

Peramalan Nilai Tukar Petani Menggunakan *Fuzzy Time Series Chen* di Provinsi Aceh

Irma¹, Sherli Yurinanda^{✉2}, Cut Multahadah³

^{1,2,3}Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi

Email: ecetang1@gmail.com¹, sherliyurinanda@unja.ac.id², cutmultahadah@gmail.com³

Received 20 January 2025,

Accepted 28 September 2025,

Published 30 September 2025

Abstrak

Nilai tukar petani menjadi salah satu indikator yang mengukur tingkat kesejahteraan petani. NTP mengalami defisit ataupun surplus sehingga perlu dilakukan peramalan NTP untuk melihat bagaimana NTP di periode yang akan datang. Peramalan NTP menggunakan metode *Fuzzy Time Series Chen*. Salah satu kelebihan yang dimiliki metode tersebut adalah terbebas dari asumsi-asumsi yang harus dipenuhi dari bentuk pola data time series. Tujuan dari penelitian ini adalah memprediksi NTP dengan menerapkan metode *Fuzzy Time Series Chen* di Provinsi Aceh. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data bulanan NTP pada periode Januari 2022 hingga Juni 2024. Tahap analisis yang dilakukan yaitu menentukan himpunan semesta (U), membentuk interval, mendefinisikan himpunan fuzzy, menentukan nilai keanggotaan, melakukan fuzzifikasi, menentukan FLR, menentukan FLRG, menentukan peramalan menurut FLRG dan defuzzifikasi dan selanjutnya menentukan akurasi peramalan. Berdasarkan hasil penelitian, tingkat keakuratan peramalan menunjukkan bahwa tingkat error peramalan nilai NTP Provinsi Aceh sebesar 1,63%. Sehingga, hal ini menunjukkan bahwa metode *Fuzzy Time Series Chen* sangat akurat dalam meramalkan nilai NTP di Provinsi Aceh karena nilai MAPE yang diperoleh relatif cukup kecil.

Kata Kunci: Nilai Tukar Petani, *Fuzzy Time Series Chen*, Provinsi Aceh

Abstract

The Farmer's Exchange Rate (NTP) serves as one of the indicators used to measure the level of farmers' welfare. As the NTP may experience either a deficit or a surplus, it is essential to forecast its future values to anticipate upcoming trends. This study employs the *Fuzzy Time Series Chen* method for forecasting the NTP. One of the advantages of this method is that it does not rely on the assumptions typically required by conventional time series models. The objective of this research is to predict the NTP by applying the *Fuzzy Time Series Chen* method in Aceh Province. The data used in this study consist of monthly NTP values from January 2022 to June 2024. The analytical steps include defining the universe of discourse (U), forming intervals, defining fuzzy sets, determining membership values, performing fuzzification, establishing Fuzzy Logical Relationships (FLR), constructing Fuzzy Logical Relationship Groups (FLRG), generating forecasts based on FLRG, conducting defuzzification, and finally, calculating the forecasting accuracy. The results indicate that the forecasting error rate for the NTP in Aceh Province is 1.63%. This finding demonstrates that the *Fuzzy Time Series Chen* method is highly accurate in forecasting NTP values in Aceh Province, as evidenced by the relatively low MAPE value.

Keywords: Farmers' Exchange Rates, *Fuzzy Time Series Chen*, Aceh Province.

✉ Corresponding author

PENDAHULUAN

Salah satu sektor pendukung dalam kontribusi pembangunan di Indonesia adalah sektor pertanian. Sektor pertanian telah berperan dalam pembentukan Produk Domestik Bruto (PDB), penyerapan tenaga kerja, peningkatan pendapatan masyarakat, perolehan devisa melalui ekspor, dan penciptaan kondisi yang kondusif bagi pelaksanaan pembangunan dan hubungan sinergis dengan sektor lain [[1]. Salah satu indikator relatif untuk mengukur tingkat kesejahteraan petani adalah nilai tukar petani (NTP). Semakin tinggi NTP, semakin baik daya beli petani terhadap input produksi dan produk konsumsi, yang berarti mereka lebih sejahtera secara relatif. Peningkatan NTP menunjukkan peningkatan kemampuan dan kesejahteraan petani atau sebaliknya. [2]. Nilai tukar petani (NTP) diperoleh dari perbandingan indeks harga yang diterima petani (I_t) terhadap indeks harga yang dibayar petani (I_b) (dalam persentase), merupakan salah satu indikator untuk melihat tingkat kemampuan/daya beli petani di perdesaan. Dari indeks harga yang diterima petani (I_t), dapat dilihat fluktuasi harga barang-barang yang dihasilkan petani [3].

Berdasarkan data nilai tukar petani di Provinsi Aceh dari Januari 2022 hingga Juni 2024. Dilihat data NTP terjadi perubahan nilai setiap bulan, dari bulan Januari 2022 sampai September 2023 NTP berada dibawah 100 dikatakan petani mengalami defisit atau kerugian. Kemudian mulai bulan Oktober 2023 NTP mulai naik hingga puncaknya pada bulan Februari 2024 NTP sebesar 105,58. Setelah itu pada Maret 2024 NTP kembali menurun hingga bulan Juni 2024 petani kembali mengalami defisit atau kerugian. Data nilai NTP Provinsi Aceh dalam tiga tahun terakhir menunjukkan pergerakan data yang cenderung mengalami kenaikan secara fluktuatif. Pergerakan kenaikan nilai NTP tersebut terjadi hingga mengalami puncak tertinggi di tahun 2023. Nilai NTP tertinggi di Provinsi Aceh terjadi pada bulan Oktober 2023 yaitu sebesar 109,24. Sedangkan nilai NTP terendah di Provinsi Aceh berada di bulan Juni 2022 yaitu 95,22. Akan tetapi, pada bulan berikutnya nilai NTP perlahan mengalami sedikit kenaikan setelah itu penurunan. Namun, jika di perhatikan pada bulan April 2024 NTP mengalami penurunan yang cukup signifikan dibandingkan bulan sebelumnya yaitu sebesar 97,43 . Hal ini berarti petani kembali mengalami defisit atau kerugian. Berdasarkan hal terserbut terlihat pergerakan data NTP di Provinsi Aceh periode Januari 2022 hingga Juni 2024 mengalami fluktuasi. Perkembangan nilai tukar petani perlu dipantau setiap bulannya yang digunakan sebagai indikator kesejahteraan untuk menentukan tingkat kesejahteraan petani. Tujuannya adalah untuk mengetahui seberapa sejahtera petani sehingga pemerintah dapat mengambil tindakan untuk meningkatkan pertumbuhan dan kesejahteraan petani di masa mendatang. Oleh karena itu, untuk mengetahui tingkat kesejahteraan petani di masa mendatang, diperlukan peramalan.

