

Penerapan Metode Fuzzy Time Series Chen Orde Tinggi Pada Peramalan Hasil Penjualan (Studi Kasus: KPRI “Serba Guna” Kecamatan Selorejo Kabupaten Blitar)

Nur Misbahul ‘Arfiana*, Evawati Alisah, Dewi Ismiarti

Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, Indonesia

arfiana160899@gmail.com*, evawatialisah@mat.uin-malang.ac.id, dewi.ismiarti@yahoo.com

Abstrak

Metode peramalan yang paling dikembangkan saat ini adalah *time series*, yakni menggunakan pendekatan kuantitatif dengan data masa lampau yang dijadikan acuan untuk peramalan masa depan. *Fuzzy time series* merupakan suatu penyelesaian yang menggunakan data *time series* dengan menerapkan metode *fuzzy* dalam peramalan. Penelitian dengan menggunakan *fuzzy time series* ini diaplikasikan pada data hasil penjualan Koperasi Pegawai Republik Indonesia (KPRI) Kecamatan Selorejo Kabupaten Blitar tahun 2015-2021. Penelitian ini menjelaskan masalah peramalan hasil penjualan koperasi menggunakan *Fuzzy Time Series* (FTS) yang dikembangkan dengan Orde Tinggi. Pengembangan metode dilakukan dengan cara meningkatkan metode FTS dengan kaidah matematis dan diterapkan pada tahapan proses peramalan hasil penjualan koperasi. Pengujian hasil peramalan *Fuzzy Time Series* Orde Tinggi menggunakan nilai akurasi *Mean Squared Error* (MSE), *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), dan *Mean Absolute Error* (MAE) terbaik. *Fuzzy Time Series* Orde Tinggi terdiri dari FTS Orde dua, FTS Orde tiga dan FTS Orde empat. Hasil perhitungan nilai akurasi yang terkecil terdapat pada FTS Orde empat yaitu MSE sebesar 19.333.658.980.372, MAPE sebesar 11%, dan MAE sebesar 267.749. Sehingga dapat disimpulkan bahwa FTS Orde empat adalah metode terbaik pada penelitian ini.

Kata Kunci: Peramalan; *Fuzzy Time Series*; orde tinggi; koperasi.

Abstract

The most developed forecasting method currently is the *time series*, which uses a quantitative approach with past data as a reference for future forecasting. *Fuzzy time series* is a solution that uses *time series* data by applying *fuzzy* methods in forecasting. This research using *fuzzy time series* is applied on data from the sale of the Republic of Indonesia Employee Cooperative (KPRI) Selorejo District, Blitar Regency in 2015-2021. This study describes the problem of forecasting the results of cooperative sales using the *Fuzzy Time Series* (FTS) which was developed with the High Order. The development of the method is done by improving the FTS method with mathematical rules and is applied to the stages of the process of forecasting the results of cooperative sales. Testing the results of the High Order *Fuzzy Time Series* forecasting using the best *Mean Squared Error* (MSE), *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) and *Mean Absolute Error* (MAE) accuracy values. The High Order *Fuzzy Time Series* consists of second order FTS, third order FTS and fourth order FTS. The results of the calculation of the smallest accuracy values are found in the fourth-order FTS, namely MSE of 19,333,658,980,372, MAPE of 11%, and MAE of 267,749. So it can be concluded that the fourth-order FTS is the best method in this study.

Keywords: forecasting, *fuzzy time series*, high order, cooperative

PENDAHULUAN

Metode *fuzzy time series* merupakan suatu penyelesaian yang menggunakan data *time series* dengan menerapkan metode *fuzzy* dalam suatu peramalan. Metode peramalan data yang memakai syarat-syarat *fuzzy* sebagai dasarnya disebut *fuzzy time series*. Agar bisa digunakan

