

**PERAMALAN PENDAPATAN BULANAN MENGGUNAKAN FUZZY TIME  
SERIES CHEN ORDE TINGGI**  
(Studi Kasus: Pendapatan Bulanan Koperasi Pegawai PT. Telekomunikasi Indonesia  
Wilayah Semarang Periode Januari 2019 sampai dengan Mei 2022)

Muhammad Rizky Yuliyanto<sup>1\*</sup>, Triastuti Wuryandari<sup>2</sup>, Iut Tri Utami<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Departemen Statistika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro

\*e-mail: [rizkyyuliyanto06@gmail.com](mailto:rizkyyuliyanto06@gmail.com)

DOI: 10.14710/j.gauss.12.1.61-70

**Article Info:**

Received: 2022-09-19

Accepted: 2022-11-26

Available Online: 2023-05-04

**Keywords:**

*Cooperative; Forecasting;  
Revenue; n-orde Fuzzy Time Series  
Chen; symmetric Mean Absolute  
Percentage Error (sMAPE)*

**Abstract:** Cooperatives need consideration in the making of business strategy decisions. Forecasting can assist cooperatives in deciding on their business strategy. This study used *n*-orde Fuzzy Time Series Chen. *n*-orde Fuzzy Time Series Chen captures data patterns formed by two or more historical data in each period called fuzzy logic relation (FLR). The pattern of FLR is used to be projected in forecasting future conditions. This study used 2-orde, 3-orde, and 4-orde with 1-orde as the comparison. This study used data on the monthly revenue of the Employee Cooperative of PT. Telekomunikasi Indonesia Semarang Region for the period of January 2019 to May 2022 to predict revenue for the period of June and July 2022. This study used symmetric Mean Absolute Percentage Error (sMAPE) in calculating the forecasting error rate. 1-orde, 2-orde, 3-orde, and 4-orde of Fuzzy Time Series Chen produced different forecasting results for the period of June and July 2022. 1-orde has sMAPE value of 23.15% (good enough forecasting), 2-orde and 3-orde have sMAPE value of 10.06% (good forecasting), and 4-orde has sMAPE value of 4.52% (very good forecasting). This study showed that the larger orde used in Fuzzy Time Series Chen, the lower forecasting error rate.

## 1. PENDAHULUAN

Koperasi Pegawai PT. Telekomunikasi Indonesia (Kopeptel) adalah koperasi pegawai di bawah naungan PT. Telekomunikasi Indonesia. Kopeptel membutuhkan pertimbangan dalam mengambil keputusan strategi usaha. Peramalan merupakan salah satu analisis statistika yang dapat membantu Kopeptel dengan meramalkan keadaan masa depan melalui pengujian keadaan masa lalu. Peramalan dapat membantu Kopeptel dalam memperkirakan pendapatan di masa yang akan datang dengan menganalisis data pendapatan Kopeptel di masa lalu sehingga membantu Kopeptel dalam mempersiapkan strategi usaha agar pendapatan yang diterima tidak kurang dari hasil peramalan.

Penelitian ini menggunakan metode peramalan *Fuzzy Time Series* Chen orde tinggi. *Fuzzy Time Series* Chen orde tinggi menangkap pola data yang bervariasi dan terbentuk berdasarkan dua atau lebih data pada masa lalu masing-masing periode yang disebut *fuzzy logic relation* (FLR). Penelitian ini menggunakan orde satu, dua, tiga, dan empat sehingga akan menangkap pola data yang terbentuk hingga empat data pada masa lalu masing-masing periode. Pola-pola FLR yang terbentuk dari masa lalu akan diproyeksikan pada periode tertentu untuk meramalkan keadaan masa depan.

Peramalan terbaik adalah peramalan dengan tingkat kesalahan peramalan terkecil. Penelitian ini menggunakan *symmetric Mean Absolute Percentage Error* (sMAPE) dalam mengukur tingkat kesalahan peramalan. Penelitian ini akan menunjukkan bagaimana pengaruh besar orde yang digunakan pada *Fuzzy Time Series* Chen terhadap tingkat kesalahan peramalan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Pendapatan merupakan jumlah penghasilan yang diterima oleh penduduk atas prestasi kerjanya selama satu periode tertentu, baik harian, mingguan, bulanan maupun tahunan (Sukirno, 2006). Sebuah instansi dapat menilai prestasi kerjanya selama periode tertentu dengan mengevaluasi pendapatan pada periode tersebut.

Heizer dan Render (2001) menjelaskan bahwa peramalan (*forecasting*) adalah seni atau ilmu untuk memperkirakan kejadian di masa depan. Prasetya dan Lukiastuti (2009) menjelaskan bahwa peramalan merupakan suatu usaha untuk meramalkan keadaan di masa yang akan datang melalui pengujian keadaan di masa lalu. Kesimpulan yang dapat diambil adalah peramalan merupakan ilmu yang digunakan untuk memperkirakan kejadian di masa yang akan datang dengan menguji atau menganalisis kejadian yang telah terjadi di masa lalu.

