

MODEL PREDIKSI NILAI TUKAR NELAYAN MENGGUNAKAN ALGORITMA NOVEL BERDASARKAN FUZZY TIME SERIES

FISHERMEN'S EXCHANGE RATE PREDICTION MODEL USING A NOVEL ALGORITHM BASED ON FUZZY TIME SERIES

Chintya Ermas¹, Darvi Mailisa Putri^{2§}, Syarto Musthofa³

^{1,2,3}Prodi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Imam Bonjol Padang
[Email: darvimailisa@uinib.ac.id]

[§]Corresponding Author

Received 21st Oct 2025; Accepted 24th Nov 2025; Published 1st Dec 2025;

Abstrak

Nilai Tukar Nelayan (NTN) merupakan indikator penting untuk menilai tingkat kesejahteraan rumah tangga nelayan, sehingga kemampuan memprediksi NTN secara akurat menjadi kebutuhan strategis dalam perumusan kebijakan sektor perikanan. Fluktuasi NTN yang cenderung tidak linier menuntut metode prediksi yang mampu menangkap ketidakpastian data, sedangkan pendekatan konvensional sering tidak cukup adaptif. Fuzzy Time Series (FTS) menawarkan kerangka yang lebih sederhana melalui penggunaan himpunan fuzzy, namun berbagai studi menunjukkan bahwa akurasi masih perlu ditingkatkan. Penelitian ini mengembangkan sebuah algoritma Novel berbasis Fuzzy Time Series untuk meningkatkan ketepatan prediksi NTN. Algoritma Novel diterapkan pada data aktual dan menghasilkan evaluasi akurasi MAPE sebesar 6,57%. Hal ini mengindikasikan performa prediksi yang baik dan menunjukkan bahwa pengembangan algoritma Novel mampu meningkatkan kemampuan FTS dalam memodelkan dinamika NTN.

Kata Kunci: Algoritma novel, *fuzzy time series*, nilai tukar nelayan

Abstract

The Fishermen's Exchange Rate (NTN) is an important indicator for assessing the welfare of fishing households, so the ability to accurately predict NTN is a strategic necessity in formulating fisheries sector policies. The tendency of FLR fluctuations to be non-linear requires prediction methods that can capture data uncertainty, while conventional approaches are often not sufficiently adaptive. Fuzzy Time Series (FTS) offers a simpler framework through the use of fuzzy sets, but various studies show that its accuracy still needs to be improved. This study develops a novel algorithm based on Fuzzy Time Series to improve the accuracy of FLR predictions. The Novel algorithm was applied to actual data and produced an accuracy evaluation of 6.57 percent MAPE. This indicates good prediction performance and shows that the development of the Novel algorithm can improve the ability of FTS to model NTN dynamics.

Keywords: Novel algorithm, *fuzzy time series*, fishermen exchange rate

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terdiri dari kurang lebih 17.504 pulau, dan

mempunyai wilayah perairan yang sangat luas dibandingkan dengan luas daratan. Menurut Rujukan Nasional Data Kewilayahan Republik Indonesia yang disusun oleh Badan Informasi Geospasial dan Pusat Hidrologi dan Oseanografi TNI AL 2018, total wilayah perairan Indonesia adalah 6,4 juta km². Potensi sumber daya laut ini menjadikan Indonesia menjadi negara maritim [1].

Nelayan adalah sekelompok masyarakat yang bergantung pada sumber daya laut melalui penangkapan ikan atau budidaya hasil laut. Mereka umumnya tinggal di wilayah pesisir yang dekat dengan lokasi kegiatan mereka. Kelangsungan hidup sebagian besar masyarakat pesisir bergantung langsung atau tidak langsung pada potensi sumber daya perikanan [2] [3], menyatakan bahwa sektor perikanan merupakan salah satu penyedia ketahanan pangan. Sektor perikanan merupakan sektor penting bagi masyarakat Indonesia dan dapat menjadi penggerak utama perekonomian Indonesia.

Pengukuran sektor perikanan atau kelautan masih tertinggal bandingkan dengan sektor pertanian. Pengukuran nilai tukar masyarakat nelayan telah dilakukan oleh berbagai pihak, baik individu maupun lembaga pemerintah. Namun, pengukuran tersebut umumnya masih berfokus pada masyarakat nelayan secara keseluruhan. Padahal, masyarakat nelayan memiliki perbedaan karakteristik dan ciri khas yang dapat dilihat dari skala usaha maupun tempat tinggal mereka [4].

Nilai Tukar Nelayan berfungsi sebagai indikator untuk menilai kesejahteraan masyarakat nelayan secara relatif. NTN juga mencerminkan kemampuan keluarga nelayan dalam memenuhi

kebutuhan hidupnya, sehingga sering disebut sebagai Nilai Tukar *Subsisten* (*Subsistence Term of Trade*). NTN dapat dihitung sebagai perbandingan antara total pendapatan dan total pengeluaran rumah tangga nelayan dalam suatu waktu tertentu. Pendapatan yang dimaksud merujuk pada pendapatan kotor, atau penerimaan keseluruhan rumah tangga nelayan [5].

