

## Perbandingan Model Chen dan Lee pada Metode *Fuzzy Time Series* untuk Peramalan Nilai Tukar Petani (NTP) di Provinsi Aceh

Fery Andika<sup>1</sup>, Riezky Purnama Sari<sup>2</sup>, Nurviana<sup>3\*</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Matematika, Universitas Samudra  
Jalan Prof. Dr. Syarief Thayeb, Meurandeh, Langsa - Aceh

Email: [andikafery40@gmail.com](mailto:andikafery40@gmail.com)<sup>1</sup>, [riezkyburnamasari@gmail.com](mailto:riezkyburnamasari@gmail.com)<sup>2</sup>, [nurviana@unsam.ac.id](mailto:nurviana@unsam.ac.id)<sup>3</sup>

Korespondensi penulis : [nurviana@unsam.ac.id](mailto:nurviana@unsam.ac.id)

### Abstrak

Pertanian merupakan sektor andalan di Provinsi Aceh, di mana sektor pertanian memberikan kontribusi terbesar terhadap perekonomian Aceh. Data menunjukkan sebanyak 40,50% pekerja di Provinsi Aceh bekerja di sektor pertanian. Angka ini mencerminkan besarnya ketergantungan ekonomi penduduk Aceh pada sektor pertanian. Oleh karena itu, langkah pemerintah untuk meningkatkan kesejahteraan petani sangatlah penting dan strategis. Salah satu indikator untuk mengukur daya beli petani adalah Nilai Tukar Petani (NTP) yang diterbitkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) yang mencerminkan tingkat kesejahteraan petani. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana hasil metode *Fuzzy Time Series* model Chen dan Lee dalam memprediksi Nilai Tukar Petani (NTP) di Provinsi Aceh, mengetahui bagaimana perbandingan NTP Provinsi Aceh menggunakan metode *Fuzzy Time Series* model Chen dan Lee. Data yang diperlukan dalam penelitian antara lain Nilai Tukar Petani (NTP) Provinsi Aceh periode Januari 2018 hingga April 2023. *Fuzzy Time Series* merupakan sebuah konsep berdasarkan teori himpunan *fuzzy* dan konsep variabel *linguistik*. Metode *Fuzzy Time Series* model Chen dan Lee menggunakan nilai *linguistik* dan data historis sebagai prinsip dasar untuk proses perhitungan prediksi. Perbedaan antara model Chen dan Lee terletak pada tahap FLRG. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa untuk periode bulan Mei 2023 Nilai Tukar Petani (NTP) di Provinsi Aceh menggunakan model chen sebesar 111,03 dan model Lee sebesar 111,95. Dengan MAPE sebesar 1,50% untuk model Chen dan 1,08% untuk model Lee.

**Kata Kunci:** Nilai Tukar Petani, *Fuzzy Time Series*, Model Chen, Model Lee

### Abstract

Agriculture is the mainstay sector in Aceh Province. Where the agricultural sector makes the largest contribution to Aceh's economy. Data shows that 40.50% of workers in Aceh Province work in the agricultural sector. This figure reflects the large economic dependence of the Acehnese population on the agricultural sector. Therefore, government steps to improve

*farmers' welfare are very important and strategic. One indicator to measure farmers' purchasing power is the Farmers' Exchange Rate (NTP) published by the Central Statistics Agency (BPS) which reflects the level of farmers' welfare. The aim of this research is to find out the results of the method Fuzzy Time Series Chen and Lee's model in predicting Farmer Exchange Rates (NTP) in Aceh Province, knowing how the Aceh Province NTP compares using the method Fuzzy Time Series Chen and Lee model. The data required in the research includes the Farmer Exchange Rate (NTP) for Aceh Province for the period January 2018 to April 2023. Fuzzy Time Series is a concept based on set theory fuzzy and variable concepts linguistics. Method Fuzzy Time Series Chen and Lee's model uses linguistic values and historical data as the basic principles for the prediction calculation process. The difference between the Chen and Lee models lies in the FLRG stage. Based on the research results, it was concluded that for the period May 2023 the Farmer Exchange Rate (NTP) in Aceh Province using the Chen model was 111.03 and the Lee model was 111.95. With a MAPE of 1.50% for the Chen model and 1.08% for the Lee model.*