Peramalan terbaik adalah peramalan dengan tingkat kesalahan peramalan terkecil. Makridakis dan Hibon (2000) menjelaskan bahwa salah satu ukuran yang dapat digunakan untuk mengukur tingkat kesalahan peramalan adalah *symmetric Mean Absolute Percentage Error* (sMAPE).

$$sMAPE = \frac{2}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|F_t - A_t|}{(|A_t| + |F_t|)} \times 100\%$$

dengan,

$A_t$  : nilai aktual pada periode ke-  $t$

$F_t$  : nilai hasil peramalan periode ke-  $t$

$n$  : banyak periode yang terlibat dalam peramalan

Tabel 1. Kriteria Peramalan sMAPE

Nilai sMAPE	Ketepatan Peramalan
$sMAPE < 10\%$	Sangat Baik
$10\% \leq sMAPE < 20\%$	Baik
$20\% \leq sMAPE \leq 50\%$	Cukup Baik
$sMAPE > 50\%$	Buruk

*Fuzzy Time Series* adalah salah satu metode peramalan runtun waktu (*time series*). Konsep dasar *Fuzzy* pertama kali dikembangkan oleh Prof. Lotfi A. Zedah dari California University pada tahun 1965, yang kemudian dikembangkan oleh Song dan Chissom pada tahun 1993 (Putra, 2017). Peramalan dengan *Fuzzy Time Series* mampu menangkap pola data pada masa lalu untuk kemudian digunakan dalam memproyeksikan data yang akan datang (Ujiyanto dan Irawan, 2015).

Chen memperkenalkan *Fuzzy Time Series* dengan orde tinggi pada tahun 2002. Perbedaan *Fuzzy Time Series* Chen orde tinggi terletak pada penentuan *Fuzzy Logic Relations* (FLR) (Chen, 2002). Berikut merupakan langkah-langkah dalam menjalankan proses peramalan menggunakan metode *fuzzy time series* yang dikemukakan oleh Song dan Chissom (1994).

1. Pembentukan himpunan semesta

$$U = [D_{min} - D_1; D_{max} + D_2]$$

dengan,

$D_{min}$  : data historis terkecil

$D_{max}$  : data historis terbesar

$D_1$  : konstanta dengan nilai yang ditentukan oleh peneliti

$D_2$  : konstanta dengan nilai yang ditentukan oleh peneliti

2. Pembentukan interval

Pembentukan interval dilakukan untuk membagi himpunan semesta yang telah terbentuk menjadi beberapa kelompok interval dengan jarak yang sama. Kelompok interval dibentuk menggunakan rumus Sturges sebagai berikut:

$$k = 1 + 3,322 \log_{10}(n)$$

dengan,

$k$  : banyak kelas interval

$n$  : banyak data observasi

Langkah selanjutnya adalah menentukan panjang interval pada setiap kelas menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\ell = \frac{D_{max} - D_{min}}{k}$$

dengan,

$\ell$  : panjang interval tiap kelas

$D_{max}$  : data historis terbesar

$D_{min}$  : data historis terkecil

$k$  : banyak kelas

Banyak kelas dan panjang interval tiap kelas telah ditentukan. Berdasarkan proses pembentukan interval maka akan dihasilkan nilai-nilai linguistik yang menjelaskan suatu himpunan *fuzzy* pada interval-interval yang terbentuk dari himpunan semesta ( $U$ ).

$$U = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_k\}$$

dimana,

$U$  : himpunan semesta

$u_j$  : kelas interval ke-  $j$ , untuk  $j = 1, 2, 3, \dots, k$

### 3. Menentukan himpunan *fuzzy*

Himpunan *fuzzy* adalah sebuah himpunan dimana keanggotaan dari setiap elemennya tidak memiliki batas yang jelas. Himpunan tersebut sangat kontras dengan himpunan klasik (Naba, 2009). Misalkan  $U$  adalah himpunan semesta, dengan  $U = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_k\}$  yang mana  $u_j$  adalah kelas interval ke-  $j$  dari himpunan semesta  $U$ , kemudian variabel linguistik  $A_i$  terhadap  $U$  dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$A_i = \frac{\mu_{A_i}(u_1)}{u_1} + \frac{\mu_{A_i}(u_2)}{u_2} + \frac{\mu_{A_i}(u_3)}{u_3} + \dots + \frac{\mu_{A_i}(u_k)}{u_k}$$