Perubahan musim dan pendapatan yang diperoleh nelayan akan mempengaruhi nilai tukar nelayan. Perubahan ini dapat dilihat dengan menggunakan peramalan. Peramalan adalah suatu teknik yang dapat digunakan untuk melihat data masa depan dengan memperhatikan data masa lalu dan data masa kini. Peramalan merupakan salah satu unsur yang sangat penting dari kegiatan pengambilan keputusan. Peramalan adalah proses yang dilakukan untuk memperkirakan suatu kejadian masa depan dengan menggunakan data masa lalu dan data saat ini. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam proses peramalan adalah analisis data *time series* [6].

Peramalan nilai tukar nelayan pada penelitian ini memberikan informasi tentang kondisi di masa mendatang yang tidak dapat ditentukan dengan pasti, tetapi dapat diramalkan atau diprediksi. Metode peramalan yang sering digunakan adalah metode *Fuzzy Time Series*. Metode *Fuzzy Time Series* (FTS) ini adalah metode peramalan data yang menggunakan himpunan *fuzzy* sebagai dasar peramalan. Dengan menggunakan FTS, pola dari data historis dapat digunakan untuk memprediksi data masa depan. Selama perkembangannya, berbagai model dalam metode FTS telah dibuat untuk menghasilkan prediksi yang semakin akurat.

Salah satu pengembangan metode FTS adalah Algoritma Novel yang dikembangkan oleh Jasim dan rekan-rekannya. Meirissa menyatakan bahwa metode FTS berbasis Algoritma Novel yang dikembangkan oleh Jasim, dkk memberikan hasil prediksi yang lebih akurat dibandingkan metode FTS klasik [7].

Pemilihan interval metode *fuzzy time series* masih bergantung pada ketentuan yang ditetapkan oleh peneliti. Panjang interval yang ditentukan memiliki pengaruh signifikan terhadap proses pembentukan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR), yang kemudian berdampak pada pembentukan *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG) serta hasil akhir peramalan. Oleh karena itu, sangat penting untuk menentukan panjang interval yang sesuai agar FLR yang dihasilkan lebih akurat. Salah satu pendekatan yang dianggap efektif untuk menentukan panjang interval adalah metode berbasis rata-rata atau *average based* [8].

Perkembangan penelitian FTS mengkaji pada optimasi interval dan fuzzifikasi melalui metode *average based* dan *entropy based* [8]. Selain itu, juga berfokus pada hybrid FTS dengan *machine learning* dan peningkatan performa FLR. Meskipun demikian, penelitian tentang prediksi NTN dengan algoritma Novel FTS belum banyak dilakukan, terutama pada optimasi interval berbasis *average based* yang terintegrasi dengan algoritma Novel.

2. Landasan Teori

2.1 Data

Jenis penelitian yang dilakukan merupakan penelitian kuantitatif. Pendekatan kuantitatif yang

dipakai adalah algoritma novel berdasarkan metode *fuzzy time series*. Data penelitian merupakan data sekunder yang diperoleh dari badan pusat statistika (BPS) secara online melalui <https://bps.go.id/>. Data yang digunakan data nilai tukar nelayan yang diambil bulanan sejak Januari 2019 hingga Desember 2023.

2.2 Algoritma Novel

Algoritma Novel Berdasarkan Metode *Fuzzy Time Series* diperkenalkan oleh [9] dengan langkah awal sama dengan metode *Fuzzy Time Series Klasik*. Hal yang membedakan dua metode tersebut adalah pada langkah perhitungan hasil prediksi yaitu pada langkah prediksi. Menurut [9], (2012). Berikut adalah langkah-langkah algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series*:

- 1) Menentukan himpunan semesta pembicara (U),

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

dimana:

D_{min} adalah data terkecil, D_{max} adalah data terbesar, dan D_1 , D_2 adalah angka sembarang positif yang ditetapkan penulis. Tujuan ditentukannya D_1 , D_2 adalah untuk membuat batas bawah dan batas atas U menjadi kelipatan ratusan, ribuan, dst.

- 2) Menentukan panjang interval (I)

Pembentukan interval dapat dicari dengan menggunakan metode berbasis rata-rata (*average based length*) dengan cara:

- a) Menghitung rata-rata selisih mutlak pada data:

$$\overline{av} = \frac{\sum_{t=2}^n |D_t - D_{t-1}|}{n - 1} \quad (2)$$

Di mana:

n adalah banyak data dan D_t adalah data di t .

