

Peramalan Nilai Ekspor Provinsi Jawa Tengah dengan Metode Fuzzy Time Series Berbasis Algoritma Novel

Septi Winda Utami⁽¹⁾, Indah Manfaati Nur⁽²⁾, M. Al Haris^{(3)*}

Universitas Muhammadiyah Semarang

Jl. Kedungmundu No.18, Kedungmundu, Kec. Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah 50273

e-mail: septiutami23@gmail.com, indahmnur@unimus.ac.id, alharis@unimus.ac.id*

ABSTRAK

Ekspor berperan penting dalam perekonomian suatu daerah. Ekspor dapat digambarkan melalui nilai ekspor, yaitu nilai berupa uang yang merupakan hasil dari penjualan barang/jasa ke luar negeri. Nilai ekspor perlu diramalkan untuk merumuskan target pertumbuhan ekonomi dan menetapkan kebijakan yang tepat dalam perekonomian di suatu daerah. Nilai ekspor dapat diramalkan menggunakan metode *Fuzzy time series* berbasis algoritma Novel yang dikembangkan oleh Haneen Talal Jasim, Abdul Ghafoor Jasim Salim, dan Kais Ismail Ibraheem. Tahapan metode *Fuzzy time series* berbasis algoritma Novel memiliki tahapan yang hampir sama dengan *Fuzzy time series* klasik dari penentuan semesta pembicaraan hingga penentuan *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG). Perbedaannya terdapat pada tahap perhitungan hasil prediksinya. Tujuan dari penelitian ini adalah meramalkan nilai ekspor Provinsi Jawa Tengah di masa yang akan datang dengan metode *Fuzzy time series* berbasis algoritma Novel serta mendapatkan tingkat akurasi peramalan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Berdasarkan hasil analisis penerapan metode *Fuzzy time series* berbasis algoritma Novel pada data nilai ekspor di Provinsi Jawa Tengah diperoleh hasil ramalan pada bulan Januari 2022 sebesar 1054,178 juta US \$ serta nilai MAPE sebesar 11,653%.

Kata Kunci: *Ekspor, Fuzzy time series berbasis algoritma Novel, MAPE.*

ABSTRACT

Exports play an important role in the economy of a region. Exports can be described by the value of exports, namely the value in the form of money resulting from the sale of goods/services abroad. The value of exports needs to be forecasted to formulate targets for economic growth and establish appropriate policies in the economy of a region. The export value can be predicted using the Fuzzy time series method based on the Novel algorithm developed by Haneen Talal Jasim, Abdul Ghafoor Jasim Salim, and Kais Ismail Ibraheem. The stages of the Novel algorithm-based Fuzzy time series method have almost the same stages as the classic fuzzy time series from determining the universe of conversation to determining the Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG). The difference is in the stage of calculating the prediction results. The purpose of this study is to predict the export value of Central Java Province in the future using the Fuzzy time series method based on the Novel algorithm and to get the level of forecasting accuracy using Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Based on the results of the analysis of the application of the Fuzzy time series method based on the Novel algorithm on export value data in Central Java Province, the forecast results in January 2022 of 1054.178 million US \$ and the MAPE value of 11.653%.

Keyword: *Export, a Novel algorithm Fuzzy time series, MAPE.*

1. PENDAHULUAN

Perekonomian suatu negara adalah hal yang paling penting dan erat kaitannya dengan pertumbuhan ekonomi negara tersebut. Salah satu cara untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi suatu negara yaitu melalui perdagangan internasional. Perdagangan internasional adalah hubungan antar negara dalam kegiatan ekonomi yang diwujudkan dengan proses pertukaran barang

atau jasa secara sukarela dan saling menguntungkan (Aprita & Adhitya, 2020). Pelaksanaan dari kegiatan perdagangan internasional dapat terjadi dalam bentuk ekspor dan impor.

Menurut Kementerian Perdagangan Republik Indonesia, ekspor merupakan kegiatan mengeluarkan barang dari daerah pabean Indonesia ke daerah pabean negara lain, sedangkan impor adalah kegiatan memasukkan barang kedalam

daerah pabean Indonesia (Benny, 2013). Ekspor dan impor mengambil peran penting dalam kestabilan perekonomian suatu negara karena mempengaruhi jumlah devisa suatu negara. Ekspor dan impor merupakan upaya memenuhi kebutuhan masyarakat dan menambah pendapatan devisa bagi negara dalam mensejahterakan kehidupan masyarakat, dimana keduanya saling berkaitan satu sama lain dalam mempengaruhi perekonomian (Sumantri & Latifah, 2021).