**Keywords:** *Farmers' Exchange Rate, Fuzzy Time Series, Chen Model, Lee Model*

## 1. Pendahuluan

Pertanian merupakan sektor andalan di Provinsi Aceh. hal ini tercermin dari data Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Aceh tahun 2020. Dimana sektor pertanian memberikan kontribusi terbesar terhadap perekonomian Aceh. Peran sektor pertanian dapat dilihat lebih detail pada tiga subsektor pertanian yang tercakup dalam PDRB [1]. Menurut data dari Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2022, sektor pertanian mempunyai peranan penting dalam menyediakan lapangan kerja di Provinsi Aceh. Data menunjukkan sebanyak 40,50% pekerja di Provinsi Aceh bekerja di sektor pertanian [2]. Angka ini mencerminkan besarnya ketergantungan ekonomi penduduk Aceh pada sektor pertanian. Oleh karena itu, langkah pemerintah untuk meningkatkan kesejahteraan petani sangatlah penting dan strategis. Salah satu indikator untuk mengukur daya beli petani adalah Nilai Tukar Petani (NTP) yang diterbitkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) yang mencerminkan tingkat kesejahteraan petani [3].

Indeks Nilai Tukar Petani (NTP) berfungsi sebagai indeks yang mengukur nilai tukar antara produk yang dijual petani dengan produk yang dibutuhkan petani untuk memproduksi dan mengonsumsi barang, jasa bagi rumah tangga. NTP menjadi parameter penting dalam menilai kesejahteraan petani Indonesia karena merupakan perbandingan antara tarif premi yang diterima petani dengan tarif premi yang dibayarkan petani. Semakin tinggi nilai NTP maka semakin tinggi pula kapasitas produksi atau daya beli petani [4]. Dana yang diberikan pemerintah tidak hanya harus membantu petani mengelola lahannya, tetapi juga membiayainya [5]. Nilai Tukar Petani dapat mengalami kenaikan atau penurunan yang tidak bisa dipastikan kapan waktu terjadinya [6]. Mengingat banyaknya masyarakat Aceh yang bergantung pada sektor pertanian, maka penting bagi pemerintah untuk fokus pada kesejahteraan petani Aceh. oleh karena itu, diperlukan peramalan NTP.

Peramalan memegang peranan penting dalam kehidupan sehari-hari karena membantu memprediksi yang akan terjadi dimasa depan [7]. Hal ini sangat penting untuk pengambilan keputusan, karena peramalan membantu dalam membuat strategi dan rencana yang efektif [8]. Salah-satu teknik peramalan adalah *Fuzzy Time Series*. Metode ini dikembangkan untuk mengatasi kendala metode prediksi sebelumnya [9]. *Fuzzy Time Series* merupakan metode peramalan yang menggunakan konsep himpunan *Fuzzy* sebagai dasar pemodelan. Hasil prediksi pada metode *Fuzzy time series* sangat bergantung pada interval waktu, sehingga pembentukan *fuzzy relationship* akan tepat [10]. Peramalan deret waktu *Fuzzy* melibatkan pemrosesan pola data masa lalu untuk memprediksi nilai data masa depan [11].

## 2. Metode Penelitian

*Fuzzy Time Series* pertama kali diperkenalkan oleh Song dan Chisson pada tahun 1993, berdasarkan teori himpunan *Fuzzy* serta konsep dan penerapan variabel *Linguistik*. Metode ini digunakan untuk memprediksi data historis dengan nilai *Linguistik*. Perhitungan sistem *Fuzzy* melibatkan penggunaan data historis untuk memprediksi data masa depan, kemudian menentukan model mana yang tepat untuk digunakan [11]. Dalam analisis *fuzzy time series* ada langkah-langkah yang harus dilakukan, yaitu [12] :

1. Menentukan himpunan semesta (*universe of discourse*)

Pada tahap ini dicari nilai minimum dan nilai maksimum dari data aktual. Untuk nilai  $D_1$  dan  $D_2$  menggunakan bilangan positif sembarang, yang ditentukan oleh peneliti