- b) Menghitung setengah rata-rata selisih mutlak yang didapatkan dari tahapan pertama guna menghitung panjang interval (l):

$$l = \frac{\overline{av}}{2} \quad (3)$$

- c) Menentukan basis interval dari hasil panjang interval (l) sebagai berikut:

Tabel 1. Jangkauan Basis Interval

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

Jika panjang interval (l) yang diperoleh dari data berada dalam rentang 0,1 sampai 1, maka setiap interval fuzzy akan dibuat selebar 0,1. Namun, saat panjang interval berada dalam rentang 1 sampai 10, maka interval fuzzy dibuat selebar 1. Begitu seterusnya.

- d) Menentukan jumlah interval (m) yang diperoleh dengan rumus:

$$m = \frac{(D_{max} + D_1 - D_{min} + D_2)}{l} \quad (4)$$

Kemudian U dibagi ke dalam m interval dengan panjang interval yang sama (l), dengan panjang interval diperoleh dengan rumus:

$$u_1 = [D_{min} - D_1, D_{min} - D_1 + l]$$

$$u_2 = [D_{min} - D_1 + l, D_{min} - D_1 + 2l]$$

$\vdots$

$$u_m = [D_{min} - D_1 + (m-1)l + l, D_{min} - D_1 + ml]$$

- e) Mencari nilai tengah (d_i) himpunan fuzzy dengan rumus:

$$d_i = \frac{b + a}{2} \quad (5)$$

dimana, i adalah banyak himpunan fuzzy, b adalah batas bawah dan a adalah batas atas.

- 3) Mendefinisikan himpunan fuzzy A_i untuk himpunan semesta U

Misalkan U ialah himpunan semesta, yang mana $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$ dengan u_1 adalah angka dari U , setelah itu variabel fuzzy A_i terhadap U . μ_{A_i} adalah fungsi keanggotaan pada himpunan fuzzy A_i , sedemikian sehingga $\mu_{A_i}: U \rightarrow [0, 1]$. Apabila u_1 adalah anggota dari A_i sehingga $\mu_{A_i}(u_j)$ adalah derajat keanggotaan u_1 terhadap A_i .

- 4) Melakukan fuzzifikasi data

Nilai keanggotaan dari himpunan fuzzy u_1 dilakukan penyederhanaan melalui angka di antara 0 ; 0,5 serta 1 sehingga dapat ditentukan derajat keanggotaan dari masing-masing himpunan dimana $1 \leq i \leq m$, m adalah banyak himpunan fuzzy terhadap A_i dapat dilihat pada pendefinisian himpunan fuzzy sebagai berikut:

$$A_1 = \{1/u_1, 0,5/u_2, 0/u_3, \dots, 0/u_m\}$$

$$A_2 = \{0,5/u_1, 1/u_2, 0,5/u_3, \dots, 0/u_m\}$$

$$A_3 = \{0/u_1, 0,5/u_2, 1/u_3, \dots, 0/u_m\}$$

$$\vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \ddots \quad \vdots$$

$$A_i = \{0/u_1, 0/u_2, 0/u_3, \dots, 1/u_m\}$$

Di mana $u_j, j = (1, 2, 3, \dots, m)$ dan A_i ,

($i = 1, 2, 3, \dots, m$).

Berikut adalah beberapa aturan:

Aturan 1: Apabila data historis (X_t) terdapat didalam u_i , maka derajat keanggotaan u_i adalah 1. Untuk u_{i+1} adalah 0,5 dan yang bukan u_1 dan u_{i+1} dinyatakan 0.

Aturan 2: Apabila data historis (X_t) adalah u_i , $1 \leq i \leq m$, maka derajat keanggotaan u_i adalah 1. Untuk u_{i-1} dan u_{i+1} adalah 0,5 dan yang bukan u_i , u_{i-1} , dan u_{i+1} dinyatakan 0.

Aturan 3: Apabila data historis (X_t) adalah u_m , maka derajat keanggotaan u_i adalah 1, u_{i-1} adalah 0,5 dan yang bukan u_i dan u_{i-1} dinyatakan 0.

5) Menentukan *fuzzy logic relations* (FLR)

FLR ditentukan dengan cara mengaitkan data pada bulan ini ke data pada bulan berikutnya. Penentuan *fuzzy logic relations* menggunakan data historis, tahapan ini penentuan relasi logika *fuzzy* ialah $A_i \rightarrow A_j$, dimana A_j adalah *next stage* serta A_i merupakan *current stage*.

6) Menentukan *fuzzy logic relations grup* (FLRG)

Menentukan *fuzzy logic relations grup* ini dengan mengelompokkan *fuzzifikasi* yang mempunyai *current stage* yang sama kemudian di kelompokkan pada satu grup yaitu *next stage*. Seluruh *fuzzy logic relations* dikelompokkan menjadi *fuzzy logic relations grup* yang saling berhubungan. Misalkan $A_1 \rightarrow A_2, A_1 \rightarrow A_4, A_1 \rightarrow A_5$ menjadi $A_1 \rightarrow A_2, A_4, A_5$.

