A_2, A_3, A_1, A_5$
2	$A_8 \rightarrow A_8, A_8, A_9, A_8, A_9$
3	$A_4 \rightarrow A_5, A_3$
4	$A_5 \rightarrow A_5, A_5, A_5, A_3, A_5, A_7, A_5, A_6, A_7$
5	$A_3 \rightarrow A_4, A_5, A_1$
6	$A_7 \rightarrow A_{15}, A_6$
7	$A_{15} \rightarrow A_8, A_{15}, A_{17}$
8	$A_9 \rightarrow A_4, A_9, A_{11}, A_9, A_{13},$
9	$A_{11} \rightarrow A_8, A_{12}$
10	$A_{13} \rightarrow A_{19}, A_{17}, A_5$
11	$A_{19} \rightarrow A_{11}$
12	$A_{12} \rightarrow A_{12}, A_{13}$
13	$A_{14} \rightarrow A_{14}, A_{14}, A_{15}$
14	$A_{17} \rightarrow A_{14}, A_{21}$
15	$A_{21} \rightarrow A_{13}$
16	$A_6 \rightarrow A_7, A_1$
17	$A_2 \rightarrow A_1, A_1$

8. Perhitungan *Defuzzyfikasi* Nilai Peramalan dan Nilai MAPE Orde 1 dari Data Jumlah Pengunjung Semarang Zoo

Pada tahap ini, *fuzzy output* akan diubah menjadi nilai tegas (numeris) untuk menghasilkan nilai peramalan. *Defuzzyfikasi* dilakukan dengan mengikuti 3 aturan *defuzzyfikasi* FTS Lee Orde 1. Berdasarkan pembentukan FLRG pada tabel 4.7, maka diperoleh 18 grup yang terbentuk dapat dilihat pada table:

Grup	FLRG	Peramalan
1	$A_1 \rightarrow A_2, A_3, A_1, A_5$	$A_1 = \frac{1}{4} \times 16.458,5 + \frac{1}{4} \times 18.597,5 + \frac{1}{4} \times 14.319,5 + \frac{1}{4} \times 22.875,5 = 18.062,75$
2	$A_8 \rightarrow A_8, A_8, A_9, A_8, A_9$	$A_8 = \frac{3}{5} \times 29.292,5 + \frac{2}{5} \times 31.431,5 = 30.148,1$
3	$A_4 \rightarrow A_5, A_3$	$A_4 = \frac{1}{2} \times 22.875,5 + \frac{1}{2} \times 18.597,5 = 20.736,5$

4	$A_5 \rightarrow A_5, A_5, A_5, A_3, A_5, A_7, A_5, A_6, A_7$	$A_5 = \frac{5}{9} \times 22.875,5 + \frac{1}{9} \times 18.597,5 + \frac{2}{9} \times 27.153,5 + \frac{1}{9} \times 25.014,5$ $= 23.588,50$
5	$A_3 \rightarrow A_4, A_5, A_1$	$A_3 = \frac{1}{3} \times 20.736,5 + \frac{1}{3} \times 22.875,5 + \frac{1}{3} \times 14.319,5$ $= 19.310,51$
6	$A_7 \rightarrow A_{15}, A_6$	$A_7 = \frac{1}{2} \times 44.265,5 + \frac{1}{2} \times 25.014,5$ $= 34.640$
7	$A_{15} \rightarrow A_8, A_{15}, A_{17}$	$A_{15} = \frac{1}{3} \times 29.292,5 + \frac{1}{3} \times 44.265,5 + \frac{1}{3} \times 48.543,5$ $= 40.700,51$
8	$A_9 \rightarrow A_4, A_9, A_{11}, A_9, A_{13},$	$A_9 = \frac{2}{5} \times 31.431,5 + \frac{1}{5} \times 35.709,5 + \frac{1}{5} \times 39.987,5 + \frac{1}{5} \times 20.680,5$ $= 31.847,8$
9	$A_{11} \rightarrow A_8, A_{12}$	$A_{11} = \frac{1}{2} \times 29.292,5 + \frac{1}{2} \times 37.848,5$ $= 33.570,5$
10	$A_{13} \rightarrow A_{19}, A_{17}, A_5$	$A_{13} = \frac{1}{3} \times 52.821,5 + \frac{1}{3} \times 48.543,5 + \frac{1}{3} \times 22.875,5$ $= 41.413,51$
11	$A_{19} \rightarrow A_{11}$	$A_{19} = 35.709,5$
12	$A_{12} \rightarrow A_{12}, A_{13}$	$A_{12} = \frac{1}{2} \times 37.848,5 + \frac{1}{2} \times 39.987,5$ $= 38.918$
13	$A_{14} \rightarrow A_{14}, A_{14}, A_{15}$	$A_{14} = \frac{2}{3} \times 42.126,5 + \frac{1}{3} \times 44.265,5$ $= 42.839,51$