untuk memproyeksikan data yang akan datang, metode *fuzzy time series* harus bisa menentukan pola dari data sebelum-sebelumnya [1]. Pengubahan suatu pernyataan linguistik menjadi numerik ataupun sebaliknya merupakan cara yang telah di sediakan oleh logika fuzzy ([2]. Himpunan fuzzy bisa didefinisikan sebagai batasan samar pada suatu kelas bilangan. Angka-angka yang digunakan pada metode *fuzzy time series* yaitu himpunan fuzzy dari bilangan-bilangan real berdasarkan himpunan semesta yang telah ditentukan. Kegunaan himpunan fuzzy dapat menggantikan data sebelum-sebelumnya yang akan diramalkan. Dalam proses peramalan dengan menggunakan metode *fuzzy time series*, panjang interval harus ditentukan di awal proses perhitungan karena penentuan panjang interval dan pembentukan *fuzzy relationship* sangat berpengaruh sehingga akan memberikan perbedaan pada hasil perhitungan peramalan [3]. Peramalan merupakan proses menyusun informasi tentang kejadian masa lampau yang beruntun untuk menduga kejadian di masa yang akan datang [4]. Metode peramalan data yang memakai syarat-syarat fuzzy sebagai dasarnya disebut *fuzzy time series*. Agar bisa digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang, metode *fuzzy time series* harus bisa menentukan pola dari data sebelum-sebelumnya [1]. Pengubahan suatu pernyataan linguistik menjadi numerik ataupun sebaliknya merupakan cara yang telah di sediakan oleh logika fuzzy [2].

METODE PENELITIAN

2.1. Fuzzy Time Series Chen

[5] mengembangkan *fuzzy time series* berdasarkan [1] dengan operasi sederhana, perkembangan metode *fuzzy time series* terdapat operasi matriks yang kompleks, serta mempunyai pengaruh yang sangat besar. Di bawah ini akan dijelaskan langkah-langkah metode *fuzzy time series* dengan menggunakan Algoritma Chen:

[Langkah 1] Pembentukan himpunan semesta (U).

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

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.

[Langkah 2] Pembentukan interval.

Membagi himpunan semesta menjadi beberapa interval dengan jarak yang sama. Untuk mengetahui banyak interval dapat mempergunakan rumus Struges sebagai berikut:

$$\text{jumlah interval} = 1 + 3,322 \log_{10}(n) \quad (2)$$

dengan,

n : jumlah data observasi.

Setelah jumlah interval didapat, maka selanjutnya menentukan Panjang interval dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{panjang interval} = \frac{D_{max} - D_{min}}{\text{jumlah interval}} \quad (3)$$

Sehingga membentuk sejumlah nilai linguistik untuk mempresentasikan suatu himpunan *fuzzy* pada interval-interval yang terbentuk dari himpunan semesta (U)

$$U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\} \quad (4)$$

dengan,

U : himpunan semesta, dan

u_i : jarak pada U , untuk $i = 1, 2, \dots, n$.

[Langkah 3] Menentukan Himpunan Fuzzy

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 sebagai berikut:

$$A_i = \frac{\mu_{A_i}(u_1)}{u_1} + \frac{\mu_{A_i}(u_2)}{u_2} + \frac{\mu_{A_i}(u_3)}{u_3} + \dots + \frac{\mu_{A_i}(u_n)}{u_n} \quad (5)$$

Himpunan fuzzy A_i memiliki fungsi keanggotaan yaitu μ_{A_i} , sehingga didapatkan $\mu_{A_i}: U \rightarrow [0, 1]$. Apabila u_i merupakan anggota dari A_i maka $\mu_{A_i}(u_i)$ merupakan derajat keanggotaan u_i terhadap A_i .

[Langkah 4] Menentukan Fuzzy Logic Relations (FLR) dan Fuzzy Logic Relations Grup (FLRG). 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 tahun n dan A_j tahun $n + 1$ pada data time series. Sebagai contoh, apabila FLR terbentuk dari $A_1 \rightarrow A_2, A_1 \rightarrow A_1, A_1 \rightarrow A_3, A_1 \rightarrow A_1$, maka terbentuklah FLRG yaitu $A_1 \rightarrow A_1, A_2, A_3$.