7) Menghitung hasil prediksi

Perhitungan hasil prediksi pada waktu t ditentukan berdasarkan ketentuan berikut:

- a) Jika FLRG A_i adalah kosong $A_i \rightarrow \text{kosong}$, maka hasil prediksi berada ditengah interval A_i .
- b) Jika FLRG A_i adalah satu ke satu $A_i \rightarrow A_j$, maka interval yang mengandung hasil prediksi dilambangkan A_j . Untuk memperoleh hasil prediksi langkah pertama

adalah membandingkan nilai j dan i yang terdapat pada *current state* dan *next state*. Kemudian menentukan nilai Y dengan rumus sebagai berikut:

$$Y = (D_t - D_{t-1}) - (D_{t-1} - D_{t-2})$$

Di mana:

D_t : data pada periode t

D_{t-1} : data pada periode $t - 1$

D_{t-2} : data pada periode $t - 2$

dengan menggunakan ketentuan sebagai berikut:

- i. Jika $j > i$ dan $Y > 0$, maka kecenderungan hasil prediksi akan naik dan menggunakan aturan 2 untuk memprediksi.
- ii. Jika $j > i$ dan $Y < 0$, maka kecenderungan hasil prediksi akan turun dan menggunakan aturan 3 untuk memprediksi.
- iii. Jika $j < i$ dan $Y > 0$, maka kecenderungan hasil prediksi akan naik dan menggunakan aturan 2 untuk memprediksi.
- iv. Jika $j < i$ dan $Y < 0$, maka kecenderungan hasil prediksi akan turun dan menggunakan aturan 3 untuk memprediksi.
- v. Jika $j = i$ dan $Y > 0$, maka kecenderungan hasil prediksi akan naik dan menggunakan aturan 2 untuk memprediksi.
- vi. Jika $j = i$ dan $Y < 0$, maka kecenderungan hasil prediksi akan turun dan menggunakan aturan 3 untuk memprediksi.

Berikut adalah aturan untuk memprediksi:

Aturan 1:

Aturan 1 digunakan jika Y tidak terpenuhi. Berikut adalah ketentuannya:

- i. Jika $x > \frac{A_j}{2}$ dengan $x = \frac{D_t - D_{t-1}}{2}$, maka kecenderungan hasil prediksi pada interval ini akan naik 0,75 poin dari interval A_j .

- ii. Jika $x = \frac{A_j}{2}$ maka hasil prediksinya adalah nilai tengah dari interval A_j .
- iii. Jika $x < \frac{A_j}{2}$ maka kecenderungan hasil prediksi pada interval akan turun 0,25 poin dari interval A_j .

Aturan 2:

- i. Jika $x \in A_j$ dengan $x = 2|Y| + D_{t-1}$ atau $x = D_{t-1} - |Y|$, maka kecenderungan hasil prediksi pada interval ini akan naik dan jatuh pada 0,75 poin dari interval A_j .
- ii. Jika $x \in A_j$ dengan $x = \frac{|Y|}{2} + D_{t-1}$ atau $x = D_{t-1} - 2|Y|$, maka kecenderungan hasil prediksi pada interval ini akan turun dan jatuh pada 0,25 poin dari interval A_j .
- iii. Jika tidak memenuhi dua kondisi tersebut maka hasil prediksi adalah nilai tengah dari interval A_j .

Aturan 3:

- i. Jika $x \in A_j$ dengan $x = \frac{|Y|}{2} + D_{t-1}$ atau $x = D_{t-1} - \frac{|Y|}{2}$, maka kecenderungan hasil prediksi pada interval ini akan turun dan jatuh pada 0,25 poin dari interval A_j .
 - ii. Jika $x \in A_j$ dengan $x = 2|Y| + D_{t-1}$ atau $x = D_{t-1} - 2|Y|$, maka kecenderungan hasil prediksi pada interval ini akan naik dan jatuh pada 0,75 poin dari interval A_j .
- iii. Jika tidak memenuhi dua kondisi tersebut maka hasil prediksi adalah nilai tengah dari interval A_j .

- c) Jika FLRG A_j adalah satu ke banyak ($A_i \rightarrow A_{j_1}, A_{j_2}, \dots, A_{j_P}$) maka hasil prediksi dapat diperoleh dengan ketentuan sebagai berikut:

- i. Jika selisih di antara setiap 2 dari $j_1, j_2, \dots, j_P \leq 2$ maka hasil prediksi adalah nilai tengah dari interval tersebut.
- ii. Jika selisih di antara setiap 2 dari $j_1, j_2, \dots, j_P > 2$ maka hasil prediksi dihitung menggunakan FLR pada Langkah 7 ketentuan ke 2.