Persamaan di atas dapat diinterpretasikan bahwa  $\frac{\mu_{A_i}(u_1)}{u_1}$  memiliki arti derajat keanggotaan  $u_1$  terhadap  $A_i$  adalah sebesar  $\mu_{A_i}(u_1)$ .  $\mu_{A_i}$  adalah fungsi keanggotaan dari *fuzzy set*  $A_i$ , sedemikian sehingga  $\mu_{A_i}: U \rightarrow [0,1]$ . Jika  $u_j$  adalah anggota dari  $A_i$ , maka  $\mu_{A_i}(u_j)$  adalah derajat keanggotaan  $u_j$  terhadap  $A_i$  (Brata, 2016). Chen (1996) menjelaskan bahwa nilai derajat keanggotaan dari  $\mu_{A_i}(u_j)$  ditentukan berdasarkan aturan sebagai berikut:

**Aturan 1:** Jika data historis  $X_t$  termasuk dalam  $u_1$ , maka nilai derajat keanggotaan untuk  $u_1$  adalah 1,  $u_2$  adalah 0,5 dan jika bukan  $u_1$  dan  $u_2$  dinyatakan 0.

**Aturan 2:** Jika data historis  $X_t$  termasuk dalam  $u_i$ , dimana  $1 < i < k$  dengan  $k$  adalah banyak kelas interval, maka nilai derajat keanggotaan untuk  $u_i$  adalah 1,  $u_{i-1}$  dan  $u_{i+1}$  adalah 0,5 dan yang lain dinyatakan 0.

**Aturan 3:** Jika data historis  $X_t$  termasuk dalam  $u_k$ , dengan  $k$  adalah banyak kelas interval maka nilai derajat keanggotaan untuk  $u_k$  adalah 1, untuk  $u_{k-1}$  adalah 0,5 dan yang lain dinyatakan 0.

### 4. Menentukan *Fuzzy Logic Relation* (FLR) dan *Fuzzy Logic Relation Group* (FLRG)

Chen memperkenalkan *Fuzzy Time Series* dengan orde tinggi pada tahun 2002. Perbedaan *Fuzzy Time Series* Chen orde tinggi terletak pada penentuan *Fuzzy Logic Relations* (FLR) (Chen, 2002). Pembentukan FLR pada metode *Fuzzy Time Series* Chen dengan orde tinggi memperhatikan dua atau lebih data pada masa lalu sesuai dengan dengan orde yang digunakan. Jika menggunakan orde tiga, maka dalam penentuan FLR

akan memperhatikan tiga data historis. Sebagai contoh untuk *Fuzzy Time Series* Chen menggunakan orde dua jika  $F_{(t-2)} = A_i$ ,  $F_{(t-1)} = A_j$ , dan  $F_{(t)} = A_k$ , maka FLR yang terbentuk pada periode  $t$  adalah  $A_i, A_j \rightarrow A_k$ .

Pembentukan FLRG dilakukan dengan mengelompokkan FLR dengan data historis yang sama. Misalkan pada FLR didapatkan  $A_1, A_1 \rightarrow A_1$ ;  $A_1, A_1 \rightarrow A_2$ ;  $A_1, A_1 \rightarrow A_3$ , maka FLRG yang terbentuk adalah  $A_1, A_1 \rightarrow A_1, A_2, A_3$ .

#### 5. Peramalan

Sebagai contoh pada orde dua. Jika  $F_{(t-2)} = A_i$ ,  $F_{(t-1)} = A_j$ , maka nilai peramalan wajib memenuhi peraturan berikut ini:

I. Jika FLR dari  $A_i, A_j$  tidak ada ( $A_i, A_j \rightarrow \#$ ), maka peramalan tidak bisa dilanjutkan

II. Jika hanya terdapat satu FLR ( $A_i, A_j \rightarrow A_k$ ), maka  $F_{(t)} = A_k$

III. Jika pada FLR didapatkan ( $A_i, A_j \rightarrow A_{k_1}, A_i, A_j \rightarrow A_{k_2}, \dots, A_i, A_j \rightarrow A_{k_n}$ ), maka  $F_{(t)} = A_{k_1}, A_{k_2}, \dots, A_{k_n}$

#### 6. Defuzzifikasi

Jika diketahui  $F_{(t)} = A_{i_1}, A_{i_2}, \dots, A_{i_p}$ ; maka rumus untuk menghitung nilai peramalan untuk periode ke-  $t + 1$  adalah sebagai berikut:

$$\hat{y}_{(t+1)} = \frac{\sum_{j=1}^p m_{i_j}}{p}$$

dimana,

$\hat{y}_{(t+1)}$  : nilai peramalan untuk periode ke-  $t+1$

$m_{i_j}$  : nilai tengah dari  $A_{i_j}$

$p$  : banyak kelas yang terdapat pada FLRG untuk periode ke-  $t$

Sebagai contoh jika  $F_{(t)} = A_2, A_3, A_4$ , maka nilai peramalan untuk periode ke-  $t+1$  adalah  $\hat{y}_{(t+1)} = \frac{m_2+m_3+m_4}{3}$ , dengan  $m_2$  merupakan nilai tengah  $A_2$ ,  $m_3$  merupakan nilai tengah  $A_3$ , dan  $m_4$  merupakan nilai tengah  $A_4$ .