14	$A_{17} \rightarrow A_{14}, A_{21}$	$A_{17} = \frac{1}{2} \times 42.126,5 + \frac{1}{2} \times 57.099,5$ $= 49.613$
15	$A_{21} \rightarrow A_{13}$	$A_{21} = 39.987,5$
16	$A_6 \rightarrow A_7, A_1$	$A_6 = \frac{1}{2} \times 27.153,5 + \frac{1}{2} \times 14.319,5$ $= 20.736,5$
17	$A_2 \rightarrow A_1, A_1$	$A_2 = 14.319,5$

Misal, perhitungan nilai peramalan bulan Februari 2017 ($D_{(t)}$) memiliki *current state* ($D_{(t-1)}$) yaitu bulan Januari 2017. Berdasarkan tabel 4.5 *fuzzyfikasi* bulan Februari 2017 adalah A_4 dan *fuzzyfikasi* bulan Januari 2017 adalah A_9 . Berdasarkan tabel 4.6 hasil *fuzzyfikasi* tersebut membentuk FLR $A_9 \rightarrow A_4$. Berdasarkan tabel 4.8 hasil FLR tersebut termasuk ke dalam *defuzzyfikasi* grup FLRG ke 8 dengan hasil peramalan sebesar 31.847,8. Hasil peramalan secara lengkap dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 6. Hasil Peramalan

No	Tahun	Bulan	Peramalan
1	2017	Januari	-
2	2017	Februari	31.847,8
3	2017	Maret	20.736,5
54	2021	Desember	23.588,50

Nilai peramalan satu bulan ke depan yaitu bulan Januari 2022 dapat dihitung dengan mencari FLRG yang terbentuk. Sebelum mencari FLRG yang terbentuk, terlebih dahulu menentukan *fuzzyfikasi* bulan Desember 2021 ($D_{(t-1)}$). Berdasarkan tabel 4.5 nilai *fuzzyfikasi* bulan Desember 2021 adalah A_7 . Berdasarkan tabel 4.6 nilai *fuzzyfikasi* dari A_7 , membentuk FLRG $A_7 \rightarrow A_{15}, A_6$. Berdasarkan tabel 4.10, hasil FLRG dari A_7 termasuk ke dalam *defuzzyfikasi* grup FLRG ke 6 dengan hasil peramalan sebesar 34.640. Sehingga, hasil peramalan bulan Januari 2022 adalah 34.640.

Langkah selanjutnya menghitung nilai MAPE dari hasil peramalan FTS Lee Orde 1. Nilai MAPE pada penelitian ini dihitung dengan menggunakan persamaan (2.17). Dari perhitungan maka diperoleh nilai MAPE sebesar 14,15%.