2.3 Uji Keakuratan Model

Menurut Jumingan di [10] *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dihitung dengan menggunakan kesalahan absolute pada tiap periode yang dibagi dengan nilai observasi yang nyata. MAPE berguna untuk mengukur besar kesalahan dalam meramal yang dibandingkan dengan nilai asli. Semakin kecil nilai MAPE maka semakin akurat teknik peramalan tersebut dan sebaliknya. Rumus MAPE diberikan sebagai berikut:

$$MAPE = \left(\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - F_t|}{Y_t} \right) \times 100\% \quad (6)$$

dengan:

Y_t : data aktual pada periode t

F_t : hasil prediksi pada periode t

n : jumlah periode prediksi yang terlibat

Kriteria keakuratan MAPE adalah sebagai berikut:

- a. Ketetapan pemodelan sangat baik saat $MAPE < 10\%$.
- b. Ketetapan pemodelan baik saat $10\% \leq MAPE < 20\%$.
- c. Ketetapan pemodelan cukup saat $20\% \leq MAPE < 50\%$.

- d. Ketetapan pemodelan tidak akurat saat nilai $MAPE \geq 50\%$.

3. Hasil Dan Pembahasan

Pemodelan data nilai tukar nelayan menggunakan Algoritma Novel berdasarkan Metode Fuzzy Time Series, terdapat beberapa langkah yang harus dilakukan yaitu sebagai berikut.

- 1) Menentukan himpunan semesta (U) dari data historis

Berdasarkan data diketahui bahwa $D_{min} = 98,49$ dan $D_{max} = 107,46$, sedangkan D_1 dan D_2 peneliti menetapkan $D_1 = 0,49$ dan $D_2 = 0,54$, sehingga diperoleh himpunan semesta $U = [98,108]$

- 2) Menentukan Panjang Interval (I) Menggunakan *Average Based Length*

Tahapan ini bertujuan untuk mempermudah pembagian seluruh himpunan semesta U menjadi beberapa bagian sesuai interval (m). metode yang digunakan adalah metode *average based length*.

- a) Menghitung rata-rata selisih mutlak data aktual ($\overline{av}$) dan selisih data historis dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Selisih Mutlak Data Historis

No	Periode	Data	$ D_{t+1} - D_t $
1	Januari 2019	99,98	0,44
2	Februari 2019	100,42	1,01
3	Maret 2019	99,41	0,5
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
58	Oktober 2023	104,84	1,32
59	November 2023	103,52	1,06
60	Desember 2023	102,46	-

Diperoleh jumlah selisih nilai data aktual sebesar 30,1, sehingga nilai rata-rata selisih setiap data Adalah $\overline{av} = 0,510169$

- b) Menghitung setengah rata-rata selisih mutlak (l)

$$l = \frac{\overline{av}}{2} = 0,255085$$

- c) Menentukan panjang interval

Berdasarkan Tabel 2 maka panjang jangkauan dan basis interval yang digunakan adalah 0,1 sehingga 0,255085 dibulatkan sesuai dengan basis interval, sehingga didapatkan panjang interval (I) yaitu 0,3

- d) Menentukan jumlah interval (m) dan nilai tengah (d_i)

$$m = \frac{(D_{max} + D_1 - D_{min} + D_2)}{l} = \frac{(107,46 + 0,49 - 98,49 + 0,54)}{0,3} = 33,33333333 \approx 34$$

Diperoleh 34 interval himpunan fuzzy. Himpunan fuzzy memiliki panjang interval yang sama yaitu 0,3 maka $U = [98,108]$ dikelompokkan menjadi 34 interval yang sama panjang yaitu u_m di mana $m = 1,2,3, \dots, 34$ dan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Interval Himpunan Algoritma Novel Metode FTS

Interval (u_m)	Batas bawah	Batas atas	Nilai Tengah
u_1	98	98,3	98,15
u_2	98,3	98,6	98,45
u_3	98,6	98,9	98,75
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
u_{32}	107,3	107,6	107,45
u_{33}	107,6	107,9	107,75
u_{34}	107,9	108,2	108,05

3) Mendefinisikan himpunan *fuzzy* A_i untuk himpunan semesta U

$$\begin{aligned} A_1 &= \{1/u_1, 0,5/u_2, 0/u_3, \dots, 0/u_{34}\} \\ A_2 &= \{0,5/u_1, 1/u_2, 0,5/u_3, \dots, 0/u_{34}\} \\ A_3 &= \{0/u_1, 0,5/u_2, 1/u_3, \dots, 0/u_{34}\} \\ &\vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \ddots \quad \vdots \\ A_{34} &= \{0/u_1, 0/u_2, 0/u_3, \dots, 1/u_{34}\} \end{aligned}$$

Dimana u_m merupakan himpunan *fuzzy* ke m dengan simbol “/” yang menyatakan derajat keanggotaan u_m terhadap $A_i = 1, 2, 3, \dots, 34$ yang bernilai 0; 0,5; atau 1. Di mana data tersebut diubah dari bentuk interval ke dalam nilai *linguistik*. Misalkan pada bulan Januari 2019 ($t = 1$) sebesar 99,98 sehingga masuk dalam interval $u_7 = [99,8, 100,1]$. Kemudian dilihat dari himpunan *fuzzy* yang terbentuk, di mana u_7 memiliki derajat keanggotaan 1 ketika berada pada himpunan A_7 , dan A_7 tidak hanya memiliki derajat keanggotaan u_7 sebesar 1 tapi memiliki derajat keanggotaan u_6 sebesar 0,5 dan derajat keanggotaan u_8 sebesar 0,5 dan derajat keanggotaan lainnya sampai u_{34} sebesar 0. Derajat keanggotaan maksimum terletak pada u_7 maka hasil *fuzzifikasi* dari suatu nilai yang berada pada interval $[99,8, 100,1]$ berada pada A_7 .