Sedyaningrum, dkk (2016) menyatakan bahwa Nilai Tukar Rupiah terhadap Dollar AS akan menguat sejalan dengan ekspor yang mengalami peningkatan. Sedangkan Nilai Tukar Rupiah akan melemah ketika ekspor mengalami penurunan. Nilai ekspor yang tinggi akan meningkatkan produktifitas dalam negeri, yang mengakibatkan tenaga kerja dapat terserap secara penuh dan mengurangi jumlah pengangguran. Jika jumlah pengangguran suatu negara berkurang, maka akan meningkatkan pendapatan perkapita sehingga daya beli masyarakat akan meningkat (Sedyaningrum, Suhadak, & Nuzula, 2016).

Provinsi Jawa Tengah adalah provinsi dengan jumlah penduduk terbanyak ke-3 di Indonesia yakni berjumlah 36.516.035 penduduk menurut hasil sensus penduduk 2020. Jumlah penduduk di Provinsi Jawa Tengah belum seimbang dengan posisi Jawa Tengah yang menduduki peringkat ke-9 sebagai daerah penyumbang ekspor terbesar di Indonesia. Masalah perekonomian di Provinsi Jawa Tengah tentunya harus mendapat perhatian lebih dari pemerintah. Perekonomian di Provinsi Jawa Tengah dapat digambarkan salah satunya menggunakan nilai ekspor Provinsi Jawa Tengah yang dapat dilihat melalui website resmi Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Tengah (BPS Jawa Tengah, 2020).

Pemerintah tentunya harus merumuskan target pertumbuhan ekonomi dan menetapkan kebijakan yang tepat dalam perekonomian di Provinsi Jawa Tengah baik dalam jangka pendek maupun dalam jangka panjang. Salah satunya adalah dengan melakukan peramalan. Peramalan adalah proses perkiraan besarnya atau jumlah sesuatu pada waktu yang akan datang berdasarkan data pada masa lampau yang dianalisis secara alamiah khususnya menggunakan metode statistika (Muhammad Wahdeni Pramana, Purnamasari, & Prangga, 2021).

Fuzzy Time Series (FTS) adalah peramalan data yang menggunakan himpunan *fuzzy* sebagai dasar peramalan. Peramalan dengan FTS dapat merekam pola dari data masa lalu untuk memprediksi data yang akan datang. Seiring

berkembangnya waktu, banyak model pengembangan dari Metode FTS yang memiliki hasil prediksi lebih akurat. Algoritma Novel pada metode FTS yang dikembangkan oleh Jasmin, dkk merupakan salah satu pengembangan metode FTS. Perbedaan metode FTS berbasis Algoritma Novel dengan metode FTS klasik terletak pada langkah perhitungan hasil prediksi setelah diperoleh *Fuzzy Logical Relations Group* (Jasim, Salim, & Ibraheem, 2012; Meirissa, 2016). Meirissa (2016) mengatakan bahwa metode FTS berbasis algoritma Novel yang dikembangkan oleh Jasmin, dkk (2012) lebih akurat dibandingkan dengan Metode FTS klasik.

Beberapa penelitian terkait dengan Metode FTS berbasis algoritma Novel adalah Meirissa (2016) dengan judul Penerapan algoritma Novel berdasarkan metode *Fuzzy time series* untuk memprediksi nilai tukar petani. Penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa peramalan FTS berbasis algoritma Novel lebih akurat dibandingkan metode FTS klasik dengan nilai MSE sebesar 0,01 dan MAPE sebesar 0,08. Penelitian lainnya juga telah dilakukan oleh Riyadli (2016) dengan judul Analisis Perbandingan Logika *Fuzzy Time Series* sebagai Metode Peramalan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode FTS berbasis algoritma Novel lebih baik dibandingkan metode FTS Ruy Chyn Tsaur dengan kesalahan prediksi sebesar 0,33%.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Peramalan

Peramalan merupakan dugaan atau perkiraan mengenai terjadinya suatu kejadian atau peristiwa di waktu yang akan datang (Afdianti Nurkhasanah, Suparti, & Sudarno, 2015; Haris, 2020). Peramalan ini sangat berguna dalam berbagai aspek kehidupan, terutama dalam rangka perencanaan untuk menghadapi bahkan mengantisipasi berbagai keadaan yang terjadi pada masa yang akan datang. Peramalan dibedakan menjadi 3 berdasarkan jangka waktu peralamannya, yaitu peramalan jangka pendek, peramalan jangka Menengah, dan peramalan jangka panjang. FTS termasuk FTS berbasis algoritma Haneen Talal Jasim termasuk kategori peramalan jangka pendek karena hanya dapat meramalkan sebanyak 1 periode kedepan (Muhammad Wahdeni Pramana et al., 2021).