Peramalan/*forecasting* merupakan salah satu cara untuk mengetahui prediksi nilai-nilai sebuah variabel berdasarkan kepada nilai yang diketahui dari variabel tersebut atau variabel yang berhubungan [4]. Peramalan juga dapat didasarkan pada keahlian *judgment*, yang pada gilirannya didasarkan pada data historis dan pengalaman [5]. Data yang menyediakan informasi data masa lalu dan masa sekarang untuk peramalan adalah data *time series*. Data *time series*, yaitu data yang tersusun sesuai urutan waktu. Waktu yang ditetapkan berupa hari, minggu bulan atau seterusnya termasuk data nilai tukar petani. 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* [6]. Pengubahan suatu pernyataan linguistik menjadi numerik ataupun sebaliknya merupakan cara yang telah di sediakan oleh logika *fuzzy* [7]. Metode *Fuzzy Time Series*

dapat diaplikasikan pada berbagai jenis data time series tanpa memerlukan asumsi tertentu tentang distribusi data.

Fuzzy Time Series mempunyai kelebihan tidak membutuhkan data dalam jumlah yang banyak dan kemudian tidak memerlukan asumsi yang harus dipenuhi. Beberapa model pada metode ini terletak pada pengaplikasian dalam memprediksi data salah satu metode *Fuzzy Time Series* adalah model *Chen*. Metode *Fuzzy Time Series Chen* ini dapat digunakan secara luas pada data real time. Model *Chen* merupakan salah satu model *Fuzzy Time Series* yang sederhana. Proses defuzzifikasi pada *Fuzzy Time Series Chen* tidak mempertimbangkan adanya pengulangan pada *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) sehingga tidak memasukan nilai pembobotan [8].

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Risqie 2016 [9], yaitu Penerapan Algoritma Novel Berdasarkan Metode *Fuzzy Time Series* untuk memprediksi Nilai Tukar Petani. Pada penelitian tersebut penerapan Algoritma Novel Berdasarkan Metode *Fuzzy Time Series* menghasilkan pola data prediksi yang mengikuti pola data aktual yang menunjukkan bahwa data aktual dan data hasil prediksi saling berkaitan, dengan nilai MAPE untuk menentukan keakuratan peramalan sebesar 0,08. Didapatkan hasil prediksi dengan menggunakan Algoritma Novel Berdasarkan Metode *Fuzzy Time Series* sebesar 101,4 artinya petani mengalami surplus, yaitu harga produksi naik dan lebih besar daripada kenaikan harga konsumsinya, sehingga pendapatan petani naik lebih besar daripada pengeluaran. Selain itu, penelitian lainnya dilakukan oleh Aeni et al., (2023) [10] yang berjudul “ Peramalan Nilai Tukar Petani Subsektor Tanaman Pangan Provinsi Bali Menggunakan Metode *Fuzzy Time Series Chen*” menyatakan Hasil peramalan nilai tukar petani (NTP) subsektor tanaman pangan Provinsi Bali yang paling tepat menggunakan metode *Fuzzy Time Series Chen* orde dua dengan hasil peramalan untuk tiga bulan selanjutnya, yaitu bulan Juni 2022 adalah 90,95; bulan Juli 2022 adalah 91,95; dan bulan Agustus 2022 adalah 92,45 dengan ketepatan hasil peramalan yang menghasilkan error terkecil adalah MSE dan MAPE orde dua yaitu MSE sebesar 0,4563 dan MAPE sebesar 0,2824%.

Berdasarkan hal tersebut maka dalam penelitian ini memprediksi nilai tukar petani di Provinsi Aceh dengan menggunakan *Fuzzy Time Series Chen*. Hal ini akan memungkinkan untuk digunakan sebagai bahan pertimbangan pemerintah sehingga dapat mengambil langkah untuk meningkatkan pembangunan dan kesejahteraan petani dimasa yang akan datang. serta dapat dijadikan referensi karya ilmiah ataupun penelitian selanjutnya.

METODOLOGI

A. Teknik Analisis Data

Chen (1996) mengembangkan *Fuzzy Time Series* berdasarkan Song dan Chissom (1993)[11] dengan operasi sederhana, perkembangan metode *Fuzzy Time Series* terdapat operasi matriks yang kompleks, serta mempunyai pengaruh yang sangat besar.

Dalam metode *fuzzy time series*, terdapat berbagai model yaitu model *Song*, *Chissom*, *Chen* dan *Lee*. Pendekatan *fuzzy time series* memiliki kelebihan yaitu tidak membutuhkan banyak data historis atau memenuhi asumsi tertentu. Pendekatan ini juga dapat digunakan secara luas untuk data waktu nyata [12]. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode *Fuzzy Time Series Chen*, dimana pada proses *Fuzzy Time Series* panjang interval akan ditentukan terlebih dahulu karena panjang interval akan berpengaruh pada hasil prediksi, sehingga pembentukan *fuzzy relationship* (FLR) akan tepat. Dibawah ini akan dijelaskan langkah-langkah metode *Fuzzy Time Series* dengan menggunakan Algoritma *Chen* [7]:

[Langkah 1] Pembentukan himpunan semesta (U).

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

dengan,

D_1 dan D_2 : bilangan positif sembarang

D_{min} : data terkecil dari data historis

D_{max} : 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 *Sturges* sebagai berikut:

$$p = 1 + 3,322 \log(n) \quad (2)$$

dengan,

p : Jumlah Interval

n : Banyak data historis (pengamatan)

Setelah jumlah interval didapat, maka selanjutnya menentukan panjang interval (l) dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$l = \frac{D_{max} - D_{min}}{p} \quad (3)$$

Setelah mendapatkan panjang interval, kemudian himpunan semesta (U) dipartisi dengan panjang interval (l). Sehingga untuk setiap interval dapat didefinisikan dengan persamaan di bawah ini:

$$\begin{aligned} u_1 &= [D_{min} - D_1; D_{min} - D_1 + l] \\ u_2 &= [D_{min} - D_1 + l; D_{min} - D_1 + 2l] \\ &\vdots \\ u_i &= [D_{min} - D_1 + (i-1)l; D_{min} - D_1 + il] \\ &\vdots \\ u_n &= [D_{min} - D_1 + (n-1)l; D_{min} - D_1 + nl] \end{aligned} \quad (4)$$

dengan $i = 1, 2, 3, \dots, n$.

Tiap interval akan dihitung nilai tengahnya menggunakan persamaan berikut:

$$m_i = \frac{\text{batas atas } u_i + \text{batas bawah } u_i}{2} \quad (5)$$

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

$$U = \{u_1, u_2, \dots, u_i\} \quad (6)$$

U : himpunan semesta

u_i : besarnya jarak/interval 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 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_i\}$ yang mana u_i adalah nilai yang mungkin dari U , kemudian variabel linguistik A_i terhadap U dapat menggunakan persamaan berikut:

$$A_i = \frac{\mu_{A_i}(u_1)}{u_1} + \frac{\mu_{A_i}(u_2)}{u_2} + \dots + \frac{\mu_{A_i}(u_n)}{u_n} \quad (7)$$

Kemudian, terdapat rentang himpunan *fuzzy* (nilai linguistik) yang diperoleh menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Rentang Himpunan Fuzzy} = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{p - 1} \quad (8)$$

[Langkah 4] Menentukan derajat keanggotaan setiap data

Pendekatan fungsi adalah salah satu metode untuk menghitung nilai keanggotaan. Sejauh ini, belum ada aturan khusus terkait pemilihan fungsi untuk memperoleh nilai keanggotaan dari suatu data. Pemilihan fungsi tersebut dapat didasarkan pada kondisi data yang digunakan. Sehingga, salah satu fungsi yang penulis dapat digunakan adalah kurva segitiga.