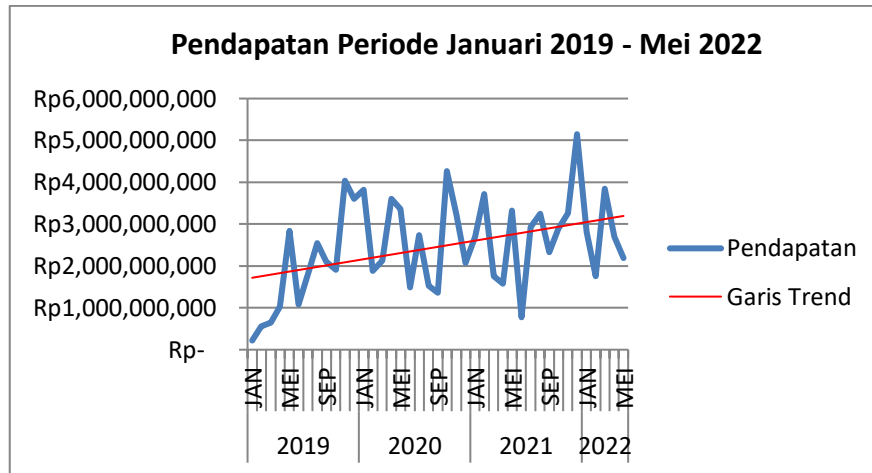
### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data sekunder pendapatan bulanan Koperasi Pegawai PT. Telekomunikasi Indonesia (Kopegtel) Wilayah Semarang periode Januari 2019 sampai dengan Mei 2022. Penelitian ini menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Chen dengan orde tinggi. Berikut merupakan langkah-langkah analisis data:

1. Menghimpun data historis pendapatan yang dibutuhkan
2. Membuat plot data pendapatan
3. Membentuk himpunan semesta
4. Membentuk interval berdasarkan himpunan semesta
5. Menentukan himpunan fuzzy
6. Menentukan *fuzzy logic relation* (FLR)
7. Menentukan *fuzzy logic relation group* (FLRG)
8. Melakukan defuzzifikasi dan peramalan untuk data historis yang digunakan
9. Menghitung nilai sMAPE peramalan untuk data historis yang digunakan
10. Melakukan peramalan periode selanjutnya

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah pertama yang dilakukan adalah membuat grafik pola data pendapatan bulanan Koperasi Pegawai PT. Telekomunikasi Indonesia Wilayah Semarang periode Januari 2019 sampai dengan Mei 2022. Pola data yang terbentuk dari data pendapatan bulanan Koperasi Pegawai PT. Telekomunikasi Indonesia Wilayah Semarang periode Januari 2019 sampai dengan Mei 2022 disajikan pada Gambar 6.



Gambar 1. Plot Data Pendapatan

Berdasarkan Gambar 1. dapat diketahui bahwa pendapatan Koperasi Pegawai PT. Telekomunikasi Indonesia Wilayah Semarang periode Januari 2019 sampai dengan Mei 2022 mengalami *trend* naik. Pendapatan terendah terjadi pada periode Januari 2019 sebesar Rp 219.305.081,- dan pendapatan tertinggi terjadi pada periode Desember 2021 sebesar Rp 5.149.252.993,-.

Hasil analisis peramalan pendapatan Koperasi Pegawai PT. Telekomunikasi Indonesia Wilayah Semarang Periode Januari 2019 sampai dengan Mei 2022 menggunakan *Fuzzy Time Series* Chen dengan orde satu disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Peramalan *Fuzzy Time Series* Chen dengan Orde Satu untuk Pendapatan Kopeptel Periode Januari 2019 s.d Mei 2022

NO	PENDAPATAN ( $A_t$ )	FUZZYFIKASI	FLR	PERAMALAN ( $F_t$ )	$\frac{ F_t - A_t }{ A_t  +  F_t }$
1	Rp 219.305.081	$A_1$			
2	Rp 560.396.648	$A_1$	$A_1 \rightarrow A_1$	Rp 1.862.621.052	0,537
3	Rp 644.876.544	$A_1$	$A_1 \rightarrow A_1$	Rp 1.862.621.052	0,486
:	:	:	:	:	:
39	Rp 3.844.871.264	$A_5$	$A_2 \rightarrow A_5$	Rp 2.684.279.037	0,178
40	Rp 2.697.660.857	$A_4$	$A_5 \rightarrow A_4$	Rp 2.684.279.037	0,002
41	Rp 2.186.511.521	$A_3$	$A_4 \rightarrow A_3$	Rp 2.684.279.037	0,102