2.2 Fuzzy Time Series berbasis Algoritma Novel

Fuzzy Time Series (FTS) berbasis algoritma Novel merupakan pengembangan dari Metode FTS

klasik yang dikemukakan oleh Haneen Talal Jasim, Abdul Ghafoor Jasim Salim, dan Kais Ismail Ibraheem pada Tahun 2012 untuk meramalkan pendaftaran Universitas Alabama, Mosul, Irak (Jasim et al., 2012). Tahapan metode FTS berbasis algoritma Novel adalah sebagai berikut:

Langkah 1: Mengumpulkan data

Langkah 2: Menentukan nilai maksimum dan nilai minimum dari interval :

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

dengan D_1 dan D_2 merupakan nilai konstanta untuk menentukan *Universe of discourse* U (Tsaur, 2012).

Langkah 3: Penentuan Interval I menggunakan metode *average based length* (Riyadli, 2016) sebagai berikut :

- a. Menemukan perbedaan D_{vt} , D_{vt-1} kemudian temukan sisa perbedaan pertama, lalu temukan rata-rata perbedaan pertama.

$$av = \frac{\sum_{i=1}^n (D_i - D_{i-1})}{n-1} \quad (2)$$

dengan n adalah banyaknya data.

- b. Menghitung nilai tengah menggunakan rumus:

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

- c. Menentukan range dari hasil B berdasarkan tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Tabel basis

Jangkauan	Basis
0,1 - 1	0,1
1 - 10	1
10 - 100	10
100 - 1000	100
1000 - 10.000	1000

Langkah 4. Menentukan nilai dari interval fuzzy menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Langkah 5. Menentukan himpunan *Fuzzy logical* dengan cara, $A_i = (d_{i-1}, d_i, d_{i+1}, d_{i+2})$ dimulai dari $A_1 = (d_0, d_1, d_2, d_3)$ dan berakhir pada $A_m = (d_{m-1}, d_m, d_{m+1}, d_{m+2})$, di mana $d_0 = D_{\min} - l$ dan $d_{m+2} = D_{\max}$ dan fuzzifikasi data historis menandakan nilai linguistik data diwakili oleh satu set himpunan fuzzy $1 \leq l \leq m$.

Langkah 6. Fuzzifikasi data historis menandakan nilai linguistik data diwakili oleh satu set himpunan fuzzy $1 \leq I \leq m$.

Langkah 7. Menentukan *Fuzzy Logical Relations* sebagai berikut : $A_i \rightarrow A_j$

Langkah 8. Menentukan *Fuzzy Logical Relations Group*

Langkah 9. Menghitung nilai peramalan pada waktu t berdasarkan algoritma Novel sebagai berikut (Meirissa, 2016):

- a. Jika *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG) A_j adalah kosong $A_j \rightarrow \emptyset$, maka nilai F_{vt} adalah nilai tengah dari interval A_j dengan $A_j = (d_{j-1}, d_j, d_{j+1}, d_{j+2})$.
- b. Jika FLRG A_j adalah relasi *one to one* $A_j \rightarrow A_k$ maka interval yang mengandung nilai peramalan adalah A_k , 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 (Jasim et al., 2012):

$$Y = (D_t - D_{t-1}) - (D_{t-1} - D_{t-2}) \quad (5)$$

dengan,

D_t : data pada periode t

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

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

menggunakan ketentuan sebagai berikut:

1. Jika $j > i$, dan $Y > 0$, maka kecenderungan peramalan akan menaik dan menggunakan aturan 2 untuk meramalkan data tersebut.
2. Jika $j > i$, dan $Y < 0$, maka kecenderungan peramalan akan menurun dan menggunakan aturan 3 untuk meramalkan data tersebut.
3. Jika $j < i$, dan $Y > 0$, maka kecenderungan peramalan akan menaik dan menggunakan aturan 2 untuk meramalkan data tersebut.
4. Jika $j < i$, dan $Y < 0$, maka kecenderungan peramalan akan menurun dan menggunakan aturan 3 untuk meramalkan data tersebut.
5. Jika $j = i$, dan $Y > 0$, maka kecenderungan peramalan akan menaik dan menggunakan aturan 2 untuk meramalkan data tersebut.
6. Jika $j = i$, dan $Y < 0$, maka kecenderungan peramalan akan menurun dan menggunakan aturan 3 untuk meramalkan data tersebut.