[Langkah 5] Fuzzifikasi data historis

Pada tahap ini, nilai keanggotaan dihitung untuk setiap himpunan data historis yang *fuzzy*. Setelah data diterima, sistem menghitung nilai fungsi keanggotaan dan mengubah variabel numerik, yang merupakan variabel *non-fuzzy*, menjadi variabel linguistik, yang merupakan variabel *fuzzy*. Dengan kata lain, fuzzifikasi adalah ketika angka numeris disusun dalam himpunan *fuzzy* yang tepat. Fungsi keanggotaan mengubah ekspresi bahasa menjadi bilangan yang dapat dimanipulasi. Nilai *fuzzy* dibuat setelah nilai *fuzzy* digabungkan dengan fungsi keanggotaan. Proses fuzzifikasi menentukan berapa banyak input yang diperlukan untuk masing-masing grup *fuzzy*.

[Langkah 6] Menentukan *Fuzzy Logic Relations* (FLR)

Menentukan FLR dan membuat grup sesuai dengan waktu. Pada data yang di fuzzifikasi, 2 himpunan *fuzzy* yang berurutan A_i atau himpunan *fuzzy* pada waktu $(t - 1)$ dan A_j himpunan *fuzzy* pada waktu t dapat dinyatakan sebagai FLR atau relasi $A_i \rightarrow A_j$. Selanjutnya adalah pembentukan FLRG dengan menggunakan FLR yang memiliki LHS (*Left Hand Side*) atau FLR dengan himpunan *fuzzy* yang memiliki $(t - 1)$ yang sama. 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 7] Menentukan *Fuzzy Logic Relations Group* (FLRG)

Selanjutnya adalah pembentukan FLRG dengan menggunakan FLR yang memiliki LHS (*Left Hand Side*) atau FLR dengan himpunan *fuzzy* yang memiliki $(t - 1)$ yang sama. 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 8] Peramalan dan Defuzzifikasi

Misalkan $F_t \rightarrow A_1, A_2, A_t$ maka persamaan untuk mencari nilai peramalan akhir adalah sebagai berikut:

$$\hat{F}_t = \frac{\sum_{i=1}^k m_i}{k} \quad (9)$$

dengan,

$\hat{F}_t$: defuzzifikasi

m_i : nilai tengah dari A_i

Defuzzifikasi nilai data sebelumnya F_t merupakan metode *Fuzzy Time Series Chen* yang memiliki beberapa aturan yang harus diperhatikan untuk melakukan suatu peramalan. Berikut ini adalah aturan-aturan tersebut:

1. Apabila nilai fuzzifikasi pada data ke t adalah A_j kemudian ada himpunan *fuzzy* yang tidak memiliki relasi logika *fuzzy*, seperti $A_j \rightarrow \emptyset$, yang nilai maksimum fungsi keanggotaannya dari A_f 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 .
2. Apabila nilai fuzzifikasi pada data 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 u_j , sehingga hasil peramalan F_{t-1} adalah m_j .

3. Apabila nilai fuzzifikasi data ke- t adalah A_i dan A_j mempunyai beberapa FLR dan FLRG, seperti $A_1 \rightarrow A_{j1}, A_{j2}, \dots, A_{jk}$, dengan $A_{j1}, A_{j2}, \dots, A_{jk}$ merupakan himpunan *fuzzy* kemudian nilai maksimum fungsi keanggotaan dari $A_{j1}, A_{j2}, \dots, A_{jk}$ 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 :

$$F_t = \frac{m_{j1}, m_{j2}, \dots, m_{jk}}{k} \quad (10)$$

dengan,

k : banyaknya jumlah nilai tengah

B. Ketepatan Peramalan

Metode peramalan bertujuan untuk mendapatkan hasil ramalan yang optimal dengan tidak mempunyai tingkat kesalahan besar. Apabila tingkat kesalahan yang telah diperoleh semakin kecil, maka hasil suatu peramalan akan semakin dekat dengan nilai yang aktual. Pada penelitian ini ketepatan peramalan akan dihitung dengan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

MAPE merupakan rata-rata dari seluruh persentase kesalahan (selisih) antara data aktual dengan data prediksi [[13]. Secara sistematis MAPE ditunjukkan sebagai berikut [14]:

$$MAPE = \frac{100\%}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - \hat{F}_t}{X_t} \right| \quad (11)$$

dengan,

n : banyaknya data

X_t : data observasi pada waktu t

$\hat{F}_t$: data hasil peramalan pada waktu t

Interpretasi dari nilai MAPE diperlihatkan pada tabel berikut (Lewis, 1982).

Tabel 1. Interpretasi nilai MAPE

MAPE(%)	Interpretasi
<10	Prediksi sangat akurat
10-20	Prediksi yang akurat
20-50	Prediksi yang layak
>50	Prediksi yang tidak akurat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Adapun data nilai tukar petani di Provinsi Aceh periode Januari 2022 sampai dengan Juni 2024 disajikan pada tabel berikut:

Tabel 2. Data NTP di Provinsi Aceh

Bulan	2022	2023	2024
Januari	97,59	101,59	106,48
Februari	98,85	103,81	107,09
Maret	97,55	101,44	103,27
April	96,52	102,16	97,43
Mei	96,05	101,35	97,44

Juni	95,22	101,3	98,16
Juli	95,63	102,91	
Agustus	98,21	104,1	
September	101,05	109,22	
Oktober	101,3	109,24	
November	101,24	107,04	
Desember	99,31	105,92	

Berdasarkan Tabel 2, data nilai NTP Provinsi Aceh dalam tiga tahun terakhir menunjukkan pergerakan data yang cenderung mengalami kenaikan secara fluktuatif. Pergerakan kenaikan nilai NTP tersebut terjadi hingga mengalami puncak tertinggi di tahun 2023. Nilai NTP tertinggi di Provinsi Aceh terjadi pada bulan Oktober 2023 yaitu sebesar 109,24. Sedangkan nilai NTP terendah di Provinsi Aceh berada di bulan Juni 2022 yaitu 95,22. Akan tetapi, pada bulan berikutnya nilai NTP perlahan mengalami sedikit kenaikan setelah itu penurunan yang tidak banyak. Namun, jika di perhatikan pada bulan April 2024 NTP mengalami penurunan yang cukup jauh dibandingkan bulan sebelumnya yaitu sebesar 97,43. Hal ini menunjukkan bahwa pergerakan data NTP di Provinsi Aceh periode Januari 2022 hingga Juni 2024 mengalami fluktuasi.