4) Melakukan *Fuzzifikasi* Data Historis

Fuzzifikasi data merupakan proses menentukan nilai linguistik setiap data rata-rata NTN yang semula berbentuk interval diubah ke dalam bentuk nilai linguistik yang diperoleh dari pendefinisian derajat keanggotaan himpunan *fuzzy* terhadap A_i . Misalkan data pada bulan Januari 2019 yaitu 99,98

di mana data $t = 1$ terletak pada interval $u_7 = [99,8, 100,1]$. Himpunan *fuzzy* yang terbentuk pada u_7 mempunyai derajat keanggotaan maksimum sebesar 1 terhadap himpunan A_7 . Berdasarkan derajat keanggotaan maksimum tersebut, maka hasil *fuzzifikasi* data pada bulan Januari 2019 yang berada pada interval $[99,8, 100,1]$ adalah A_7 . Hasil *fuzzifikasi* data NTN yang dinotasikan ke dalam nilai linguistik pada Tabel 4.

Tabel 4. Fuzzifikasi Algoritma Novel Meotde FST

No	Periode	Data	Fuzzifikasi
1.	Januari 2019	99,98	A_7
2.	Februari 2019	100,42	A_9
3.	Maret 2019	99,41	A_5
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
58.	Oktober 2023	104,84	A_{23}
59.	November 2023	103,52	A_{19}
60.	Desember 2023	102,46	A_{15}

5) Menentukan *fuzzy logical relationship* (FLR) pada data NTN di Indonesia

FLR dapat ditulis dengan $A_i \rightarrow A_j$, di mana A_i adalah *state* saat ini (*current state*) dan A_j adalah *state* selanjutnya (*next state*) dari FLR. Misalkan data pada bulan Januari 2019 ($t = 1$) memiliki himpunan *fuzzy* A_7 dan data pada bulan Februari 2019 ($t = 2$) memiliki himpunan *fuzzy* A_9 , maka FLR yang diperoleh yaitu $A_7 \rightarrow A_9$.

Tabel 5. Fuzzy Logical Relationship (FLR)

No	Periode	FLR
1.	Jan-19 $\rightarrow$ Feb-19	$A_7 \rightarrow A_9$
2.	Feb-19 $\rightarrow$ Mar-19	$A_9 \rightarrow A_5$
3.	Mar-19 $\rightarrow$ Apr-19	$A_5 \rightarrow A_4$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
58.	Sep-23 $\rightarrow$ Oct-23	$A_{26} \rightarrow A_{23}$
59.	Oct-23 $\rightarrow$ Nov-23	$A_{23} \rightarrow A_{19}$

60.	Nov-23 → Dec-23	$A_{19} \rightarrow A_{15}$
-----	--------------------	-----------------------------

6) Menentukan dan *Fuzzy Logical Relationship Grup* (FLRG) pada data Nilai Tukar Nelayan di Indonesia

FLRG dibentuk untuk mempermudah proses perhitungan prediksi, sehingga setiap perulangan dapat mempengaruhi nilai prediksi. Pada Tabel 6 menjelaskan hasil FLRG yang terbentuk dari data NTN di Indonesia berdasarkan Algoritma Novel metode FTS.

Tabel 6. Fuzzy Logical Relationship (FLR)

No	Current State	Next State
1.	A_1	-
2.	A_2	A_3
3.	A_3	A_5
⋮		
32.	A_{32}	A_{29}, A_{30}
33.	A_{33}	-
34.	A_{34}	-

7) Menghitung hasil prediksi

Perhitungan hasil prediksi menggunakan data historis sebelumnya dalam bentuk FLR dan FLRG. Sebagai contoh untuk memprediksi data pada bulan Februari 2019 data yang dilihat pada Tabel 5 adalah FLR dari bulan Januari 2019 menuju Februari 2019 yang mana *state* bertransisi dari A_7 ke A_9 . Kemudian berdasarkan Tabel 6 FLRG dari A_7 adalah A_2, A_8 dan A_9 maka FLRG A_7 adalah satu ke banyak, sehingga untuk memprediksi menggunakan ketentuan 3. Langkah berikutnya adalah menghitung nilai Y berdasarkan Persamaan (2.11), tetapi karena data pada bulan Desember 2018 tidak diketahui maka nilai Y tidak dapat dihitung, sehingga hasil prediksi pada bulan Februari 2019 menggunakan aturan 1. Pada aturan

1 langkah pertama adalah menghitung nilai x dengan rumus berikut:

$$\begin{aligned} x &= \frac{D_t - D_{t-1}}{2} \\ &= \frac{100,42 - 99,98}{2} \\ &= 0,22 \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh nilai x sebesar 0,22. Kemudian menghitung setengah dari interval A_2 , berdasarkan himpunan *fuzzy* yang dibentuk dapat diperoleh interval A_2 adalah $u_2 = [98,3, 98,6]$, sehingga setengah dari interval A_2 adalah sebesar 98,45 atau sama dengan nilai tengah dari u_2 . Dari perhitungan tersebut diperoleh $x > \frac{A_2}{2}$.