Berdasarkan Tabel 2. dapat dilakukan penghitungan sMAPE dari hasil peramalan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Chen dengan orde satu untuk pendapatan bulanan Koperasi Pegawai PT. Telekomunikasi Indonesia Wilayah Semarang. Berikut merupakan hasil penghitungan nilai sMAPE.

$$\begin{aligned}
 \text{sMAPE} &= \frac{2}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|F_t - A_t|}{(|A_t| + |F_t|)} \times 100\% \\
 &= \frac{2}{40} \sum_{i=1}^{41} \frac{|F_t - A_t|}{(|A_t| + |F_t|)} \times 100\% \\
 &= \frac{2}{40} (0,537 + 0,486 + 0,288 + \dots + 0,102) \times 100\% \\
 &= \frac{2}{40} (7,687) \times 100\% \\
 \text{sMAPE} &= 38,44\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil penghitungan sMAPE di atas, diketahui bahwa hasil peramalan pendapatan bulanan Koperasi Pegawai PT. Telekomunikasi Indonesia Wilayah Semarang menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Chen dengan orde satu mendapatkan nilai sMAPE sebesar 38,44% yang tergolong peramalan dengan kriteria cukup baik.

Hasil analisis peramalan pendapatan Koperasi Pegawai PT. Telekomunikasi Indonesia Wilayah Semarang Periode Januari 2019 sampai dengan Mei 2022 menggunakan *Fuzzy Time Series* Chen dengan orde dua disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Peramalan *Fuzzy Time Series* Chen dengan Orde Dua untuk Pendapatan Kopegtel Periode Januari 2019 s.d Mei 2022

NO	PENDAPATAN ( $A_t$ )	FUZZYFIKASI	FLR	PERAMALAN ( $F_t$ )	$\frac{ F_t - A_t }{ A_t  +  F_t }$
1	Rp 219.305.081	$A_1$			
2	Rp 560.396.648	$A_1$			
3	Rp 644.876.544	$A_1$	$A_1, A_1 \rightarrow A_1$	Rp 1.862.621.052	0,486
4	Rp 1.030.457.036	$A_1$	$A_1, A_1 \rightarrow A_1$	Rp 1.862.621.052	0,288
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
40	Rp 2.697.660.857	$A_4$	$A_2, A_5 \rightarrow A_4$	Rp 3.095.108.030	0,069
41	Rp 2.186.511.521	$A_3$	$A_5, A_4 \rightarrow A_3$	Rp 1.862.621.052	0,080

Berdasarkan Tabel 3. dapat dilakukan penghitungan sMAPE dari hasil peramalan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Chen dengan orde dua untuk pendapatan bulanan Koperasi Pegawai PT. Telekomunikasi Indonesia Wilayah Semarang. Berikut merupakan hasil penghitungan nilai sMAPE.

$$\begin{aligned}
 \text{sMAPE} &= \frac{2}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|F_t - A_t|}{(|A_t| + |F_t|)} \times 100\% \\
 &= \frac{2}{39} \sum_{i=1}^{41} \frac{|F_t - A_t|}{(|A_t| + |F_t|)} \times 100\% \\
 &= \frac{2}{39} (0,486 + 0,288 + 0,207 + \dots + 0,080) \times 100\% \\
 &= \frac{2}{39} (4,996) \times 100\%
 \end{aligned}$$

$$\text{sMAPE} = 25,62\%$$

Berdasarkan hasil penghitungan sMAPE di atas, diketahui bahwa hasil peramalan pendapatan bulanan Koperasi Pegawai PT. Telekomunikasi Indonesia Wilayah Semarang menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Chen dengan orde dua mendapatkan nilai sMAPE sebesar 25,62% yang tergolong peramalan dengan kriteria cukup baik.

Hasil analisis peramalan pendapatan Koperasi Pegawai PT. Telekomunikasi Indonesia Wilayah Semarang Periode Januari 2019 sampai dengan Mei 2022 menggunakan *Fuzzy Time Series* Chen dengan orde tiga disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Peramalan *Fuzzy Time Series* Chen dengan Orde Tiga untuk Pendapatan Kopegtel Periode Januari 2019 s.d Mei 2022

NO	PENDAPATAN ( $A_t$ )	FUZZYFIKASI	FLR	PERAMALAN ( $F_t$ )	$\frac{ F_t - A_t }{ A_t  +  F_t }$
1	Rp 219.305.081	$A_1$			
2	Rp 560.396.648	$A_1$			
3	Rp 644.876.544	$A_1$			
4	Rp 1.030.457.036	$A_1$	$A_1, A_1, A_1 \rightarrow A_1$	Rp 1.862.621.052	0,288
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
40	Rp 2.697.660.857	$A_4$	$A_4, A_2, A_5 \rightarrow A_4$	Rp 3.095.108.030	0,069
41	Rp 2.186.511.521	$A_3$	$A_2, A_5, A_4 \rightarrow A_3$	Rp 2.273.450.044	0,019