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

2. Menentukan jumlah dan panjang kelas interval

Untuk membentuk interval terlebih dahulu menentukan jumlah kelas interval menggunakan aturan *Sturgess*.

$$\text{Panjang Interval} = \frac{\text{Data Maximum} - \text{Data Minimum}}{\text{Jumlah Interval}} \quad (2)$$

3. Mendefinisikan himpunan *fuzzy* pada himpunan semesta

Tahap ini mengubah himpunan semesta yang telah terbagi dan masih berupa himpunan bilangan *crisp* menjadi himpunan *fuzzy* berdasarkan interval. Himpunan *fuzzy* dibentuk dengan ukuran matriks  $n \times n$ , nilai  $n$  merupakan nilai yang diperoleh dari hasil *universe of discourse*.

$$\begin{aligned} A_1 &= a_{11}/u_1 + a_{12}/u_2 + \dots + a_{1n}/u_n \\ A_2 &= a_{21}/u_1 + a_{22}/u_2 + \dots + a_{2n}/u_n \\ A_k &= a_{k1}/u_1 + a_{k2}/u_2 + \dots + a_{kn}/u_n \end{aligned} \quad (3)$$

4. *Fuzzifikasi* data histori

Tahap selanjutnya adalah melakukan *Fuzzifikasi* berdasarkan interval yang diperoleh, dapat ditentukan nilai linguistik sesuai dengan banyaknya interval yang terbentuk. Hasil *Fuzzifikasi* yang dinotasikan kedalam bilangan linguistik [13].

5. Menentukan FLR (*Fuzzy Logical Relationship*)

Misal  $F(i) = A_i$  dan  $F(i+1) = A_j$ , hubungan antara dua pengamatan secara urut,  $F(i)$  dan  $F(i+1)$  menjadi  $F(i) \rightarrow F(i+1)$ , dinamakan dengan relasi logika *fuzzy*, dinotasikan oleh  $A_i \rightarrow A_j$ , dimana  $A_i$  dinamakan dengan LHS (*Left hand side*) atau data saat ini dan  $A_j$  dinamakan dengan RHS (*Right hand side*) atau data berikutnya [14].

6. Menentukan FLRG (*Fuzzy Logical Relationship Group*)

Nilai dari masing-masing relasi yang telah didapatkan akan digabungkan atau biasa disebut dengan FLRG (*Fuzzy Logical Relationship Group*). Cara pengelompokkan adalah dari sisi sebelah kiri yang sama. Untuk urutan pembentukan FLRG ini, ada beberapa model yang sering digunakan, yaitu model Chen dan Lee. Letak perbedaan kedua model tersebut adalah cara pengelompokkannya. Berikut cara pengelompokkannya [15] :

a. Model Chen

Kelompokkan semua hasil dari relasi logika *fuzzy*. Misal,  $A_i \rightarrow A_{j1}$ ,  $A_i \rightarrow A_{j2}$ , dan  $A_i \rightarrow A_{j3}$ , dari ketiga relasi logika *fuzzy* tersebut dapat dikelompokkan dengan model Chen dan akan menghasilkan  $A_i \rightarrow A_{j1}, A_i \rightarrow A_{j3}$ . Cukup diambil salah satu, karena dua relasinya dianggap sama.

b. Model Lee

Kelompokkan semua hasil relasi logika *fuzzy* yang saling berhubungan berdasarkan relasi *fuzzy* tersebut.

Misal, ,  $A_i \rightarrow A_{j1}$ ,  $A_i \rightarrow A_{j1}$ , dan  $A_i \rightarrow A_{j3}$  . Dari ketiga relasi logika *fuzzy* tersebut dapat dikelompokkan ,  $A_i \rightarrow A_{j1}$ ,  $A_i \rightarrow A_{j1}$ , dan  $A_i \rightarrow A_{j3}$  adalah hasil pengelompokkan menurut model Lee. Hasil nilai dari relasi  $A_i \rightarrow A_{j1}$ ,  $A_i \rightarrow A_{j1}$  harus dihitung menurut Lee karena mempunyai pengaruh yang cukup besar terhadap hasil prediksi nantinya.