Adapun langkah langkah peramalan NTP di Provinsi Aceh dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series Chen* adalah sebagai berikut:

Langkah 1. Menentukan himpunan semesta (U) dari data historis.

Pembentukan himpunan semesta (U) adalah langkah pertama dalam analisis *Fuzzy Time Series*. Dalam pembentukan himpunan semesta (U), membutuhkan data terkecil (minimum) dan data terbesar (maksimum) dari data nilai NTP di Provinsi Aceh. Berdasarkan data pada Tabel 2, diperoleh nilai NTP minimum (D_{min}) pada bulan Juni 2022 yaitu 95,22. Sedangkan nilai NTP maksimum (D_{max}) pada bulan Oktober 2023 yaitu 109,24.

Langkah selanjutnya adalah menentukan nilai D_1 dan D_2 yang merupakan sebarang bilangan positif yang sesuai, sehingga batas bawah memiliki nilai yang lebih kecil dari nilai D_{min} dan batas atasnya lebih besar dari nilai D_{max} . Pemilihan nilai untuk D_1 dan D_2 dikembalikan kepada penulis, karena merupakan sebarang bilangan positif maka akan ada nilai D_1 dan D_2 lainnya yang dapat digunakan dalam pembentukan himpunan semesta (U). Namun, dalam penelitian ini untuk Provinsi Aceh penulis menentukan nilai untuk D_1 adalah 0,22 dan nilai D_2 adalah 0,06. Selanjutnya, setelah memperoleh nilai D_{min} dan D_{max} serta menentukan nilai D_1 dan D_2 , langkah berikutnya ialah membentuk himpunan semesta (U) dengan menggunakan persamaan (1). Berikut merupakan himpunan semesta (U) Provinsi Aceh yang terbentuk.

$$\begin{aligned}
 U &= [D_{min} - D_1 ; D_{max} + D_2] \\
 &= [95,22 - 0,22 ; 109,24 + 0,06] \\
 &= [95,00; 109,30]
 \end{aligned}$$

Langkah 2. Menentukan jumlah interval (p)

Langkah berikutnya adalah menentukan jumlah interval atau banyaknya kelas interval dari seluruh himpunan semesta (U) menggunakan persamaan (2) berikut:

$$\begin{aligned}
 p &= 1 + 3,322 \log(30) \\
 &= 1 + 4,907 \\
 &= 5,907 \approx 6
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil tersebut, diperoleh 5,907 untuk jumlah interval yang dibulatkan menjadi 6 interval. Kemudian himpunan semesta (U) akan dipartisi menjadi 6 interval menjadi $u_1, u_2, u_3, \dots, u_6$ dengan mencari panjang masing-masing interval menggunakan persamaan (3) berikut:

$$\begin{aligned}
 l &= \frac{D_{max} - D_{min}}{p} \\
 &= \frac{109,24 - 95,22}{5,907} \\
 &= 2,373
 \end{aligned}$$

Setelah itu, pembentukan partisi himpunan semesta (U), dapat menggunakan persamaan (4). Adapun partisi 6 interval dari himpunan semesta (U) yang terbentuk adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 u_1 &= [D_{min} - D_1 ; D_{min} - D_1 + l] \\
 &= [95,22 - 0,22 ; 95,22 - 0,22 + 2,373] \\
 &= [95,00 ; 97,37] \\
 u_2 &= [D_{min} - D_1 + l ; D_{min} - D_1 + 2l] \\
 &= [95,22 - 0,22 + (2,373) ; 95,22 - 0,22 + 2(2,373)] \\
 &= [97,37 ; 99,75] \\
 u_3 &= [D_{min} - D_1 + 2l ; D_{min} - D_1 + 3l] \\
 &= [95,22 - 0,22 + 2(2,373) ; 95,22 - 0,22 + 3(2,373)] \\
 &= [99,75 ; 102,12] \\
 u_4 &= [D_{min} - D_1 + 3l ; D_{min} - D_1 + 4l] \\
 &= [95,22 - 0,22 + 3(2,373) ; 95,22 - 0,22 + 4(2,373)] \\
 &= [102,12 ; 104,49] \\
 u_5 &= [D_{min} - D_1 + 4l ; D_{min} - D_1 + 5l] \\
 &= [95,22 - 0,22 + 4(2,373) ; 95,22 - 0,22 + 5(2,373)] \\
 &= [104,49 ; 106,87] \\
 u_6 &= [D_{min} - D_1 + 5l ; D_{min} - D_1 + 6l] \\
 &= [95,22 - 0,22 + 5(2,373) ; 95,22 - 0,22 + 6(2,373)] \\
 &= [106,87 ; 109,30]
 \end{aligned}$$

Kemudian, langkah berikutnya ialah menghitung nilai tengah dari interval yang terbentuk dengan mengimplementasikan persamaan (5) yang disajikan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 m_1 &= \frac{(95,00 + 97,37)}{2} = 96,19 \\
 m_2 &= \frac{(97,37 + 99,75)}{2} = 98,56 \\
 m_3 &= \frac{(99,75 + 102,12)}{2} = 100,93 \\
 m_4 &= \frac{(102,12 + 104,49)}{2} = 103,31 \\
 m_5 &= \frac{(104,49 + 106,87)}{2} = 105,68 \\
 m_6 &= \frac{(106,87 + 109,30)}{2} = 108,05
 \end{aligned}$$

Adapun hasil 6 interval yang terbentuk dan nilai tengah di setiap interval tersebut disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 3. Interval Himpunan Semesta (U) Provinsi Aceh

Interval (u_i)	Nilai Tengah (m_i)
$u_1 = [95,00 ; 97,37]$	96,19
$u_2 = [97,37 ; 99,75]$	98,56
$u_3 = [99,75 ; 102,12]$	100,93
$u_4 = [102,12 ; 104,49]$	103,31
$u_5 = [104,49 ; 106,87]$	105,68
$u_6 = [106,87 ; 109,30]$	108,05

Pada Tabel 3, diperoleh partisi dari himpunan semesta (U) menjadi sebanyak 6 interval dan nilai tengah dari setiap interval. Nilai tengah tersebut akan digunakan nantinya pada proses perhitungan nilai peramalan dan defuzzifikasi dengan menggunakan aturan *Chen*.

Langkah 3. Mendefinisikan himpunan *fuzzy*.

Langkah selanjutnya adalah mendefinisikan himpunan *fuzzy*. Himpunan *fuzzy* A_i ($i = 1, 2, 3, \dots, k$), ditentukan berdasarkan jumlah interval yang diperoleh sebelumnya. Sehingga interval yang digunakan untuk menentukan himpunan *fuzzy* A_i adalah sebanyak 6 interval yaitu $u_1, u_2, u_3, \dots, u_6$.