Berdasarkan Tabel 4. dapat dilakukan penghitungan sMAPE dari hasil peramalan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Chen dengan orde tiga untuk pendapatan bulanan Koperasi Pegawai PT. Telekomunikasi Indonesia Wilayah Semarang. Berikut merupakan hasil penghitungan nilai sMAPE.

$$\begin{aligned}
\text{sMAPE} &= \frac{2}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|F_t - A_t|}{(|A_t| + |F_t|)} \times 100\% \\
&= \frac{2}{38} \sum_{i=1}^{41} \frac{|F_t - A_t|}{(|A_t| + |F_t|)} \times 100\% \\
&= \frac{2}{38} (0,288 + 0,207 + 0,149 + \dots + 0,019) \times 100\% \\
&= \frac{2}{38} (2,349) \times 100\% \\
\text{sMAPE} &= 12,36\%
\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil penghitungan sMAPE di atas, diketahui bahwa hasil peramalan pendapatan bulanan Koperasi Pegawai PT. Telekomunikasi Indonesia Wilayah Semarang menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Chen dengan orde tiga mendapatkan nilai sMAPE sebesar 12,36% yang tergolong peramalan dengan kriteria baik.

Hasil analisis peramalan pendapatan Koperasi Pegawai PT. Telekomunikasi Indonesia Wilayah Semarang Periode Januari 2019 sampai dengan Mei 2022 menggunakan *Fuzzy Time Series* Chen dengan orde empat disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Peramalan *Fuzzy Time Series* Chen dengan Orde Empat untuk Pendapatan Kopegtel Periode Januari 2019 s.d Mei 2022

NO	PENDAPATAN ( $A_t$ )	FUZZYFIKASI	FLR	PERAMALAN ( $F_t$ )	$\frac{ F_t - A_t }{ A_t  +  F_t }$
1	Rp 219.305.081	$A_1$			
2	Rp 560.396.648	$A_1$			
3	Rp 644.876.544	$A_1$			
4	Rp 1.030.457.036	$A_1$			
5	Rp 2.832.975.944	$A_4$	$A_1, A_1, A_1, A_1 \rightarrow A_4$	Rp 3.095.108.030	0,044
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
40	Rp 2.697.660.857	$A_4$	$A_6, A_4, A_2, A_5 \rightarrow A_4$	Rp 3.095.108.030	0,069
41	Rp 2.186.511.521	$A_3$	$A_4, A_2, A_5, A_4 \rightarrow A_3$	Rp 2.273.450.044	0,019

Berdasarkan Tabel 5. dapat dilakukan penghitungan sMAPE dari hasil peramalan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Chen dengan orde empat untuk pendapatan bulanan Koperasi Pegawai PT. Telekomunikasi Indonesia Wilayah Semarang. Berikut merupakan hasil penghitungan nilai sMAPE.

$$\begin{aligned}
\text{sMAPE} &= \frac{2}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|F_t - A_t|}{(|A_t| + |F_t|)} \times 100\% \\
&= \frac{2}{37} \sum_{i=1}^{41} \frac{|F_t - A_t|}{(|A_t| + |F_t|)} \times 100\% \\
&= \frac{2}{37} (0,044 + 0,149 + 0,100 + \dots + 0,019) \times 100\% \\
&= \frac{2}{37} (1,770) \times 100\% \\
\text{sMAPE} &= 9,56\%
\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil penghitungan sMAPE di atas, diketahui bahwa hasil peramalan pendapatan bulanan Koperasi Pegawai PT. Telekomunikasi Indonesia Wilayah Semarang menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Chen dengan orde empat mendapatkan nilai sMAPE sebesar 9,56% yang tergolong peramalan dengan kriteria sangat baik.

*Fuzzy Time Series* Chen orde tinggi digunakan dalam memperkirakan pendapatan bulanan Koperasi Pegawai PT. Telekomunikasi Indonesia Wilayah Semarang periode berikutnya yaitu bulan Juni dan Juli 2022. Berikut merupakan hasil peramalan pendapatan Koperasi Pegawai PT. Telekomunikasi Indonesia Wilayah Semarang periode bulan Juni dan Juli 2022 menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Chen dengan orde satu, dua, tiga, dan empat.