7. Defuzifikasi

Pada tahap ini, *fuzzy output* akan diubah menjadi *crisp value* berdasarkan fungsi keanggotaan dengan tujuan untuk melakukan perhitungan hasil prediksi [16]. Dalam batasan masalah proses *defuzzifikasi* menggunakan model chen dan model lee, misal hasil FLRG menghasilkan  $A_i$  (*Current State*),  $A_{j1}$ ,  $A_{j1}$ ,  $A_{j1}$ ,  $A_{j2}$ ,  $A_{j2}, \dots, A_{jp}$  (*Next State*) , maka proses perhitungan model chen pada *fuzzy logical relationship group* menghasilkan  $A_i$ ,  $A_{j1}$ ,  $A_{j2}, \dots, A_{jp}$  yang mana nilai keanggotaan maksimum dari  $A_{j1}$ ,  $A_{j2}, \dots, A_{jp}$  merupakan nilai tengah dari interval  $U_1, U_2, \dots, U_p$ .

Misal peramalan dari  $F ( t-1)$  yang sesuai adalah  $A_1, A_2, \dots, A_n$  dan nilai keanggotaan maksimumnya terjadi pada interval  $U_1, U_2, \dots, U_n$ , *defuzzifikasi* peramalannya adalah sama dengan rata rata nilai tengah dari  $U_1, U_2, \dots, U_n$ . Dimana masing-masing nilai tengahnya adalah  $m_1, m_2, \dots, m_n$  [5]. Untuk persamaannya dapat ditulis sebagai berikut.

$$T_t = (m_1, m_2, \dots, m_n) / n \tag{4}$$

8. Menentukan Nilai Error

Penggunaan metode tertentu untuk memprediksi data belum tentu menghasilkan prediksi yang akurat. Keadaan ini dapat terjadi jika metode yang digunakan tidak sesuai dengan karakteristik data yang digunakan. Oleh karena itu, penting untuk memantau hasil perkiraan yang menunjukkan perbedaan [17]. MAPE dihitung menggunakan kesalahan absolut untuk setiap periode dan dibagi dengan nilai observasi aktual. fungsinya untuk mengukur besarnya kesalahan prediksi dibandingkan dengan nilai aslinya. Rumus MAPE adalah :

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^n \frac{|D_t - Y_t^{(m)}|}{D_t} \times 100\% \tag{5}$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisa Data

Data yang diperlukan dalam penelitian antara lain Nilai Tukar Petani (NTP) Provinsi Aceh periode Januari 2018 hingga April 2023. Hal ini dapat dilihat pada Tabel berikut :

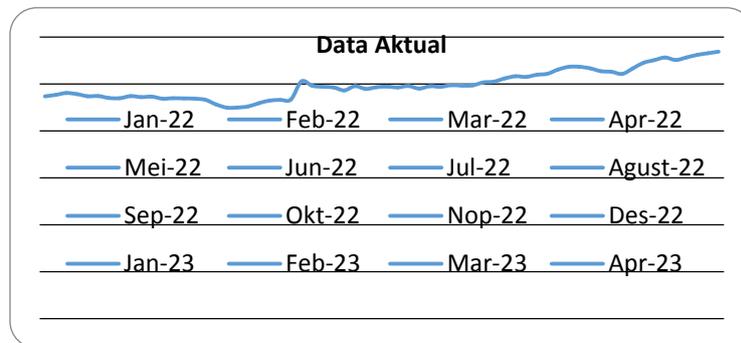
**Tabel 1** Nilai Tukar Petani (NTP) Provinsi Aceh periode Januari 2018 sampai April 2023.

Bulan	Tahun					
	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Januari	94.71	93.92	101.09	99.03	106.14	111.27
Februari	95.32	93.82	99.20	98.76	107.29	112.36
Maret	96.14	93.73	98.78	99.47	107.29	113.07
April	95.65	93.23	98.52	99.25	106.63	113.73
Mei	94.75	91.27	97.24	99.38	105.42	-
Juni	94.83	89.90	99.07	100.64	105.16	-
Juli	94.00	89.94	97.85	100.97	104.26	-
Agustus	93.92	90.40	98.60	102.34	106.65	-
September	94.81	91.78	98.88	103.26	109.04	-
Oktober	94.39	92.90	98.52	102.98	110.14	-
November	94.57	93.20	99.12	103.90	111.25	-
Desember	93.71	93.35	98.01	104.33	110.18	-

**Sumber :** Badan Pusat Statistik Provinsi Aceh

Berdasarkan informasi pada tabel diatas dapat disimpulkan bahwa Nilai Tukar Petani (NTP) Provinsi Aceh mencapai nilai terendahnya yaitu 89.90 pada bulan Juni 2019. Sedangkan nilai tertinggi tercatat pada April 2023 yang mencapai 113.73.