4.3. Peramalan Metode Fuzzy Time Series dengan aplikasi Rstudio

Adapun langkah-langkah perhitungan *fuzzy time series* dengan aplikasi Rstudio sebagai berikut:

- 1.) Memanggil data yang akan diprediksi dalam aplikasi Rstudio

Untuk memanggil data yang akan diprediksi penulis mengetikkan syntax dalam aplikasi Rstudio sebagai berikut:

Datakripsi.ts=ts (Data_Zoo\$`Jumlah
Pengunjung`,start = c (2017,1), frequency = 12)
Datakripsi.ts
Adapun output dari sintax di atas sebagai berikut:

```
> library(readxl)
> data_zoo <- read_excel("E:/SKRIPSWEET/Data Zoo.xlsx")
> view(data_zoo)
> Datakripsi.ts=ts (data_zoo$`Jumlah Pengunjung`,start = (2017,1), frequency = 12)
Error: unexpected ',' in "Datakripsi.ts=ts (data_zoo$`Jumlah Pengunjung`,start = (2017,"
> Datakripsi.ts=ts (data_zoo$`Jumlah Pengunjung`,start = c (2017,1), frequency = 12)
> Datakripsi.ts
      Jan Feb  Mar  Apr  May  Jun  Jul  Aug  Sep  Oct  Nov  Dec
2017 30438 21477 21843 21914 20328 20185 19664 20401 19396 21893 22168 27639
2018 43367 28724 30248 29259 31811 31314 35913 28276 29342 30690 30818 39024
2019 52471 35260 38149 38853 40258 47812 41905 43141 42523 43754 44394 49240
2020 57729 39487 22368 23174 25539 27605 24143 14457 15816 15294 17620 13259
2021 14611 13803 13538 14354 20972 27130
```

Gambar 1. Output Rstudio
(sumber:aplikasi Rstudio)

2.) Mencari banyaknya himpunan fuzzy

Langkah untuk mencari banyaknya himpunan fuzzy sama dengan langkah secara manual sehingga diperoleh 21 himpunan fuzzy dengan D1=9 dan D2=1

3.) Melakukan peramalan

Adapun sintax yang dituliskan dalam melakukan peramalan sebagai berikut:
fuzzy.ts1(Datakripsi.ts, n = 21, D1 = 9, D2 = 1,
type = 'Chen', bin = NULL, trace = TRUE, divide
= NULL, plot = TRUE)

Setelah menulis sintax di atas dan di klik run atau dengan kata lain program dijalankan, maka akan diperoleh output sebagai berikut:

```
$table1
      set      dow      up      mid num
1 A1 13250.00 15368.10 14309.05 7
2 A2 15368.10 17486.19 16427.14 1
3 A3 17486.19 19604.29 18545.24 2
4 A4 19604.29 21722.38 20663.33 6
5 A5 21722.38 23840.48 22781.43 6
6 A6 23840.48 25958.57 24899.52 2
7 A7 25958.57 28076.67 27017.62 3
8 A8 28076.67 30194.76 29135.71 4
9 A9 30194.76 32312.86 31253.81 6
10 A10 32312.86 34430.95 33371.90 0
11 A11 34430.95 36549.05 35490.00 2
12 A12 36549.05 38667.14 37608.10 1
13 A13 38667.14 40785.24 39726.19 4
14 A14 40785.24 42903.33 41844.29 2
15 A15 42903.33 45021.43 43962.38 4
16 A16 45021.43 47139.52 46080.48 0
17 A17 47139.52 49257.62 48198.57 2
18 A18 49257.62 51375.71 50316.67 0
19 A19 51375.71 53493.81 52434.76 1
20 A20 53493.81 55611.90 54552.86 0
21 A21 55611.90 57730.00 56670.95 1
```

Gambar 2. Output Hasil Fuzzyfikasi di Rstudio
(sumber:Rstudio)