#### 1. Orde Satu

Hasil penghitungan peramalan pendapatan Koperasi Pegawai PT. Telekomunikasi Indonesia Wilayah Semarang periode Juni dan Juli 2022 menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Chen dengan orde satu ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Peramalan Orde Satu Periode Juni dan Juli 2022

Periode	FUZZIFIKASI 1 PERIODE HISTORIS	PENDAPATAN ( $A_t$ )	PERAMALAN ( $F_t$ )	$\frac{ F_t - A_t }{ A_t  +  F_t }$
Juni	$A_3$	3.320.068.126	3.095.108.030	0,035
Juli	$A_4$	3.997.301.016	2.684.279.037	0,197

Berdasarkan Tabel 6. dapat dilakukan penghitungan sMAPE dari hasil peramalan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Chen dengan orde satu untuk pendapatan Koperasi Pegawai PT. Telekomunikasi Indonesia Wilayah Semarang periode Juni dan Juli 2022. Berikut merupakan hasil penghitungan nilai sMAPE.

$$\begin{aligned} \text{sMAPE} &= \frac{2}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|F_t - A_t|}{(|A_t| + |F_t|)} \times 100\% \\ &= \frac{2}{2} (0,035 + 0,197) \times 100\% \\ \text{sMAPE} &= 23,15\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil penghitungan sMAPE di atas, diketahui bahwa hasil peramalan pendapatan periode Juni dan Juli 2022 menggunakan *Fuzzy Time Series* Chen dengan orde satu mendapatkan nilai sMAPE sebesar 23,15% yang tergolong peramalan dengan kriteria cukup baik.

## 2. Orde Dua

Hasil penghitungan peramalan pendapatan Koperasi Pegawai PT. Telekomunikasi Indonesia Wilayah Semarang periode Juni dan Juli 2022 menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Chen dengan orde dua ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Peramalan Orde Dua Periode Juni dan Juli 2022

Periode	FUZZIFIKASI 2 PERIODE HISTORIS	PENDAPATAN ( $A_t$ )	PERAMALAN ( $F_t$ )	$\frac{ F_t - A_t }{ A_t  +  F_t }$
Juni	$A_4, A_3$	3.320.068.126	3.095.108.030	0,035
Juli	$A_3, A_4$	3.997.301.016	3.505.937.022	0,065

Berdasarkan Tabel 7. dapat dilakukan penghitungan sMAPE dari hasil peramalan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Chen dengan orde dua untuk pendapatan Koperasi Pegawai PT. Telekomunikasi Indonesia Wilayah Semarang periode Juni dan Juli 2022. Berikut merupakan hasil penghitungan nilai sMAPE.

$$\begin{aligned} \text{sMAPE} &= \frac{2}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|F_t - A_t|}{(|A_t| + |F_t|)} \times 100\% \\ &= \frac{2}{2} (0,035 + 0,065) \times 100\% \\ \text{sMAPE} &= 10,06\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil penghitungan sMAPE di atas, diketahui bahwa hasil peramalan pendapatan periode Juni dan Juli 2022 menggunakan *Fuzzy Time Series* Chen orde dua mendapatkan nilai sMAPE sebesar 10,06% yang tergolong peramalan dengan kriteria baik.

## 3. Orde Tiga

Hasil penghitungan peramalan pendapatan Koperasi Pegawai PT. Telekomunikasi Indonesia Wilayah Semarang periode Juni dan Juli 2022 menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Chen dengan orde tiga ditunjukkan pada Tabel 8.



Tabel 8. Hasil Peramalan Orde Tiga Periode Juni dan Juli 2022

Periode	FUZZIFIKASI 3 PERIODE HISTORIS	PENDAPATAN ( $A_t$ )	PERAMALAN ( $F_t$ )	$\frac{ F_t - A_t }{ A_t  +  F_t }$
Juni	$A_5, A_4, A_3$	3.320.068.126	3.095.108.030	0,035
Juli	$A_4, A_3, A_4$	3.997.301.016	3.505.937.022	0,065

Berdasarkan Tabel 8. dapat dilakukan penghitungan sMAPE dari hasil peramalan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Chen dengan orde tiga untuk pendapatan Koperasi Pegawai PT. Telekomunikasi Indonesia Wilayah Semarang periode Juni dan Juli 2022. Berikut merupakan hasil penghitungan nilai sMAPE.

$$\begin{aligned} \text{sMAPE} &= \frac{2}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|F_t - A_t|}{(|A_t| + |F_t|)} \times 100\% \\ &= \frac{2}{2} (0,035 + 0,065) \times 100\% \\ \text{sMAPE} &= 10,06\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil penghitungan sMAPE di atas, diketahui bahwa hasil peramalan pendapatan periode Juni dan Juli 2022 menggunakan *Fuzzy Time Series* Chen orde tiga mendapatkan nilai sMAPE sebesar 10,06% yang tergolong peramalan dengan kriteria baik.