[Langkah 5] Peramalan

Jika $F(t - 1) = A_i$, maka nilai peramalan harus sesuai dengan beberapa aturan berikut yang meliputi:

- a. Jika FLR dari A_i tidak ada
($A_i \rightarrow$
), maka $F(t) = A_i$
- b. Jika hanya terdapat satu FLR $A_i \rightarrow A_j$, maka $F(t) = A_j$
- c. Jika ($A_i \rightarrow A_{j1}, A_{j2}, \dots, A_{jk}$), maka $F(t) = A_{j1}, A_{j2}, \dots, A_{jk}$

[Langkah 6] Defuzzifikasi

Misalkan $F(t) = A_1, A_2, \dots, A_n$, maka persamaan untuk mencari nilai peramalan akhir adalah sebagai berikut.

$$\hat{y}(t) = \frac{\sum_{i=1}^n m_i}{k} \quad (6)$$

Dengan, $\hat{y}(t)$ merupakan defuzzifikasi dan m_i adalah nilai tengah dari A_i . Defuzzifikasi nilai data sebelumnya X_t merupakan metode fuzzy time series cheng yang memiliki beberapa aturan yang harus diperhatikan untuk melakukan suatu peramalan. Berikut ini adalah aturan-aturan tersebut:

- Aturan 1: apabila nilai fuzzifikasi di tahun ke t adalah A_j kemudian ada himpunan fuzzy yang tidak memiliki relasi logika fuzzy, seperti $A_i \rightarrow \emptyset$, yang nilai maksimum fungsi keanggotaannya dari A_i berada pada interval u_i kemudian nilai tengah u_i merupakan m_i sehingga dapat dilihat bahwa hasil peramalan F_{t+1} adalah m_i .
- Aturan 2: apabila nilai fuzzifikasi tahun ke t adalah A_i dimana terdapat hanya satu FLR pada FLRG, seperti $A_i \rightarrow A_j$ dengan A_i dan A_j merupakan himpunan fuzzy yang nilai maksimum fungsi keanggotaan dari A_j berada pada interval u_j kemudian nilai tengah dari u_j adalah m_j , sehingga hasil peramalan F_{t+1} adalah m_j .
- Aturan 3: apabila nilai fuzzifikasi di tahun ke t adalah A_j dan A_j mempunyai beberapa FLR dan FLRG, seperti $A_i \rightarrow A_{j1}, A_{j2}, \dots, A_{jk}$ dengan $A_i, A_{j1}, A_{j2}, \dots, A_{jk}$ merupakan himpunan fuzzy kemudian nilai maksimum fungsi keanggotaan dari $A_{j1}, A_{j2}, \dots, A_{jp}$ berada pada interval $u_{j1}, u_{j2}, \dots, u_{jk}$ dan $m_{j1}, m_{j2}, \dots, m_{jk}$ sehingga hasil peramalan F_{t+1} sebagai berikut :

$$F_{t+1} = \frac{m_{j1} + m_{j2} + \dots + m_{jk}}{k} \quad (7)$$

Dengan k adalah banyaknya jumlah nilai tengah dan untuk mencari nilai tengah (m_i) pada interval himpunan fuzzy dapat digunakan persamaan berikut :

$$m_i = \frac{\text{batas atas} + \text{batas bawah}}{2} \quad (8)$$

2.2. Fuzzy Time Series Orde Tinggi

Fuzzy time series orde tinggi pertama kali di perkenalkan oleh [5] pada tahun 2002 dengan konsep n -orde (n -order concept). Pada penerapan fuzzy time series orde tinggi, Langkah-langkah perhitungan identik dengan fuzzy time series Chen, yang membedakan orde tinggi yaitu dalam menentukan FLR. Dalam penentuan FLR untuk orde tinggi melibatkan dua atau lebih data historis yang disimbolkan dengan $F_{(t-n)}, \dots, F_{(t-2)}, F_{(t-1)}$. Sebagai contoh untuk orde dua perlu melibatkan sebanyak dua data historis pada penentuan FLR yaitu $F_{(t-2)}, F_{(t-1)}$ sehingga terbentuk FLRG menjadi kelompok berdasarkan data pengamatan $F_{(t-2)}$ dan $F_{(t-1)}$ [5]. Misal jika $F_{(t-2)} \rightarrow A_i, F_{(t-1)} \rightarrow A_j$, dan $F_{(t)} \rightarrow A_k$, maka FLR yang terbentuk yaitu A_i, A_j, A_k yang merupakan penulisan FLR pada orde dua [6].