Selain tabel di atas ada output lainnya yakni sebagai berikut:

```
$table2
      point  ts  relative forecast
1 2017 Jan 30438 A9-x-NA NA
2 2017 Feb 21477 A4<--A9 31253.81
3 2017 Mar 21843 A5<--A4 22251.90
4 2017 Apr 21914 A5<--A5 23840.48
5 2017 May 20328 A4<--A5 23840.48
6 2017 Jun 20185 A4<--A4 22251.90
7 2017 Jul 19664 A4<--A4 22251.90
8 2017 Aug 20401 A4<--A4 22251.90
9 2017 Sep 19396 A3<--A4 22251.90
10 2017 Oct 21893 A5<--A3 18545.24
11 2017 Nov 22168 A5<--A5 23840.48
12 2017 Dec 27639 A7<--A5 23840.48
13 2018 Jan 43367 A15<--A7 34430.95
14 2018 Feb 28724 A8<--A15 40785.24
15 2018 Mar 30248 A9<--A8 30194.76
16 2018 Apr 29259 A8<--A9 31253.81
17 2018 May 31811 A9<--A8 30194.76
18 2018 Jun 31314 A9<--A9 31253.81
19 2018 Jul 35913 A11<--A9 31253.81
20 2018 Aug 28276 A8<--A11 33371.90
21 2018 Sep 29342 A8<--A8 30194.76
22 2018 Oct 30690 A9<--A8 30194.76
23 2018 Nov 30818 A9<--A9 31253.81
24 2018 Dec 39024 A13<--A9 31253.81
25 2019 Jan 52471 A19<--A13 40785.24
26 2019 Feb 35260 A11<--A19 35490.00
27 2019 Mar 38149 A12<--A11 33371.90
28 2019 Apr 38853 A13<--A12 39726.19
29 2019 May 40258 A13<--A13 40785.24
30 2019 Jun 47812 A17<--A13 40785.24
31 2019 Jul 41905 A14<--A17 49257.62
32 2019 Aug 43141 A15<--A14 43962.38
33 2019 Sep 42523 A14<--A15 40785.24
34 2019 Oct 43754 A15<--A14 43962.38
35 2019 Nov 44394 A15<--A15 40785.24
```

Gambar 3. Hasil Defuzzyfikasi dan Peramalan
di Rstudio (sumber:Rstudio)

Tabel FLR ditunjukkan pada kolom relative sedangkan hasil peramalan ditunjukkan pada kolom forecast. Maka dengan tabel tersebut bisa dilihat hasil peramalannya. Dari hasil output tersebut, peneliti dapat meramalkan pengunjung bulan Januari 2022 yakni dengan melihat FLR bulan Desember ke Januari. Bulan Desember adalah A₇. Maka hasil peramalan bulan Januari sama dengan FLR ke 13 yakni A₇ → A₁₅ dengan hasil 34.430

Selain itu, yang tak kalah penting juga hasil dari uji keakuratan. Adapun outputnya sebagai berikut:

```
$accuracy
      ME      MAE      MPE      MAPE      MSE      RMSE      U
Chen -356.655 3927.288 -5.394 15.082 29771130 5456.293 0.833
```

Gambar 4. Uji Keakuratan (sumber:Rstudio)

Dari output tersebut dapat dilihat bahwa hasil uji keakuratan dimana dalam penelitian kali ini, penulis menggunakan uji MAPE. Hasil uji MAPE sebesar 15.082 yang berarti bahwa peramalan menggunakan metode ini cukup baik karena hasil uji MAPE berada diantara 10% dan 20%.