Berdasarkan ketentuan aturan 1, maka hasil prediksi bulan Februari 2019 cenderung turun dan jatuh pada 0,25 poin dari interval A_2 yaitu 98,2.

Contoh berikutnya untuk memprediksi data pada bulan Maret 2019, data yang dilihat pada Tabel 4.6 adalah FLR dari bulan Februari 2019 menuju Maret 2019 yang mana *state* bertransisi dari A_9 ke A_5 . Berdasarkan Tabel 4.7 FLRG dari A_9 adalah A_5 saja, sehingga FLRG A_9 adalah satu ke satu, maka untuk memprediksi menggunakan ketentuan 2. Dari FLR yang digunakan nilai j dan i masing-masing adalah 5 dan 9 sehingga $j < i$. Langkah selanjutnya menghitung nilai Y dengan menggunakan Persamaan (2.11), yang hasilnya dapat dilihat pada Lampiran 5. Sehingga diperoleh nilai Y pada bulan Maret 2019 sebesar $(-1,56)$, maka $Y < 0$. Berdasarkan perbandingan tersebut maka untuk memprediksi bulan Maret 2019 menggunakan aturan 3 dengan ketentuan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} a. \quad x &= \frac{|-1,56|}{2} + D_{t-1} = 101,15 \text{ atau } x = D_{t-1} - \\ &\quad \frac{|Y|}{2} = 99,695, \text{ karena diketahui interval } A_5 \end{aligned}$$

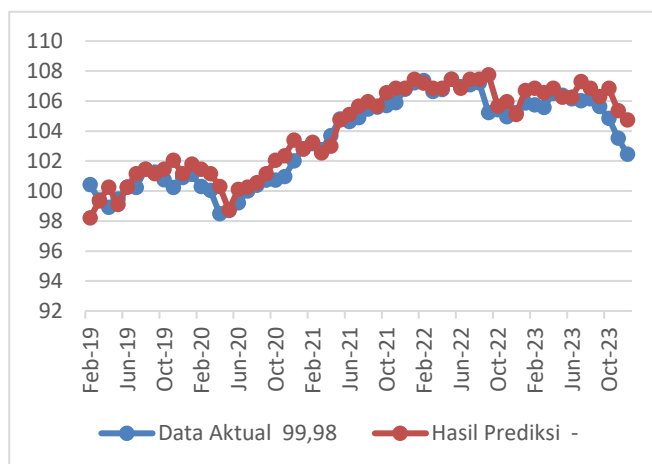
adalah $u_5 = [99,2, 99,5]$, sehingga $x \notin A_5$, karena x bukan anggota interval A_5 maka kondisi ini tidak terpenuhi.

- b. $x = |Y| \times 2 + D_{t-1} = 103,3$ atau $x = D_{t-1} - |Y| \times 2 = 97,5$, diketahui interval A_5 adalah $u_5 = [99,2, 99,5]$, sehingga $x \notin A_5$, karena x bukan anggota interval A_5 maka kondisi ini tidak terpenuhi.
- c. Karena tidak memenuhi dua kondisi tersebut maka hasil prediksi adalah nilai tengah dari interval A_5 yaitu $d_5 = 99,35$.

Tabel 7. Prediksi Algoritma Novel Metode FTS

No	Periode	Data	Fuzzifikasi	Peramalan
1.	Januari 2019	99,98	A_7	—
2.	Februari 2019	100,42	A_9	98,2
3.	Maret 2019	99,41	A_5	99,35
⋮				
32.	November 2023	103,52	A_{19}	105,35
33.	Desember 2023	102,46	A_{15}	104,75
34.	Januari 2024	-		102,35

Disajikan grafik perbandingan hasil data aktual dengan hasil data peramalan pada algoritma Novel berdasarkan metode *fuzzy time series*



Gambar 1. Grafik Perbandingan Data Aktual dengan Prediksi Algoritma Novel Metode FTS

Berdasarkan Gambar 1 dapat diketahui bahwa

hasil prediksi dari algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series* membentuk pola yang mengikuti pola data aktual, yang berarti hasil prediksi algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy Time Series* mempunyai nilai yang mendekati data aktual.