2.3. Akurasi Peramalan

Peramalan merupakan tujuan dari analisis time series. Metode peramalan yang memiliki tujuan untuk mendapatkan hasil ramalan yang optimal jika tidak mempunyai tingkat kesalahan besar. Apabila tingkat kesalahan yang telah diperoleh semakin kecil, maka hasil suatu peramalan akan semakin dekat dengan nilai yang aktual [7].

a. Mean Square Error (MSE)

Peneliti [8] menyimpulkan bahwa *mean squared error* (MSE) merupakan metode alternatif dalam mengevaluasi suatu teknik peramalan. Semakin kecil nilai MSE maka semakin kecil pula nilai kesalahan peramalan yang dihasilkan. MSE dapat ditulis dengan rumus sebagai berikut.

$$MSE = \sum_{t=1}^n \frac{(y_t - \hat{y}_t)^2}{n}$$

Di mana:

n = banyak data.

y_t = data observasi pada waktu t .

\hat{y}_t = data hasil dari peramalan pada waktu t .

b. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Metode ini melakukan perhitungan perbedaan antara data asli dan data hasil peramalan. Perbedaan tersebut diabsolutkan, kemudian dihitung ke dalam bentuk persentase terhadap data asli. Hasil persentase tersebut kemudian didapatkan nilai *mean*-nya. Dalam fase peramalan, menggunakan MSE sebagai suatu ukuran ketepatan juga dapat menimbulkan masalah, dengan keterbatasan MSE sebagai suatu ukuran ketepatan peramalan, maka diusulkan ukuran-ukuran alternatif, yang di antaranya menyangkut galat persentase [9]. Berikut rumus dari MAPE.

$$MAPE = \frac{100\%}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right|$$

Di mana:

n = banyak data.

y_t = data observasi pada waktu t .

\hat{y}_t = data hasil dari peramalan pada waktu t .

c. Mean Absolute Error (MAE)

Metode *Mean Absolute Error* (MAE) digunakan untuk mengetahui besarnya kesalahan yang terjadi pada data dari hasil peramalan terhadap data aktual dengan merata-ratakan absolut dari kesalahan meramal tanpa menghiraukan tanda positif atau negatif. Berikut merupakan persamaan tentang cara perhitungan dengan metode MAE [10].

$$MAE = \frac{\sum |y_t - \hat{y}_t|}{n}$$

Di mana:

n = banyak data.

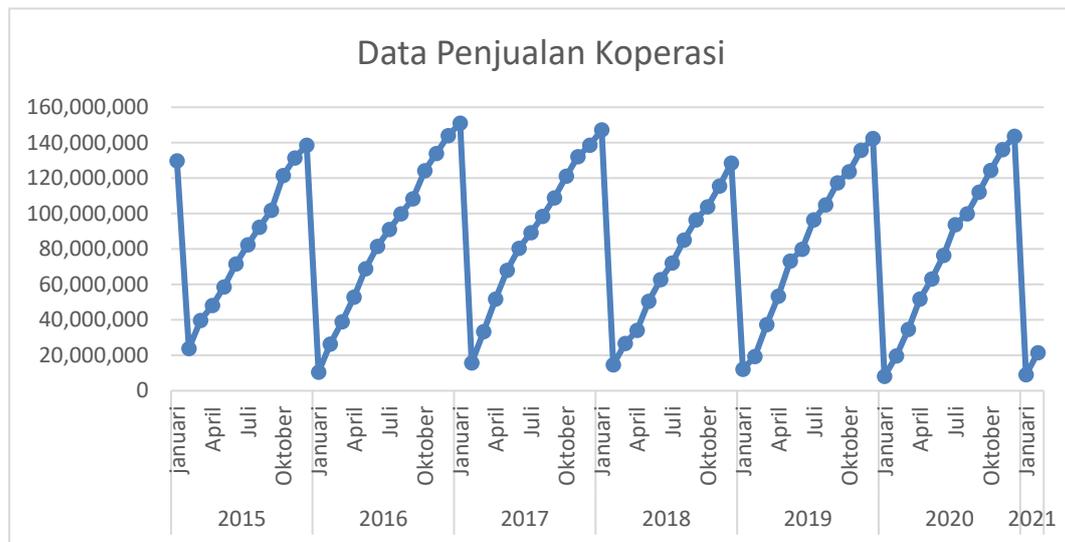
y_t = data observasi pada waktu t .