#### 4. Orde Empat

Hasil penghitungan peramalan pendapatan Koperasi Pegawai PT. Telekomunikasi Indonesia Wilayah Semarang periode Juni dan Juli 2022 menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Chen dengan orde empat ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Peramalan Orde Empat Periode Juni dan Juli 2022

Periode	FUZZIFIKASI 4 PERIODE HISTORIS	PENDAPATAN ( $A_t$ )	PERAMALAN ( $F_t$ )	$\frac{ F_t - A_t }{ A_t  +  F_t }$
Juni	$A_2, A_5, A_4, A_3$	3.320.068.126	3.095.108.030	0,035
Juli	$A_5, A_4, A_3, A_4$	3.997.301.016	3.916.766.015	0,010

Berdasarkan Tabel 9. dapat dilakukan penghitungan sMAPE dari hasil peramalan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Chen dengan orde empat untuk pendapatan Koperasi Pegawai PT. Telekomunikasi Indonesia Wilayah Semarang periode Juni dan Juli 2022. Berikut merupakan hasil penghitungan nilai sMAPE.

$$\begin{aligned} \text{sMAPE} &= \frac{2}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|F_t - A_t|}{(|A_t| + |F_t|)} \times 100\% \\ &= \frac{2}{2} (0,035 + 0,010) \times 100\% \\ \text{sMAPE} &= 4,52\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil penghitungan sMAPE di atas, diketahui bahwa hasil peramalan pendapatan periode Juni dan Juli 2022 menggunakan *Fuzzy Time Series* Chen orde empat mendapatkan nilai sMAPE sebesar 4,52% yang tergolong peramalan dengan kriteria sangat baik.

### 5. KESIMPULAN

Peramalan pendapatan Koperasi Pegawai PT. Telekomunikasi Indonesia (Kopegtel) Wilayah Semarang menggunakan *Fuzzy Time Series* Chen orde satu, dua, tiga, dan empat memiliki nilai kesalahan peramalan yang berbeda untuk masing-masing orde. Orde empat memiliki nilai sMAPE terkecil dibandingkan orde satu, dua, dan tiga. Hasil penghitungan nilai ukuran ketepatan peramalan dengan sMAPE menunjukkan bahwa semakin besar orde yang digunakan dalam peramalan metode *Fuzzy Time Series* Chen memengaruhi besar nilai sMAPE.

*Fuzzy Time Series* Chen orde satu, dua, tiga, dan empat menghasilkan nilai peramalan pendapatan Kopegtel Wilayah Semarang periode Juni dan Juli 2022 yang berbeda untuk masing-masing orde. Peramalan Pendapatan Kopegtel Wilayah Semarang menggunakan *Fuzzy Time Series* Chen orde empat memiliki nilai sMAPE terkecil dibandingkan orde satu, dua, dan tiga sehingga dapat disimpulkan bahwa *Fuzzy Time Series* Chen orde empat merupakan metode terbaik untuk meramalkan pendapatan Kopegtel Wilayah Semarang

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Brata, A. S. 2016. *Penerapan Fuzzy Time Series Dalam Peramalan Data Seasonal*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Chen, S. M. 1996. *Forecasting Enrollments Based on Fuzzy Time Series*. *Journal of Fuzzy Sets and System*, 81 (3): 311-319.
- Chen, S. M. 2002. *Forecasting enrollments based on high-order fuzzy time series*. *Cybernetics and Systems*, 33(1), 1-16.
- Heizer, J. dan Render, B. 2001. *Prinsip-Prinsip Manajemen Operasi: Operations Management*. Jakarta: Salemba Empat.
- Makridakis, S., Hibon, M. 2000. *The M3-Competition: results, conclusions and implications*. *International journal of forecasting*, 16(4), 451-476.
- Naba, A. 2009. *Belajar Cepat Fuzzy Logic Menggunakan Matlab*. Yogyakarta: ANDI.
- Prasetya, H., Lukiastuti, F. 2009. *Manajemen Operasi*. Jakarta: PT. Buku Kita.
- Putra, N. A. 2017. *Prediksi Jumlah Penduduk Menggunakan Fuzzy Time Series Model Chen (Studi Kasus: Kota Tanjungpinang)*. Jurnal Skripsi. FT UMRAH.
- Song, Q., dan Chissom, B. S. 1994. *Forecasting Enrollments with Fuzzy Time Series-Part II*. *Journal of Fuzzy Sets and System*, 62:1-8.
- Sukirno. 2006. *Ekonomi Pembangunan. Proses, Masalah dan Kebijakan*. Kencana Prenada Media Group.
- Ujiyanto, Y., dan Irawan, M. I. 2015. *Perbandingan Performansi Metode Peramalan Fuzzy Time Series yang Dimodifikasi dan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation (Studi Kasus: Penutupan Harga IHSG)*. Jurnal Sains dan Seni ITS. Vol. 4, No.2, Hal. 31-36.