Pendefinisian himpunan *fuzzy* dilakukan untuk mengetahui nilai keanggotaan pada setiap himpunan *fuzzy* yang menyatakan variabel linguistik $1 \leq i \leq 6$, dengan nilai keanggotaan yang disederhanakan diantara nilai 0, 0,5 dan 1. Pembentukan himpunan *fuzzy* A_i untuk $1 \leq i \leq 6$ dapat menggunakan persamaan (7), sehingga $A_1, A_2, A_3, \dots, A_6$ didefinisikan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A_1 &= \left\{ \frac{1}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} \right\} \\ A_2 &= \left\{ \frac{0,5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0,5}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} \right\} \\ A_3 &= \left\{ \frac{0}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{1}{u_3} + \frac{0,5}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} \right\} \\ A_4 &= \left\{ \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0,5}{u_3} + \frac{1}{u_4} + \frac{0,5}{u_5} + \frac{0}{u_6} \right\} \\ A_5 &= \left\{ \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0,5}{u_4} + \frac{1}{u_5} + \frac{0,5}{u_6} \right\} \\ A_6 &= \left\{ \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0,5}{u_5} + \frac{1}{u_6} \right\} \end{aligned}$$

Berdasarkan definisi setiap himpunan *fuzzy* A_i di atas, dapat dijelaskan bahwa pada A_1 memiliki makna yaitu derajat keanggotaan $u_3, u_4, \dots, u_6$ terhadap A_1 bernilai 0. Kemudian, derajat keanggotaan u_2 terhadap A_1 bernilai 0,5 serta derajat keanggotaan u_1 terhadap A_1 bernilai 1. Demikian pula, pada A_2 memiliki makna yaitu derajat keanggotaan u_4, u_5, u_6 terhadap A_2 bernilai 0. Kemudian, derajat keanggotaan u_1 terhadap A_2 bernilai 0,5 serta derajat keanggotaan u_2 terhadap A_2 bernilai 1. Dengan menerapkan konsep yang sama, akan diperoleh interpretasi pembentukan himpunan *fuzzy* hingga derajat keanggotaan terhadap A_6 .

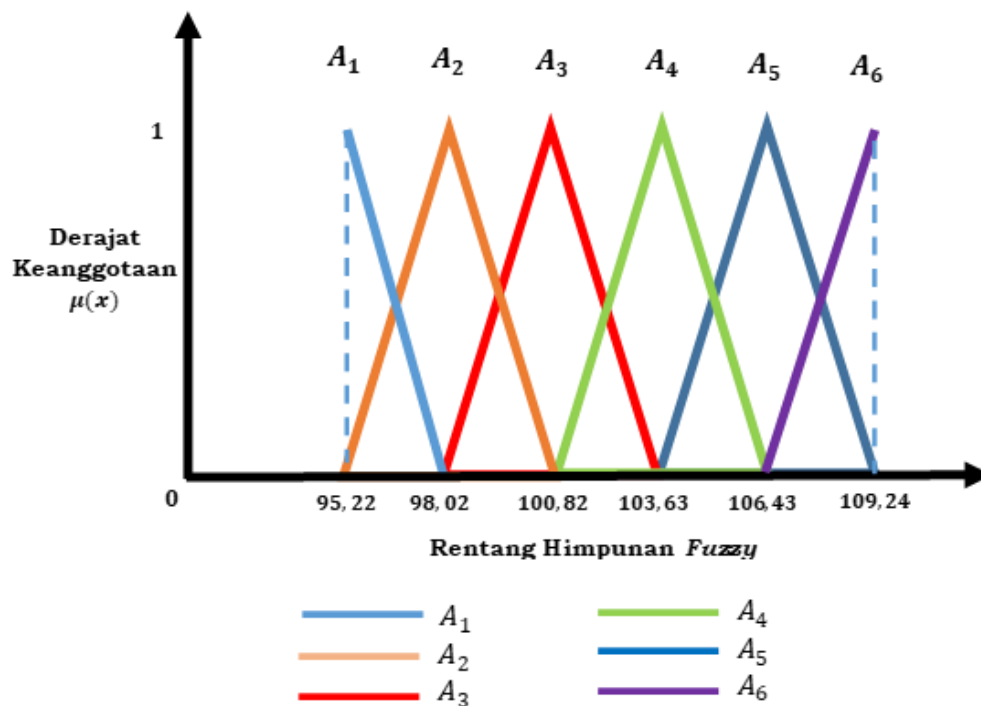
Himpunan *fuzzy* di atas yaitu $A_1, A_2, A_3, \dots, A_6$ merupakan nilai linguistik yang membentuk 6 himpunan *fuzzy*. Selanjutnya untuk menjadikan himpunan semesta (U) sebagai himpunan *fuzzy* dengan 6 nilai linguistik dapat dilakukan dengan cara berikut:

- Nilai minimum (D_{min}) yaitu 95,22 memiliki nilai puncak pada himpunan *fuzzy* yang pertama dengan derajat keanggotaan penuh yaitu 1.
- Nilai maksimum (D_{max}) yaitu 109,24 memiliki nilai puncak pada himpunan *fuzzy* yang terakhir dengan derajat keanggotaan penuh yaitu 1.
- Terdapat rentang himpunan *fuzzy* (nilai linguistik) yang diperoleh menggunakan persamaan (8) berikut:

$$\begin{aligned} \text{Rentang Himpunan Fuzzy} &= \frac{D_{max} - D_{min}}{(p - 1)} \\ &= \frac{109,24 - 95,22}{6 - 1} \\ &= \frac{14,02}{5} \\ &= 2,804 \end{aligned}$$

Rentang himpunan *fuzzy* digunakan untuk mendapatkan nilai setiap himpunan fuzzy yang terbentuk. Nilai minimum (D_{min}) yaitu 95,22 akan memiliki derajat keanggotaan sebesar 1 dan menjadi nilai dari A_1 . Hal tersebut dikarenakan nilai 95,22 terdefinisi dalam u_1 terhadap himpunan *fuzzy* A_1 sehingga memiliki derajat keanggotaan sebesar 1. Kemudian, nilai A_1 ditambahkan dengan nilai rentang himpunan *fuzzy* sehingga akan diperoleh nilai dari A_2 yaitu 98,02. Dengan menerapkan langkah yang sama, akan diperoleh nilai dari A_6 yang merupakan nilai maksimum (D_{max}) yaitu 109,24 dengan derajat keanggotaan 1.