\hat{y}_t = data hasil dari peramalan pada waktu t .

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Deskriptif Data

Data yang diterapkan dalam penelitian ini merupakan data hasil penjualan KPRI Serba Guna Kecamatan Selorejo Kabupaten Blitar bulan Januari 2015 sampai bulan Februari 2021. Data penelitian diperoleh dari Koperasi Pegawai Republik Indonesia (KPRI) Kecamatan Selorejo Kabupaten Blitar yang dianalisis menggunakan metode *fuzzy time series Chen* orde tinggi. Gambar plot *time series* sebagai berikut:



Gambar 1. Data Penjualan Koperasi

Berdasarkan gambar dapat diketahui bahwa hasil penjualan mengalami penurunan di bulan Januari serta penjualan mengalami kenaikan drastis di bulan September sampai Desember pada tahun 2015 sampai 2020. Rata-rata penjualan yang diperoleh mulai bulan Januari 2015 sampai bulan Februari 2021 adalah sebesar Rp 81.577.557.

3.2. Metode Fuzzy Time Series Chen

Penetapan *fuzzy time series Chen* dalam penelitian ini menggunakan data penjualan dan variabel yang digunakan adalah hasil penjualan di KPRI Serba Guna Kecamatan Selorejo dengan langkah sebagai berikut:

Langkah 1 Pembentukan Himpunan Semesta (U)

$$\begin{aligned}
 U &= [D_{min} - D_1; D_{max} + D_2] \\
 &= [8.125.600 - 1000; 151.080.900 + 2000] \\
 &= [8.124.600; 151.078.900]
 \end{aligned}$$

Langkah 2 Pembentukan Interval

$$\begin{aligned}
 \text{jumlah interval} &= 1 + 3,322 \log(n) \\
 &= 1 + 3,322 \log(74) = 7,21 \approx 7
 \end{aligned}$$

Selanjutnya penentuan panjang interval hasil penjualan dengan data maksimum sebesar Rp151.080.900 dan data minimum sebesar Rp8.125.600, serta jumlah kelas interval sebanyak 7 kelas. Berikut perhitungannya:

$$\begin{aligned} \text{panjang interval } (l) &= \frac{[D_{max} - D_{min}]}{\text{jumlah interval}} \\ &= \frac{151.080900 + 8.125.600}{7} \\ &= 20.422.614 \end{aligned}$$

Setelah didapatkan jumlah kelas interval sebesar 7 dan panjang interval sebesar 20.422.614 maka menghasilkan u_1 sampai u_7 yang merupakan interval-interval dari himpunan semesta (U) dengan nilai tengah (m) seperti pada tabel berikut ini

Tabel 1 Penentuan Titik Tengah

Interval	Batas bawah	Batas atas	Titik tengah
U_1	Rp8.124.600	Rp28.547.214	$m_1 = \text{Rp}18.335.907$
U_2	Rp28.547.214	Rp48.969.829	$m_2 = \text{Rp}38.758.521$
U_3	Rp48.969.829	Rp69.392.443	$m_3 = \text{Rp}59.181.136$
U_4	Rp69.392.443	Rp89.815.057	$m_4 = \text{Rp}79.603.750$
U_5	Rp89.815.057	Rp110.237.671	$m_5 = \text{Rp}100.026.364$
U_6	Rp110.237.671	Rp130.660.286	$m_6 = \text{Rp}120.448.979$
U_7	Rp130.660.286	Rp151.082.900	$m_7 = \text{Rp}140.871.593$