Aturan 1,2, dan 3 yang digunakan untuk memprediksi adalah sebagai berikut (Jasim et al., 2012):

Aturan 1: Digunakan jika Y tidak terpenuhi, ketentuannya sebagai berikut:

- 1) Jika nilai $\frac{|D_t - D_{(t-1)}|}{2} > \frac{A_j}{2}$, maka kecenderungan peramalan pada interval ini menaik dan $F_n = 0,75$ dari A_j .
- 2) Jika nilai $\frac{|D_t - D_{(t-1)}|}{2} = \frac{A_j}{2}$, maka peramalan adalah nilai tengah interval.
- 3) Jika nilai $\frac{|D_t - D_{(t-1)}|}{2} < \frac{A_j}{2}$, maka kecenderungan peramalan pada interval ini menurun dan $F_n = 0,25$ dari A_j .

Aturan 2:

- 1) Jika $x = |Y| * 2 + D_{(t-1)} \in A_j$ atau $x = D_{(t-1)} - |Y| * 2 \in A_j$, maka kecenderungan peramalan pada interval ini menaik dan $F_n = 0,75$ dari A_j .
- 2) Jika $x = \frac{|Y|}{2} + D_{(t-1)} \in A_j$ atau $x = D_{(t-1)} - \frac{|Y|}{2} \in A_j$, maka kecenderungan peramalan menurun dan $F_n = 0,25$ dari A_j .
- 3) Jika bukan keduanya, maka hasil peramalan adalah nilai tengah dari interval A_j .

Aturan 3:

- 1) Jika $x = \frac{|Y|}{2} + D_{(t-1)} \in A_j$ atau $x = D_{(t-1)} - \frac{|Y|}{2} \in A_j$, maka kecenderungan peramalan pada interval ini menurun dan $F_n = 0,25$ dari A_j .
 - 2) Jika $x = |Y| * 2 + D_{(t-1)} \in A_j$ atau $x = D_{(t-1)} - |Y| * 2 \in A_j$, maka kecenderungan peramalan pada interval ini menaik dan $F_n = 0,75$ dari A_j .
 - 3) Jika bukan keduanya, maka hasil peramalan adalah nilai tengah dari interval A_j .
- c. Jika FLRG A_j adalah relasi *one to many* $A_j \rightarrow A_{k1}, A_{k2}, \dots, A_{kp}$, maka peramalan mengikuti ketentuan sebagai berikut :
- 1) Jika perbedaan antara dua $k1, k2, \dots, kp \leq 2$ maka hasil peramalannya adalah nilai tengah interval tersebut.
 - 2) Jika perbedaan antara dua $k1, k2, \dots, kp > 2$ maka hasil prediksi dihitung menggunakan one to one fuzzy logical relationship dengan mengaplikasikan ketentuan B aturan 2.

2.3 Ukuran Akurasi Peramalan

Tujuan dari analisis runtun waktu (*time series*) adalah untuk meramalkan atau memprediksi nilai masa depan. Metode peramalan yang bertujuan untuk menghasilkan ramalan optimum yang memiliki tingkat kesalahan kecil atau akurasi yang tinggi. Menghitung tingkat akurasi setiap model peramalan digunakan metode uji yaitu MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). Semakin tinggi nilai MAPE yang dihasilkan maka akurasi peramalannya semakin rendah dan berlaku sebaliknya, semakin rendah nilai MAPE maka akurasi dari peramalannya semakin tinggi (Dewi & Ibnu Hadi, 2019).

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^n \left[\frac{X_t - F_t}{X_t} \right] \times 100\% \quad (6)$$

dengan N merupakan jumlah data yang digunakan, X_t merupakan data aktual pada periode ke t dan F_t merupakan data hasil peramalan pada periode ke t .

2.4 Sumber Data

Data penelitian diperoleh dari Badan Pusat Statistika (BPS) Provinsi Jawa Tengah. Data tersebut merupakan data nilai ekspor (juta US \$) yang diukur bulanan dari bulan Januari 2010 hingga Desember 2021.

2.5 Langkah-Langkah Penelitian

Langkah-langkah penelitian untuk melakukan peramalan nilai ekspor provinsi jawa tengah dengan metode FTS berbasis algoritma Novel adalah sebagai berikut:

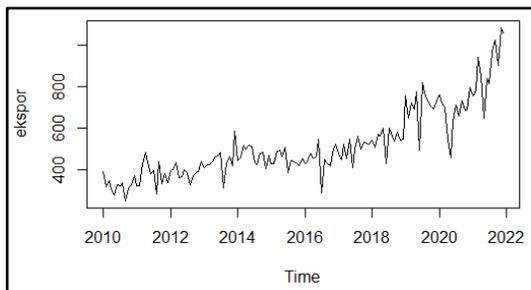
1. Melakukan analisis deskriptif yang bertujuan untuk melihat keadaan atau gambaran data yang sesungguhnya.
2. Melakukan peramalan *Fuzzy time series* berbasis algoritma Novel dengan langkah sebagai berikut:
 - a. Menentukan *universe of discourse* (Semesta pembicaraan U);
 - b. Menentukan panjang interval;
 - c. Menentukan jumlah interval;
 - d. Menentukan himpunan fuzzy;
 - e. Melakukan fuzzifikasi data;
 - f. Menentukan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR);
 - g. Menentukan *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG);
 - h. Menghitung hasil peramalan nilai ekspor menggunakan *Fuzzy time series* berbasis algoritma Novel.

3. Melakukan evaluasi hasil peramalan menggunakan nilai MAPE.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Statistika Deskriptif

Nilai ekspor Provinsi Jawa Tengah pada periode Januari 2010 hingga Desember 2021 secara umum menunjukkan bahwa nilai ekspor tertinggi sebesar 1083,13 Juta US \$ pada November 2021 sedangkan nilai ekspor terendah sebesar 249,2 Juta US \$ pada September 2010 dengan rata-rata nilai ekspor sebesar 518,4097 Juta US \$. Plot deret waktu nilai ekspor Provinsi Jawa Tengah ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Plot deret waktu nilai ekspor Provinsi Jawa Tengah 2010-2021

Kondisi nilai ekspor Provinsi Jawa Tengah pada periode Januari 2010 hingga Desember 2021 membentuk pola siklis yang terjadi akibat data yang dipengaruhi fluktuatif jangka panjang. Berbagai faktor yang mempengaruhi fluktuasi tersebut diantaranya seperti naik turunnya produksi dalam negeri maupun naik turunnya permintaan pasar internasional.

3.2 Mendefinisikan Universe of Discourse

Nilai minimal (D_{min}) dan maksimal (D_{max}) dari data Nilai Ekspor Provinsi Jawa Tengah adalah sebesar 249,2 dan 1083,13. D_1 dan D_2 merupakan suatu konstanta atau bilangan positif yang telah sesuai untuk membulatkan himpunan semesta U , sehingga diambil nilai $D_1 = 0,20$ dan $D_2 = 0,87$ untuk membulatkan himpunan semesta U . Sehingga himpunan semesta diperoleh seperti berikut:

$$\begin{aligned}
 U &= [D_{min} - D_1 ; D_{max} + D_2] \\
 &= [249,2 - 0,20 ; 1083,13 + 0,87] \\
 &= [249 ; 1084]
 \end{aligned}$$

3.3 Menentukan Panjang Interval

Metode yang digunakan untuk menentukan panjang interval (I) adalah metode *average based*

(av), dengan adalah menghitung seluruh nilai selisih mutlak antara D_{t+1} dan D_t untuk $t = 1, \dots, 144$. Kemudian menghitung rata-rata nilai selisih mutlak dari data nilai ekspor sesuai persamaan 2, sehingga diperoleh nilai av adalah 61,13371. Nilai B diperoleh dengan membagi nilai av dengan 2 sehingga didapatkan nilai 30,56685. Berdasarkan hasil tersebut, maka basis interval yang digunakan adalah 10. Kemudian 30,56685 dibulatkan berdasarkan basis, sehingga diperoleh panjang interval (I) sebesar 30.

3.4 Menentukan Jumlah Interval

Penentuan jumlah interval menggunakan persamaan (4) berikut:

$$\begin{aligned}
 m &= \frac{D_{max} + D_1 - D_{min} + D_2}{I} \\
 m &= \frac{1083,13 + 0,20 - 249,2 + 0,87}{30} \\
 m &= 27,83333 \approx 28
 \end{aligned}$$

Hasil di atas menunjukkan jumlah interval (m) sebanyak 28 interval. Kemudian himpunan semesta U dibagi menjadi 28 interval dengan panjang masing-masing interval sebesar 30 yang disajikan pada tabel berikut:

Tabel 2. Interval himpunan semesta

Interval	
$U_1 = [249,0000 ; 278,8214]$	$U_{15} = [666,5000 ; 696,3214]$
$U_2 = [278,8214 ; 308,6429]$	$U_{16} = [696,3214 ; 726,1429]$
$U_3 = [308,6429 ; 338,4643]$	$U_{17} = [726,1429 ; 755,9643]$
$U_4 = [338,4643 ; 368,2857]$	$U_{18} = [755,9643 ; 785,7857]$
$U_5 = [368,2857 ; 398,1071]$	$U_{19} = [785,7857 ; 815,6071]$
$U_6 = [398,1071 ; 427,9286]$	$U_{20} = [815,6071 ; 845,4286]$
$U_7 = [427,9286 ; 457,7500]$	$U_{21} = [845,4286 ; 875,2500]$
$U_8 = [457,7500 ; 487,5714]$	$U_{22} = [875,2500 ; 905,0714]$
$U_9 = [487,5714 ; 517,3929]$	$U_{23} = [905,0714 ; 934,8929]$
$U_{10} = [517,3929 ; 547,2143]$	$U_{24} = [934,8929 ; 964,7143]$
$U_{11} = [547,2143 ; 577,0357]$	$U_{25} = [964,7143 ; 994,5357]$
$U_{12} = [577,0357 ; 606,8571]$	$U_{26} = [994,5357 ; 1024,3571]$
$U_{13} = [606,8571 ; 636,6786]$	$U_{27} = [1024,3571 ; 1054,1786]$
$U_{14} = [636,6786 ; 666,5000]$	$U_{28} = [1054,1786 ; 1084,0000]$

3.5 Fuzzifikasi Data

Proses fuzzifikasi merupakan proses menentukan nilai linguistik dari setiap data nilai ekspor. Nilai linguistik dari suatu data ditentukan berdasarkan interval yang telah dibentuk, kemudian membandingkan derajat keanggotaan yang sesuai dan memilih derajat keanggotaan 1. Sebagai contoh data pada bulan Januari 2010 sebesar 387,36 nilai

tersebut termasuk dalam interval $U_5 = [368,2857; 398,1071]$, maka fuzzifikasi dari data tersebut adalah A_5 .

3.6 Menentukan Fuzzy Logical Relationship (FLR)

Berdasarkan hasil fuzzifikasi, dapat ditentukan FLR dengan menghubungkan data pada bulan sebelumnya dengan data pada bulan selanjutnya dalam bentuk $A_i \rightarrow A_j$ yang mana A_i disebut sisi kiri (*current state*) dan A_j sisi kanan (*next state*). Misalnya data pada periode Januari 2010 fuzzifikasi 5 dan data pada periode Februari 2010 fuzzifikasi 3 sehingga terbentuk FLR ($A_5 \rightarrow A_3$) dan seterusnya.

3.7 Menentukan Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG)

FLRG dibentuk untuk mempermudah proses perhitungan prediksi yaitu dengan mengelompokkan setiap perpindahan *state*. Berikut adalah FLRG untuk seluruh data nilai ekspor di Jawa Tengah periode Januari 2010 hingga Desember 2021.

Tabel 3. Fuzzy logical relationship group

Current State	Next State
$A_1 \rightarrow$	$2(A_3)$
$A_2 \rightarrow$	$A_1, 2(A_7)$
$A_3 \rightarrow$	$A_1, 4(A_3), A_4, 4(A_5), 2(A_7)$
$A_4 \rightarrow$	A_2, A_4, A_6
$A_5 \rightarrow$	$A_2, 4(A_3), 3(A_5), A_6, 2(A_7)$
$A_6 \rightarrow$	$A_5, 2(A_6), 4(A_7), 3(A_8), A_9, 2(A_{12})$
$A_7 \rightarrow$	$A_3, A_4, A_5, 4(A_6), 5(A_7), 6(A_8), A_9, A_{10}, A_{11}, A_{13}$
$A_8 \rightarrow$	$A_3, 3(A_6), 3(A_7), 3(A_8), A_9, 3(A_{10})$
$A_9 \rightarrow$	$A_5, A_7, A_8, 3(A_9), A_{10}, 2(A_{11}), A_{20}$
$A_{10} \rightarrow$	$A_2, 2(A_7), A_8, 2(A_9), 4(A_{10}), A_{12}, A_{18}$
$A_{11} \rightarrow$	$A_6, A_9, A_{10}, A_{11}, A_{12}$
$A_{12} \rightarrow$	A_6, A_7, A_{10}, A_{11}
$A_{13} \rightarrow$	A_{16}
$A_{14} \rightarrow$	A_{16}, A_{17}, A_{20}
$A_{15} \rightarrow$	$A_{15}, A_{17}, A_{18}, A_{19}$
$A_{16} \rightarrow$	$A_{10}, A_{14}, 2(A_{15}), 2(A_{17})$
$A_{17} \rightarrow$	A_{15}, A_{16}, A_{18}
$A_{18} \rightarrow$	$A_{10}, A_{14}, A_{16}, A_{18}, A_{24}$
$A_{19} \rightarrow$	A_{18}
$A_{20} \rightarrow$	A_{17}, A_{20}, A_{25}
$A_{21} \rightarrow$	A_{14}
$A_{22} \rightarrow$	A_{28}