Nilai-nilai himpunan *fuzzy* tersebut akan membentuk kurva derajat keanggotaan yang digunakan untuk mencari nilai keanggotaan setiap data dalam himpunan *fuzzy*. Adapun kurva nilai keanggotaan yang terbentuk dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1. Himpunan Fuzzy Provinsi Aceh

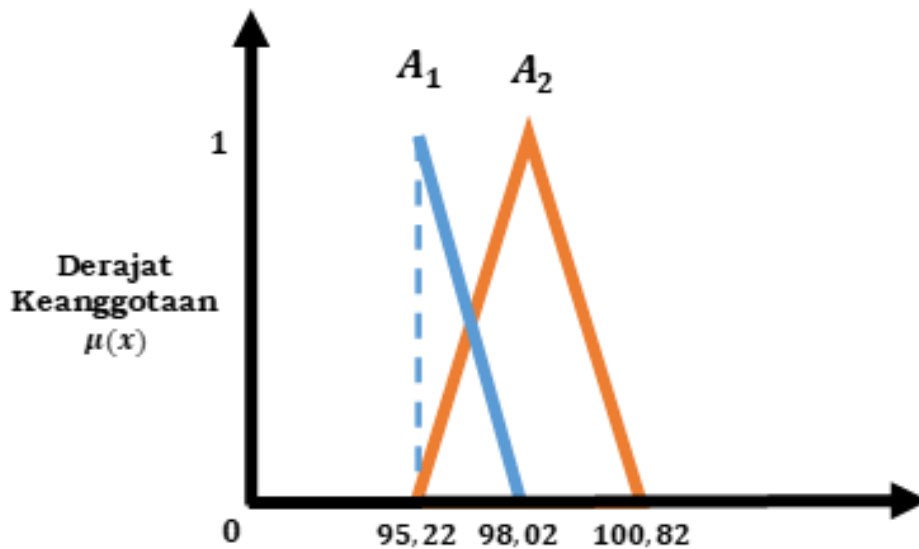
Gambar 1 di atas menunjukkan bahwa kurva derajat keanggotaan dari nilai-nilai himpunan *fuzzy* yang terbentuk merupakan representasi dari kurva segitiga. Pada penelitian ini nilai linguistik diwakilkan adalah $A_1, A_2, A_3, \dots, A_6$ di atas yang masing-masingnya memiliki rentang nilai NTP. Misalkan A_1 adalah nilai linguistik yang mewakili rentang nilai NTP dari 95,22 hingga 98,02. Kemudian, A_2 adalah nilai linguistik yang mewakili rentang nilai NTP dari 98,02 hingga 100,82 dan demikian seterusnya.

Langkah 4. Menentukan derajat keanggotaan setiap data

Langkah berikutnya adalah menentukan derajat keanggotaan untuk setiap data. Salah satu cara yang digunakan untuk mendapatkan nilai derajat keanggotaan adalah melalui pendekatan fungsi. Salah satu fungsi yang dapat digunakan adalah kurva segitiga yang ditunjukkan dengan menggunakan fungsi keanggotaan kurva segitiga berikut:

$$\mu_{x_t}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a} & ; a < x < b \\ \frac{c-x}{c-b} & ; b < x < c \\ 1 & ; x = b \end{cases}$$

Perhitungan nilai keanggotaan setiap data mengacu kepada kurva yang terbentuk pada Gambar 1. Sebagai contoh untuk perhitungan nilai derajat keanggotaan data NTP Provinsi Aceh yang pertama yaitu data Januari 2022 adalah $x = 97,59$. Apabila di perhatikan nilai $x = 97,59$ berada pada kurva segitiga berikut:



Gambar 2. Kurva Segitiga Derajat Keanggotaan

Berdasarkan pada Gambar 2, nilai $x = 97,59$ berada di dalam himpunan fuzzy A_1 dan A_2 , hal tersebut bermakna bahwa nilai $x = 97,59$ merupakan anggota pada himpunan fuzzy A_1 sekaligus merupakan anggota pada himpunan fuzzy A_2 . Sehingga dalam penentuan nilai keanggotaan untuk $x = 97,59$, akan dipandang dari kedua himpunan fuzzy tersebut. Dengan menerapkan langkah dan perhitungan yang sama menggunakan fungsi keanggotaan kurva segitiga akan diperoleh nilai keanggotaan setiap data dalam himpunan fuzzy.

Langkah 5. Menentukan fuzzifikasi data NTP

Tahapan selanjutnya ialah menentukan fuzzifikasi masing-masing data NTP Provinsi Aceh. Fuzzifikasi merupakan proses menentukan nilai linguistik setiap data yang awalnya berbentuk numerik diubah ke dalam bentuk nilai linguistik yang diperoleh dari hasil nilai keanggotaan himpunan fuzzy A_i . Setelah didapatkan himpunan fuzzy A_i di atas yaitu $A_1, A_2, A_3, \dots, A_6$ yang merupakan nilai linguistik yang membentuk 6 himpunan fuzzy, maka diasumsikan untuk fuzzifikasi bisa dikategorikan sebagai berikut:

Tabel 4. Kategori Nilai Linguistik dari Himpunan Fuzzy A_i

Fuzzifikasi	Nilai Linguistik
A_1	Sangat Rendah
A_2	Rendah
A_3	Menengah
A_4	Tinggi
A_5	Sangat Tinggi
A_6	Sangat Tinggi Sekali

Sebagai contoh untuk data NTP bulan Januari 2022 yaitu $x = 97,59$. Data tersebut terletak pada himpunan *fuzzy* A_1 dan A_2 dengan nilai keanggotaan masing-masing 0,15 dan 0,85. Penentuan fuzzifikasi data diperoleh dengan mencari nilai keanggotaan maksimum. Berdasarkan nilai keanggotaan maksimum tersebut yaitu $A_1 < A_2$, maka hasil fuzzifikasi data bulan Januari 2022 yaitu $x = 97,59$ adalah A_2 atau bisa dikategorikan rendah. Hasil fuzzifikasi data NTP Provinsi Aceh disajikan pada tabel berikut:

Tabel 5. Fuzzifikasi Data NTP Provinsi Aceh

Periode (t)	Data NTP	Fuzzifikasi
Jan-2022	97,59	A_2
Feb-2022	98,85	A_2
Mar-2022	97,55	A_2
Apr-2022	96,52	A_1
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
Mar-2024	103,27	A_4
Apr-2024	97,43	A_2
Mei-2024	97,44	A_2
Jun-2024	98,16	A_2

Berdasarkan Tabel 5 menunjukkan bahwa data NTP Provinsi Aceh Januari 2022 terfuzzifikasi dengan A_4 . Hal tersebut dapat dimaknai bahwa nilai 97,59 terdefinisi atau berada pada himpunan *fuzzy* A_2 . Demikian pula, untuk data Februari 2022 yaitu 98,85 terfuzzifikasi dengan A_1 dan seterusnya.

Langkah 6. Menentukan Fuzzy Logic Relationship (FLR)

Fuzzy Logic Relationship merupakan tahapan setelah proses fuzzifikasi data yang bertujuan mengurutkan hubungan antara setiap data terhadap data berikutnya. FLR dapat ditulis dengan $A_i \rightarrow A_j$, dengan A_i adalah sisi kiri (*current state*) dan A_j disebut dengan sisi kanan (*next state*) dari FLR.