Langkah 3 Penentuan Himpunan Fuzzy

$$\begin{aligned} A_1 &= \left\{ \frac{1}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} \right\} \\ A_2 &= \left\{ \frac{0,5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0,5}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} \right\} \\ &\vdots \\ A_7 &= \left\{ \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0,5}{u_6} + \frac{1}{u_7} \right\} \end{aligned}$$

Selanjutnya penentuan panjang interval hasil penjualan dengan data maksimum sebesar Rp151.080.900 dan data minimum sebesar Rp8.125.600, serta jumlah kelas interval sebanyak 7 kelas. Berikut perhitungannya:

$$\begin{aligned} \text{panjang interval } (l) &= \frac{[D_{max} - D_{min}]}{\text{jumlah interval}} \\ &= \frac{151.080900 + 8.125.600}{7} \\ &= 20.422.614 \end{aligned}$$

Setelah didapatkan jumlah kelas interval sebesar 7 dan panjang interval sebesar 20.422.614 maka menghasilkan u_1 sampai u_7 yang merupakan interval-interval dari himpunan semesta (U) dengan nilai tengah (m) seperti pada tabel berikut ini

Tabel 2 Fuzzifikasi

No	Tahun	Bulan	Penjualan	Fuzzifikasi
1	2015	Januari	Rp129.825.000	A_6
2		Februari	Rp23.783.150	A_1
3		Maret	Rp39.742.600	A_2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
72	2021	Desember	Rp143.673.400	A_7
73		Januari	Rp9.126.400	A_1
74		Februari	Rp21.447.300	A_1

Langkah 4 Menentukan Fuzzy Logic Relations (FLR)

Tabel 3 FLR Orde Satu

Periode	FLR
Januari-15	
Februari-15	$A_6 \rightarrow A_1$
Maret-15	$A_1 \rightarrow A_2$
⋮	⋮
Januari-21	$A_7 \rightarrow A_7$
Februari-21	$A_1 \rightarrow A_1$

Langkah 5 Menentukan *Fuzzy Logic Relation Group* (FLRG)

Tabel 4 FLRG Orde Satu

Grup 1	$A_1 \rightarrow A_1, A_6, A_7$
Grup 2	$A_2 \rightarrow A_1, A_2$
⋮	⋮
Grup 6	$A_6 \rightarrow A_5, A_6$
Grup 7	$A_7 \rightarrow A_6, A_7$

Langkah 6 Peramalan

Tabel 5 Peramalan Orde Satu

Grup	FLRG	Rumus Peramalan ($F(t)$)	Nilai Peramalan
1	$A_1 \rightarrow A_1, A_6, A_7$	$\frac{m_1 + m_6 + m_7}{3}$	Rp 93.218.826
2	$A_2 \rightarrow A_1, A_2$	$\frac{m_1 + m_2}{2}$	Rp 28.547.214
⋮	⋮	⋮	⋮
6	$A_6 \rightarrow A_5, A_6$	$\frac{m_5 + m_6}{2}$	Rp 110.237.671
7	$A_7 \rightarrow A_6, A_7$	$\frac{m_6 + m_7}{2}$	Rp 261.320.571

Nilai akhir peramalan untuk data penjualan pada bulan Januari 2015 sampai dengan bulan Februari 2021 berdasarkan hasil fuzzifikasi pada tabel 3.4 dan akan ditunjukkan juga tingkat kesalahan di setiap peramalannya.

Tabel 6 Hasil Peramalan Orde Satu

No	Bulan	Penjualan	Peramalan	Tingkat Kesalahan
1	Januari-15	Rp 129.825.000		
2	Februari-15	Rp 23.783.150	Rp 110.237.671	3,64%
3	Maret-15	Rp 39.742.600	Rp 93.218.826	1,35%
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
73	Januari-21	Rp 9.126.400	Rp 261.320.571	0,63%
74	Februari-21	Rp 21.447.300	Rp 93.218.826	3,34%

3.3. Penerapan Fuzzy Time Series Chen Orde Tinggi

Pada penerapan *fuzzy time series* orde tinggi melibatkan dua atau lebih data historis. Untuk pembentukan himpunan semesta dan pembentukan interval langkahnya sama seperti pada orde satu, yang membedakan langkahnya yaitu dimulai dari penentuan *Fuzzy Logic Relation* (FLR) dan *Fuzzy Logic Relations Group* (FLRG).