8) Pengujian tingkat akurasi

Pengujian tingkat akurasi diterapkan dengan MAPE dan diperoleh nilai sebesar 6,57%. Hal ini mengindikasikan bahwa penerapan algoritma novel berdasarkan *Fuzzy Time Series* dalam meramal data NTN di Indonesia menghasilkan peramalan yang sangat baik.

4. Kesimpulan Dan Saran

Berdasarkan hasil pembahasan pada penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh kesimpulan pada penelitian ini adalah:

- Hasil peramalan data nilai tukar nelayan yang diperoleh menunjukkan bahwa bahwa Algoritma novel berdasarkan metode *fuzzy time series* memiliki hasil peramalan yang sangat baik dan memiliki nilai error yang sangat kecil. Hal ini terlihat dari nilai MAPE sebesar 6,57% di mana berada di bawah 10%.
- Menghitung nilai peramalan satu periode ke depan yaitu bulan Januari 2024, dengan melihat *current state* pada bulan Desember 2023 dan *next state* Januari 2024. Diketahui *fuzzifikasi* Desember 2023 adalah A_{15} , dan FLRG dari A_{15} merupakan himpunan kosong ($A_{15} \rightarrow \emptyset$). Sehingga untuk memprediksi bulan Januari 2024 dengan ketentuan 1, dimana hasil prediksi berada di tengah interval A_{15} . Sehingga perhitungan hasil

prediksi nilai tukar nelayan di Indonesia bulan Januari 2024 adalah 102,35. Berdasarkan ketetapan BPS untuk mengukur kesejahteraan nelayan dengan menggunakan NTN, karena pada bulan Januari 2024 lebih dari 100 maka petani mengalami surplus, yaitu harga produksi naik dan lebih besar daripada kenaikan harga konsumsinya, sehingga pendapatan nelayan naik lebih besar dari pada pengeluaran.

Adapun saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya adalah dapat melakukan perbandingan dengan metode *Fuzzy Time Series* lainnya.

5. Ucapan Terima Kasih

Terima kasih diucapkan kepada dosen pembimbing dan penguji yang memberikan saran dan kritik sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] D. Wahyuni, L. Nur, P. Studi Agribisnis, F. H. Pertanian Universitas Singaperbangsa Karawang Jl Ronggowaluyo, T. Timur, and K. Karawang, "Analisis Tingkat Kesejahteraan Rumah Tangga Nelayan Berdasarkan Nilai Tukar Nelayan (NTN) di Kecamatan Cilincing Jakarta Utara," *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, vol. 8, no. 11, pp. 80–92, 2022.
- [2] S. E. Rika Supratty, S. P. Mawar, S. E. Nurapiah, A. MM, S. P. Rosdiana, and S. E. Emma Sosiawati, *Bunga Rampai Pemberdayaan Perempuan di Pesisir Pantai*. Deepublish, 2023.
- [3] A. Fadillah and Y. Yusalina, "Analisis daya saing komoditas unggulan perikanan tangkap Kabupaten Sukabumi," in *Forum Agribisnis: Agribusiness Forum*, 2011, pp. 39–57.
- [4] A. Ramadhan, "Pelagis Besar Tradisional," pp. 1–11, 2014.
- [5] A. S. G. Zebua, S. S. Durand, J. A. Andaki, V. E. N. Manoppo, J. F. Pangemanan, and G. O. Tambani, "Nilai Tukar Nelayan Usaha Pancing Tonda di Desa Jiko Kecamatan Motongkad Kabupaten Bolaang Mongondow Timur," *Akulturas*, vol. 12, no. 1, pp. 87–100, 2024, doi: 10.35800/akulturas.v12i1.57423.
- [6] A. Sukarna, "Analisis Deret Waktu: Teori dan Aplikasinya," *Makasar: Andira Publisher*, 2006.
- [7] M. Al Haris, Septi Winda Utami, and Indah Manfaati Nur, "Peramalan Nilai Ekspor Provinsi Jawa Tengah dengan Metode Fuzzy Time Series Berbasis Algoritma Haneen Talal Jasim," *J Statistika: Jurnal Ilmiah Teori dan Aplikasi Statistika*, vol. 15, no. 1, pp. 195–202, 2022, doi: 10.36456/jstat.vol15.no1.a5423.
- [8] N. Rukhansah, M. A. Muslim, and R. Arifudin, "Fuzzy Time Series Markov Chain Dalam Meramalkan Harga Saham," in *Seminar Nasional Ilmu Komputer (Snik 2015)*. Semarang, 2015, pp. 309–321.
- [9] H. T. Jasim, A. Ghafoor, and J. Salim, "A Novel Algorithm to Forecast Enrollment Based on Fuzzy Time Series Kais Ismail Ibraheem," *Applications and Applied Mathematics: An International Journal*, vol. 7, no. 1, pp. 385–397, 2012.
- [10] R. I. Pratiwi, N. Salam, and H. Maisarah, "Rizka Indriyani Pratiwi, Nur Salam, Hj. Maisarah," vol. 17, no. 2, 2023.