$A_{23} \rightarrow$	-
$A_{24} \rightarrow$	A_{21}
$A_{25} \rightarrow$	A_{27}
$A_{26} \rightarrow$	-
$A_{27} \rightarrow$	A_{22}
$A_{28} \rightarrow$	A_{28}

3.8 Menghitung hasil prediksi

Berdasarkan ketentuan dan aturan pada metode FTS berbasis algoritma Novel, hasil prediksi dihitung menggunakan data histori sebelumnya dalam bentuk FLR dan FLRG. Sebagai contoh, untuk memprediksi data pada bulan Februari 2010, dapat dilihat bahwa FLR dari bulan Januari 2010 menuju bulan Februari 2010 yang mana *state* bertransisi dari $A_5 \rightarrow A_3$, sehingga FLR A_5 adalah satu ke satu, maka untuk memprediksi menggunakan ketentuan 2. Langkah berikutnya adalah menghitung nilai Y berdasarkan persamaan (5), tetapi karena data pada bulan Desember 2009 tidak diketahui maka nilai Y tidak dapat dihitung, sehingga hasil prediksi pada bulan Februari 2010 menggunakan aturan 1. Pada aturan 1 langkah pertama adalah menghitung nilai x dengan rumus sebagai berikut:

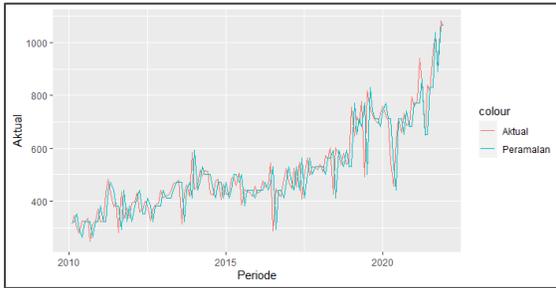
$$x = \frac{|D_t - D_{t-1}|}{2}$$

$$x = \frac{|314,47 - 387,36|}{2}$$

$$x = 36,445$$

Diperoleh nilai x sebesar 36,445. Kemudian menghitung setengah dari interval A_3 , berdasarkan himpunan fuzzy yang dibentuk dapat diperoleh interval A_3 adalah $U_3 = [308,6429 ; 338,4643]$, sehingga setengah dari interval A_3 sebesar 323,5536 atau sama dengan nilai tengah U_3 . Dari perhitungan tersebut diperoleh $x < \frac{A_3}{2}$. Berdasarkan aturan 1, maka hasil prediksi bulan Februari 2010 cenderung turun dan jatuh pada 0,25 poin dari interval A_3 yaitu 316,1.

Menggunakan cara yang sama berdasarkan aturan peramalan berdasarkan metode FTS berbasis algoritma Novel didapatkan plot antara data aktual dan data peramalan nilai ekspor Provinsi Jawa Tengah periode Januari 2010 hingga Desember 2021 sebagai berikut:



Gambar 2. Plot data aktual dan peramalan nilai ekspor di Provinsi Jawa Tengah periode Januari 2010-Desember 2021

Peramalan pada bulan selanjutnya, yaitu bulan Januari 2022 diketahui *current state* adalah A_{28} dan *next state* adalah himpunan kosong ($A_{28} \rightarrow \emptyset$). Sehingga untuk menghitung hasil prediksi digunakan ketentuan 1 yaitu nilai peramalan berada ditengah interval *Fuzzy* dengan $A_i = (d_{i-1}, d_i, d_{i+1}, d_{i+2})$ yaitu $A_{28} = (d_{27}, d_{28}, d_{29}, d_{30})$. Karena tidak terdapat nilai d_{29} dan d_{30} maka perhitungannya sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Januari 2022} &= \frac{d_{27} + d_{28}}{2} \\ &= \frac{1039,2679 + 1069,0893}{2} \\ &= 1054,178 \end{aligned}$$

Didapatkan hasil prediksi nilai ekspor Provinsi Jawa Tengah pada bulan Januari 2022 adalah sebesar 1054,178 juta US \$.

3.9 Ketepatan Metode Peramalan

Pengujian tingkat akurasi dilakukan dengan melihat kriteria pengukuran *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Dari hasil tersebut dapat diketahui apakah metode yang digunakan tidak bias dan tingkat akurasi tinggi untuk dapat digunakan untuk memprediksi suatu nilai.