Hasil fuzzifikasi data NTP pada bulan Januari 2022 ($t = 1$) yaitu A_2 dan Februari 2022 ($t = 2$) yaitu A_2 , sehingga diperoleh FLR yaitu $A_2 \rightarrow A_2$. NA merupakan notasi untuk data sebelum bulan Januari 2022 yang terfuzzifikasi dengan A_2 . Adapun keseluruhan hasil FLR dari data NTP Provinsi Aceh disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 6. Fuzzy Logic Relationship (FLR) Provinsi Aceh

Periode (t)	FLR
Jan-2022	$NA \rightarrow A_2$
Feb-2022	$A_2 \rightarrow A_2$
Mar-2022	$A_2 \rightarrow A_2$
Apr-2022	$A_2 \rightarrow A_1$
$\vdots$	$\vdots$
Mar-2024	$A_5 \rightarrow A_4$
Apr-2024	$A_4 \rightarrow A_2$
Mei-2024	$A_2 \rightarrow A_2$
Jun-2024	$A_2 \rightarrow A_2$

Pada Tabel 6, menunjukkan hasil *Fuzzy Logic Relationship (FLR)* yang dapat dimaknai bahwa data Januari 2022 yang terfuzzifikasi dengan A_2 berelasi dengan data Februari 2022 yang terfuzzifikasi dengan A_2 . Kemudian, fuzzifikasi data Februari 2022

yaitu A_2 memiliki relasi dengan data Maret 2022 yang terfuzzifikasi A_2 , hingga fuzzifikasi data April 2024 berelasi dengan data Mei 2024.

Langkah 7. Menentukan Fuzzy Logic Relationship Group (FLRG)

Berdasarkan hasil FLR pada Tabel 6, langkah selanjutnya adalah membentuk FLRG dengan cara mengeliminasi FLR yang berulang atau mengelompokkan setiap FLR yang memiliki sisi kiri (*current state*) yang sama menjadi satu grup.

Misalkan ketika FLR yang terbentuk yaitu $A_2 \rightarrow A_3$, kemudian terdapat FLR lainnya yaitu $A_2 \rightarrow A_4$ dengan sisi kiri (*current state*) yang sama yaitu A_2 . Sehingga, kedua FLR tersebut dapat dikelompokkan menjadi $A_2 \rightarrow A_3, A_4$. Adapun hasil FLRG yang diperoleh berdasarkan hasil pengelompokan FLR yang disajikan pada tabel berikut:

Tabel 7. Fuzzy Logic Relationship Group (FLRG) Provinsi Aceh

Grup	FLRG	
	Sisi Kiri (Current State)	Sisi Kanan (Next State)
1	$A_1 \rightarrow$	A_1, A_2
2	$A_2 \rightarrow$	A_1, A_2, A_3
3	$A_3 \rightarrow$	A_2, A_3, A_4
4	$A_4 \rightarrow$	A_2, A_3, A_4, A_6
5	$A_5 \rightarrow$	A_4, A_5
6	$A_6 \rightarrow$	A_5, A_6

Pada Tabel 7, menunjukkan hasil Fuzzy Logic Relationship Group (FLRG) yang dapat dimaknai bahwa grup 1 (himpunan fuzzy A_1) memiliki dua anggota yaitu A_1, A_2 atau relasi tersebut memiliki *current state* yang sama yaitu A_1 . Pada grup 2 (himpunan fuzzy A_2) dapat dilihat memiliki dua anggota yaitu A_1, A_2, A_3 yang memberi makna bahwa A_2 berelasi dengan A_1, A_2, A_3 atau relasi tersebut memiliki *current state* yang sama yaitu A_2 . Kemudian, untuk grup 3 (himpunan fuzzy A_3) memiliki tiga anggota yaitu A_2, A_3, A_4 atau relasi tersebut memiliki *current state* yang sama yaitu A_3 . Demikian pula interpretasi tersebut hingga untuk grup 6 (himpunan fuzzy A_6 yang memiliki anggota yaitu A_5, A_6).

Langkah 8. Menentukan peramalan menurut FLRG dan defuzzifikasi

Setelah diperoleh Fuzzy Logic Relations Group (FLRG), langkah selanjutnya dilakukan proses defuzzifikasi serta dilakukan perhitungan nilai peramalan. Defuzzifikasi merupakan langkah terakhir yang bertujuan mengubah setiap hasil himpunan fuzzy berdasarkan FLRG pada tahap sebelumnya ke dalam bilangan numerik. Hasil dari konversi tersebut nantinya akan digunakan sebagai nilai peramalan. Perhitungan hasil peramalan menggunakan hasil FLRG serta hasil peramalan mengacu pada tiga aturan Chen yang berdasarkan pada persamaan (9). Adapun hasil peramalan pada grup FLRG lainnya disajikan pada tabel berikut:

Tabel 8. Hasil Defuzzifikasi dan Peramalan Provinsi Aceh

Relasi Fuzzy	Rumus Peramalan	Nilai Defuzzifikasi
$A_1 \rightarrow A_1, A_2$	$(m_1 + m_2)/2$	97,37
$A_2 \rightarrow A_1, A_2, A_3$	$(m_1 + m_2 + m_3)/3$	98,56
$A_3 \rightarrow A_2, A_3, A_4$	$(m_2 + m_3 + m_4)/3$	100,93
$A_4 \rightarrow A_2, A_3, A_4, A_6$	$(m_2 + m_3 + m_4 + m_6)/4$	102,71
$A_5 \rightarrow A_4, A_5$	$(m_4 + m_5)/2$	104,49
$A_6 \rightarrow A_5, A_6$	$(m_5 + m_6)/2$	106,87

Berdasarkan hasil defuzzifikasi dari setiap grup pada Tabel 8, proses perhitungan nilai peramalan mengacu pada tiga aturan defuzzifikasi dengan contoh untuk grup 1, dari tabel di atas dapat dilihat bahwa FLRG yang terbentuk untuk A_1 adalah sebagai berikut: $A_1 \rightarrow A_1, A_2$. Berdasarkan FLRG tersebut, hanya terdapat dua relasi FLR pada FLRG grup 1 ($A_1 \rightarrow A_1, A_2$), sehingga nilai peramalan untuk himpunan *fuzzy* A_1 berdasarkan pada interval u_1, u_2 . Dengan demikian, nilai peramalan untuk A_1 ditentukan berdasarkan jumlah dari nilai tengah pada interval m_1 dan m_2 dan dibagi dengan 2 dari banyaknya jumlah relasi yang terbentuk. Berdasarkan pada Tabel 3, dapat dilihat untuk nilai dari m_1 dan m_2 . Sehingga, hasil nilai peramalan untuk A_1 diperoleh nilai yaitu 97,37.

Langkah selanjutnya dapat dilakukan proses peramalan untuk nilai NTP Provinsi Aceh periode mendatang. Hasil peramalan mengacu pada fuzzifikasi pada Tabel 5 dengan nilai hasil fuzzifikasinya mengacu pada nilai peramalan pada Tabel 8. Misalkan nilai NTP Januari 2022 yaitu 97,59 pada Tabel 6 di fuzzifikasikan oleh A_2 , karena tidak terdapat relasi sebelumnya pada nilai NTP Januari 2022 tidak memiliki nilai peramalan dan nilai tersebut menjadi nilai peramalan untuk bulan Februari 2022. Berdasarkan hasil defuzzifikasi untuk A_2 pada Tabel 8, diperoleh nilai peramalan untuk A_2 yaitu 98,56.