Fuzzy Time Series Chen Orde Dua

Langkah 1 Menentukan *Fuzzy Logic Relations* (FLR)

Tabel 7 FLR Orde Dua

Periode	FLR
Januari-15	
Februari-15	
Maret-15	$A_6, A_1 \rightarrow A_1$
April-15	$A_1, A_2 \rightarrow A_2$
⋮	⋮
Januari-21	$A_7, A_7 \rightarrow A_7$
Februari-21	$A_7, A_1 \rightarrow A_1$

Langkah 2 Menentukan *Fuzzy Logic Relation Group* (FLRG)

Tabel 7 FLRG Orde Dua

Grup 1	$A_1, A_1 \rightarrow A_1$
Grup 2	$A_1, A_2 \rightarrow A_2$
⋮	⋮
Grup 14	$A_7, A_1 \rightarrow A_1$
Grup 15	$A_7, A_7 \rightarrow A_7$

Langkah 3 Peramalan

Tabel 8 Peramalan Orde Dua

Grup	FLRG	Rumus Peramalan ($F(t)$)	Nilai Peramalan
1	$A_1, A_1 \rightarrow A_1$	m_1	Rp 18.335.907
2	$A_1, A_2 \rightarrow A_2$	m_2	Rp 38.758.521
⋮	⋮	⋮	⋮
14	$A_7, A_1 \rightarrow A_1$	m_1	Rp 18.335.907
15	$A_7, A_7 \rightarrow A_7$	m_7	Rp 140.871.593

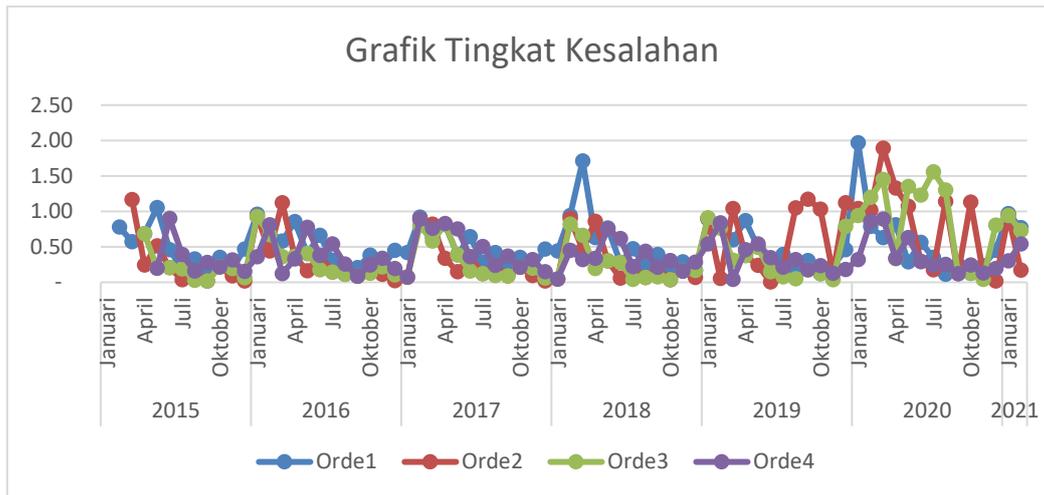
Nilai akhir peramalan untuk data penjualan pada bulan Januari 2015 sampai dengan bulan Februari 2021 berdasarkan hasil fuzzifikasi pada tabel 2 dan akan ditunjukkan juga tingkat kesalahan di setiap peramalannya.