5. KESIMPULAN

Setelah menerapkan metode *fuzzy time series* dengan perhitungan manual dalam meramalkan jumlah pengunjung Semarang Zoo, peneliti memperoleh hasil peramalan bulan Januari 2022 sebesar 34.640. Sedangkan hasil peramalan data jumlah pengunjung Semarang Zoo dengan metode *fuzzy time series* yang menggunakan aplikasi Rstudio pada bulan Januari 2022 sebesar 34.430. Tingkat akurasi dalam penelitian ini bisa dilihat dari perhitungan MAPE. Untuk *fuzzy time series* yang dilakukan perhitungan secara manual yakni sebesar 14,15%. Hal tersebut menunjukkan bahwa peramalan jumlah pengunjung Semarang Zoo menggunakan metode *fuzzy time series* dapat dikatakan cukup baik karena hasil perhitungan menunjukkan nilai antara 10% dan 20%. Sedangkan hasil perhitungan MAPE untuk *fuzzy time series* yang menggunakan aplikasi sebesar 15,082%. Hal ini menunjukkan bahwa peramalan jumlah pengunjung Semarang Zoo menggunakan metode *fuzzy time series* yang berbasis aplikasi Rstudio dapat dikatakan cukup baik karena hasil perhitungan MAPE antara 10-20%.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, Nur. 2020. *Peramalan Jumlah Pemilik Kendaraan Bermotor yang Melakukan Piutang Pajak Kendaraan di UPT Pendapatan Wilayah Makassar I Selatan dengan Menggunakan Model Arima*. Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Brata, Adika Setia. 2016. *Penerapan Fuzzy Time Series pada Peramalan Data Seasonal*. Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Malang.
- Fauziah, Normalita, Sri Wahyuningsih dan Yuki Novia Nasutin. 2016. *Peramalan menggunakan Fuzzy Time Series Chen (Studi Kasus: Curah Hujan Kota Samarinda)*. Jurnal Statistika Vol.4, No.2.
- Hansun, Seng. 2012. *Peramalan Data IHSG Menggunakan Fuzzy Time Series*. IJCCS, Vol.6, No.2.
- Hariani, Tuti. 2017. *Peramalan Produk Domestik Regional (PDRB) Provinsi Sulawesi Selatan dengan Menggunakan Metode Fuzzy Time Series*. Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- James J. Spillane, 1997. *Pariwisata Indonesia*. Kanisius, Yogyakarta.
- Muhammad, Mahadi. 2020. *Penerapan Fuzzy Time Series Lee untuk Peramalan Nilai Tukar Petani Subsektor Peternakan di Kalimantan Timur*. Program Studi Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Mulawarman Samarinda.
- Nurjanah, Siti. 2019. *Implementasi Metode Average Based Fuzzy Time Series untuk Permalan Produksi Padi di Kabupaten Grobogan*. Program Studi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- Pambudi, Rizki Agung, Budi Darma Setiawan dan Satri Hadi Wijoyo. 2018. *Implementasi Fuzzy Time Series untuk Memprediksi Jumlah Kemunculan Titik Api*. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer Vol.2, No.11.
- Pramudita, Saka. 2012. *Prediksi Jumlah Kunjungan Wisatawan Mancanegara ke Indonesia dengan menggunakan Fuzzy Time Series*. Program Studi Informatika Teori dan Pemrograman Universitas Telkom Bandung.
- Qiu, W., Liu, X., & Li, H. 2011. A Generalized Method for Forecasting Base on Fuzzy Time Series, *International Journal of Exper: System with Applications*. 38, 10446-10453.
- Rahmawati, Eka Pandu Cynthia dan Krisni Susilowati. 2019. *Metode Fuzzy Time Series Cheng dalam Memprediksi Jumlah Wisatawan di Provinsi Sumatra Barat*. Jurnal of Education Informatic Technology and Science (JeITS) Vol. 1 No. 1.
- Ramadhan, M.Ridho, Tursina dan Haried Novriando. 2020. *Implementasi Fuzzy Time Series pada Prediksi Jumlah Penjualan Rumah*. Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi (Justin) Vol.08, No.4.
- Said, Suriyawati. 2011. *Peramalan (Forecasting) Volume Penjualan dengan Metode Exponential Smoothing (Study Kasus pada PT. Harfia Graha Perkasa)*. Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Song, Q., dan Chissom, B., S. 1993. Forecasting Enrollment with Fuzzy Time Series-Part I. *International Journal of Fuzzy Set and System*, 54(1); 1-9.
- Vivianti, Muhammad Kasim Aidid dan Muhammad Nusrang. 2020. *Implementasi Fuzzy Time Series untuk Peramalan Jumlah Pengunjung di Benteng Fort Rotterdam*. Jurnal of Statistics and Its Application on Teaching and Research Vol. 2, No.1.
- Yoeti, H Oka A. 1997. *Perencanaan dan Pengembangan Pariwisata*. Universitas Michigan: Pradnya Paramita.