Tabel 3. Akurasi Peramalan

Metode	MAPE (%)
FTS berbasis algoritma Novel	11,653

Tabel 3 di atas menunjukkan bahwa hasil prediksi data nilai ekspor di Provinsi Jawa Tengah pada Januari 2010 hingga Desember 2021 dengan menggunakan FTS berbasis algoritma Novel diperoleh nilai MAPE sebesar 11,653%. Maka dapat dikatakan bahwa hasil peramalan baik dan dapat

digunakan untuk memprediksi nilai ekspor pada bulan selanjutnya yaitu bulan Januari 2022.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian prediksi data nilai ekspor di Provinsi Jawa Tengah dengan menggunakan metode FTS berbasis algoritma Novel menghasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil prediksi nilai ekspor di Provinsi Jawa Tengah pada bulan Januari 2022 dengan menggunakan metode FTS berbasis Algoritma Novel yaitu sebesar 1054,178 juta US \$.
2. Metode Fuzzy Time Series berbasis Algoritma Novel mempunyai hasil peramalan yang akurat pada kasus Nilai Ekspor di Provinsi Jawa Tengah. Karena memiliki nilai MAPE (Mean Absolute Percentage Error) sebesar 11,653% sehingga dapat dikatakan baik untuk meramalkan nilai ekspor Provinsi Jawa Tengah.

DAFTAR PUSTAKA

Afdianti Nurkhasanah, L., Suparti, & Sudarno. (2015). Perbandingan Metode Runtun Waktu Fuzzy-Chen dan Fuzzy-Markov Chain untuk Meramalkan Data Inflasi di Indonesia. *Jurnal Gaussian*, 4(4).

Aprita, S., & Adhitya, R. (2020). *Hukum Perdagangan Internasional* (R. Mirsawati, ed.). Depok: Rajawali Pers.

Benny, J. (2013). Ekspor dan Impor Pengaruhnya Terhadap Posisi Cadangan Devisa di Indonesia. *Jurnal EMBA*, 1(4), 1406–1415. https://doi.org/10.1007/springerreference_67401

BPS Jawa Tengah. (2020). Provinsi Jawa Tengah Dalam Angka. In *Badan Pusat Statistik*. Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah.

Dewi, E. R., & Ibnu Hadi. (2019). Peramalan Produk Domestik Bruto (PDB) Industri Pengolahan Non Migas di Indonesia dengan menggunakan Metode Fuzzy Time Series. *Jurnal Statistika Dan Aplikasinya*, 3(2). <https://doi.org/10.21009/jsa.03203>

Haris, M. Al. (2020). Peramalan Harga Emas dengan Model Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (GARCH). *Jurnal Sainika Unpam: Jurnal Sains Dan Matematika Unpam*, 3(1). <https://doi.org/10.32493/jsmu.v3i1.5263>

Jasim, H. T., Salim, A. G. J., & Ibraheem, K. I. (2012). A Novel Algorithm to Forecast Enrollment Based on Fuzzy Time Series. *Applications and Applied Mathematics: An International Journal (AAM)*, 7(1), 385–397.

- Meirissa, I. R. (2016). Penerapan Algoritma Novel Berdasarkan Metode Fuzzy Time Series Untuk Memprediksi Nilai Tukar Petani. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 152(3).
- Muhammad Wahdeni Pramana, Purnamasari, I., & Prangga, S. (2021). Peramalan Data Ekspor Nonmigas Provinsi Kalimantan Timur Menggunakan Metode Weighted Fuzzy Time Series Lee. *J Statistika: Jurnal Ilmiah Teori Dan Aplikasi Statistika*, 14(1). <https://doi.org/10.36456/jstat.vol14.no1.a3747>
- Riyadli, H. (2016). Analisis Perbandingan Logika Fuzzy Time Series Sebagai Metode Peramalan. *Speed-Sentra Penelitian Engineering Dan Edukasi*, 8(1).
- Sedyaningrum, M., Suhadak, & Nuzula, N. F. (2016). Daya Beli Masyarakat di Indonesia Studi pada Bank Indonesia Periode Tahun 2006 : IV-2015 : III. *Jurnal Administrasi Bisnis*, 34(1), 114–121.
- Sumantri, F., & Latifah, U. (2021). Analisa Pengaruh Marko Ekonomi Terhadap Indeks Harga Saham Gabungan Periode 2015-2019. *DIALEKTIKA: Jurnal Ekonomi Dan Ilmu Sosial*, 6(2). <https://doi.org/10.36636/dialektika.v6i2.617>
- Tsaur, R. C. (2012). A fuzzy time series-Markov chain model with an application to forecast the exchange rate between the Taiwan and us Dollar. *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*, 8(7 B).