Tabel 9 Hasil Peramalan Orde Dua

No	Bulan	Penjualan	Peramalan	Tingkat Kesalahan
1	Januari-15	Rp129.825.000		
2	Februari-15	Rp 23.783.150		
3	Maret-15	Rp 39.742.600	Rp 18.335.907	0,54%

4	April-15	Rp 48.113.450	Rp 38.578.521	0,19%
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
73	Januari-21	Rp 9.126.400	Rp 140.871.593	0,11%
74	Februari-21	Rp 21.447.300	Rp 18.335.907	0,03%

Selanjutnya pada orde tiga dan empat menggunakan cara yang sama, menentukan FLR, FLRG kemudian melakukan peramalan. Untuk FLR orde tiga menggunakan 3 data sebelumnya dan untuk FLR orde empat menggunakan empat data sebelumnya. Setelah selesai meramalkan sampai orde, bandingkan tingkat kesalahan semua orde. Seperti pada gambar berikut



Gambar 2 Grafik tingkat kesalahan

Tabel 10 Ketetapan Peramalan

Metode	MSE	MAPE	MAE
FTS Orde Satu	91.593.674.754.814	23,3%	739.106
FTS Orde Dua	39.148.306.758.429	15,9%	525.839
FTS Orde Tiga	20.493.710.885.260	12%	329.449
FTS Orde Empat	19.333.658.980.372	11%	267.749

KESIMPULAN

Penerapan metode FTS dalam peramalan hasil penjualan menggunakan orde (FTS Orde Tinggi) untuk memberikan hasil akurasi peramalan terbaik. FTS Orde Tinggi yaitu setelah pembentukan himpunan semesta dan interval linguistik, membentuk FLR dengan melibatkan 2 atau lebih data historis $F(t-n), \dots, F(t-2), F(t-1)$. Sehingga menghasilkan FLRG dari pengelompokan FLR tiap data yang nantinya memberikan nilai defuzifikasi peramalan $F(t)$. Peramalan hasil penjualan Koperasi Pegawai Republik Indonesia Kecamatan Selorejo berdasarkan perbandingan nilai akurasi dari keempat metode, maka dapat disimpulkan FTS Orde Empat adalah metode terbaik untuk penelitian ini dengan nilai MSE, MAPE dan MAE terkecil. Semakin kecil nilai MSE, MAPE dan MAE maka akan semakin baik, dengan hasil tingkat akurasi peramalan Mean Squared Error (MSE) sebesar 19.333.658.980.372, Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar 11%, dan Mean Absolute Error (MAE) sebesar 267.749.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Q. Song and B. S. Chissom, "Forecasting enrollments with fuzzy time series — part II," *Fuzzy Sets Syst.*, vol. 62, no. 1, pp. 1–8, Feb. 1994.
- [2] "Fuzzy logic - Scholarpedia." [Online]. Available:

- http://www.scholarpedia.org/article/Fuzzy_logic. [Accessed: 30-Jan-2021].
- [3] A. Purwanto, "Penerapan Metode Fuzzy Time Series Average-Based Pada Peramalan Data Harian Penampungan Susu Sapi," Mar. 2013.
 - [4] C. Frechtling Douglas, "Forecasting Tourism Demand: Methods and Strategies." Butterworth-Heinemann Linacre House, Jordan Hill, Oxford, 2001.
 - [5] S. M. Chen, "Forecasting enrollments based on fuzzy time series," *Fuzzy Sets Syst.*, vol. 81, no. 3, pp. 311–319, Aug. 1996.
 - [6] U. Uliana, "Penerapan Metode Average-Based Fuzzy Time Series dengan Pergerakan Data Harga Saham Minyak," 2017.
 - [7] W. W. S. Wei, *Multivariate time series analysis and applications*. John Wiley & Sons, 2018.
 - [8] L. Arsyad, "Peramalan Bisnis Edisi Pertama," *Yogyakarta Univ. Gajah Mada*, 2001.
 - [9] S. Makridakis, S. C. Wheelwright, and V. E. McGee, "Metode dan aplikasi peramalan," *Bin. Aksara. Jakarta*, 1999.
 - [10] G. Indriyo and M. Najmudin, "Teknik Proyeksi Bisnis," *Yogyakarta: BPFY Yogyakarta*, 2000.