Kemudian, nilai NTP Februari 2022 yaitu 98,85 pada Tabel 5 di fuzzifikasikan oleh A_2 , karena terdapat relasi sebelumnya pada nilai NTP Februari 2022 sehingga nilai tersebut menjadi nilai peramalan untuk Maret 2022. Berdasarkan hasil defuzzifikasi untuk A_2 pada Tabel 8, diperoleh nilai peramalan untuk A_2 yaitu 98,56. Dengan menerapkan langkah yang sama akan diperoleh hasil peramalan untuk periode selanjutnya. Hasil peramalan NTP Provinsi Aceh dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 9. Hasil Peramalan NTP Provinsi Aceh

Periode (t)	Data Aktual	Hasil Peramalan
Jan-2022	97,59	-
Feb-2022	98,85	98,56
Mar-2022	97,55	98,56
Apr-2022	96,52	98,56
⋮	⋮	⋮
Mar-2024	103,27	104,49
Apr-2024	97,43	102,71
Mei-2024	97,44	98,56
Jun-2024	98,16	98,56

Kemudian, untuk hasil peramalan NTP Provinsi Aceh periode selanjutnya diperoleh dari hasil fuzzifikasi pada proses FLR bulan Juni 2024 di Tabel 5 yaitu $A_2 \rightarrow A_1, A_2, A_3$ dan defuzzifikasi FLRG pada Tabel 8 yaitu A_1, A_2, A_3 . Sehingga diperoleh hasil peramalan nilai NTP untuk bulan Juli 2024 adalah 98,56.

Langkah 9. Menentukan Akurasi Peramalan

Berdasarkan hasil peramalan akhir yang sudah didapatkan maka perlu dilakukan pengakurasi peramalan dengan mencari nilai error. Pengujian tingkat akurasi peramalan menggunakan kriteria perhitungan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) pada persamaan (11). Adapun nilai MAPE yang didapatkan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 MAPE &= \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right| \times 100\% \\
 &= \frac{1}{30} (0,49) \times 100\% \\
 &= 1,63\%
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan tingkat keakuratan peramalan menunjukkan bahwa tingkat error peramalan nilai NTP Provinsi Aceh sebesar 1,63%. Apabila mengacu pada Tabel 1, maka nilai tingkat keakuratan peramalan tersebut memenuhi kriteria tingkat akurasi peramalan sangat akurat karena range nilai berada di bawah 10 %. Diperoleh bahwa tingkat error hasil peramalan NTP Provinsi Aceh cukup kecil yaitu sebesar 1,63%. Sehingga, hal ini menunjukkan bahwa metode *Fuzzy Time Series Chen* sangat akurat dalam meramalkan nilai NTP di Provinsi Aceh karena nilai MAPE yang diperoleh relatif cukup kecil.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada peramalan nilai NTP menggunakan metode *Fuzzy Time Series Chen*, hasil yang diperoleh pada periode Juli 2024 Provinsi Aceh mengalami defisit atau kenaikan harga produksi lebih kecil daripada biaya produksi
2. Hasil perhitungan tingkat keakuratan peramalan dengan menggunakan MAPE menunjukkan bahwa tingkat error peramalan nilai NTP di Provinsi Aceh akurasi nilai error sebesar 1,63%. Sehingga, hal ini menunjukkan bahwa metode *Fuzzy Time Series Chen* sangat akurat dalam meramalkan nilai NTP di Provinsi Aceh berdasarkan nilai MAPE yang cukup kecil.
3. Pada penelitian selanjutnya dapat melakukan peramalan nilai NTP untuk setiap provinsi yang ada di Indonesia dan melihat faktor apa saja yang mempengaruhi NTP agar tidak mengalami defisit atau kerugian serta dapat membandingkan metode *Fuzzy Time Series Chen* dengan metode *Fuzzy Time Series* lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Rusono, A. Sunari, I. Candradijaya Martino, and Tejaningsih, *Analisis Nilai Tukar Petani (NTP) sebagai Bahan Penyusunan RJMN Tahun 2015–2019*. Jakarta: Direktorat Pangan dan Pertanian, Bappenas, 2013.
- [2] Masyhuri, *Ekonomi Mikro*. Malang: UIN Malang Press, 2007.
- [3] Badan Pusat Statistik, *Nilai Tukar Petani dan Inflasi Perdesaan Provinsi Jambi 2022*. Badan Pusat Statistik, 2022.
- [4] S. Makridakis, *Metode dan Aplikasi Peramalan Jilid 1*. Jakarta: Binarupa Aksara, 1999.
- [5] E. S. Buffa and R. K. Sarin, *Manajemen Operasi dan Produksi Modern*, 8th ed. Jakarta: Binarupa Aksara, 1996.
- [6] Q. Song and B. S. Chissom, "Fuzzy time series and its models," *Fuzzy Sets Syst*, vol. 54, pp. 269–277, 1993.
- [7] Synaptic, "Fuzzy Math, Part I, The Theory," 2006.
- [8] S. Azmiyati and W. N. Tanjung, "Peramalan Jumlah Tandan Buah Segar (TBS) Kelapa Sawit dengan Metode Fuzzy Time Series Chen dan Algoritma Ruey Chyn Tsur," *Jurnal Matematika*, vol. 8, no. 1, pp. 36–48, 2017.
- [9] I. M. Risqie, "Penerapan Algoritma Novel Berdasarkan Metode Fuzzy Time Series Untuk Memprediksi Nilai Tukar Petani," Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang, 2016.

- [10] U. Aeni, I. W. Sumarjaya, I. G. Ayu, and M. Srinadi, "Peramalan Nilai Tukar Petani Subsektor Tanaman Pangan Provinsi Bali Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Chen," *Jurnal Matematika*, vol. 12, no. 2, pp. 106–113, 2023.
- [11] Q. Song and B. S. Chissom, "Forecasting enrollments with fuzzy time series Part I," *Fuzzy Sets Syst*, vol. 54, no. 1, pp. 1–9, 1993.
- [12] L. Aulia and W. Sulistijanti, "Peramalan Jumlah Kunjungan Wisatawan Mancanegara ke Provinsi Bali Menggunakan Fuzzy Time Series Chen," in *Seminar International dan Call for Papers 2023 Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi - Semarang*, 2023, pp. 134–144.
- [13] N. K. Sukerti, "Peramalan Deret Waktu Menggunakan S-Curve dan Quadratic Trend Model," in *Konferensi Nasional Sistem & Informatika (KNS&I)*, 2015, pp. 592–597.
- [14] S. Makridakis and S. C. Wheelwright, *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Jakarta: Binarupa Aksara, 1999.