Selanjutnya membuat *time series plot* untuk mengamati tren pada data, seperti mengidentifikasi titik terendah dan tertinggi dalam suatu pola data. Gambar berikut menunjukkan grafik *time series* data aktual Nilai Tukar Petani (NTP) Provinsi Aceh periode Januari 2018 hingga April 2023.



**Gambar 1** Time Series Plot Data NTP Di Provnsi Aceh

Berdasarkan plot data pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa Nilai Tukar Petani (NTP) Provinsi Aceh berpola trend terlihat dimana data terus naik.

### 3.2 Langkah-Langkah Analisis *Fuzzy Time Series*

#### 1. Menentukan himpunan semesta (*universe of discourse*)

Dari data nilai tukar petani (NTP) pada Tabel 1, diketahui nilai minimumnya adalah 89,90 dan nilai maksimum sebesar 113,73.

Dengan rumus  $U = [D_{min} - D1, D_{max} + D2]$ . Nilai D1 dan D2 merupakan sembarang bilangan positif. Peneliti menentukan  $D1 = 1$  dan  $D2 = 1$ . Sehingga didapat nilai U (*universe of discrose*) adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
U &= [D_{\min}-D_1 ; D_{\max}+D_2] \\
&= [89,90-1 ; 113,73+1] \\
&= [88,90 ; 114,73]
\end{aligned}$$

2. Menentukan jumlah dan panjang kelas interval

$K = 1+3,3*\text{Log}(64) = 6,96$ . Karena jumlah interval harus dalam bentuk bilangan bulat, sehingga hasil dari perhitungan dibulatkan menjadi 7.

Selanjutnya akan dicari panjang interval untuk membagi data menjadi jumlah interval yang sama.

$$\text{Panjang Interval} = \frac{\text{Data Maximun}-\text{Data Minimum}}{\text{Jumlah Interval}}$$

$$\text{Didapat panjang interval} = (114,73 - 88,90) / 7 = 25,83/7 = 3,69$$

Setelah diketahui jumlah interval sebanyak 7 dan panjang interval 3,69 maka data akan dibagi menjadi 7 bagian sesuai dengan jumlah interval menjadi  $U_1, U_2, U_3, U_4, U_5, U_6,$  dan  $U_7$  dengan anggota untuk setiap intervalnya :

**Tabel 2** Panjang Interval

N0	Interval	Nilai tengah (m)
1	$U_1 = [88,90 ; 92,59]$	90,74
2	$U_2 = [92,59 ; 96,28]$	94,43
3	$U_3 = [96,28 ; 99,97]$	98,12
4	$U_4 = [99,97 ; 103,66]$	101,81
5	$U_5 = [103,66 ; 107,35]$	105,50
6	$U_6 = [107,35 ; 111,04]$	109,19
7	$U_7 = [111,04 ; 114,73]$	112,88

Berdasarkan Tabel 2 nilai tengah (m) dalam himpunan *Fuzzy* ke-1 sampai ke-7 diperoleh dengan contoh perhitungan nilai tengah (m) himpunan *Fuzzy* ke-1 ( $m_1$ ) :

$$m_1 = (\text{Batas Bawah } U_1 + \text{Batas Atas } U_1) / 2$$

$$m_1 = (88,90 + 92,59) / 2$$

$$= 90,74$$

3. Mendefinisikan himpunan *fuzzy* pada himpunan semesta

Definisi dari *fuzzy set*  $A_i$  terbentuk sebagai berikut :

$$A_1 = \{1/U_1 + 0,5/U_2 + 0/U_3 + 0/U_4 + 0/U_5 + 0/U_6 + 0/U_7\}$$

$$A_2 = \{0,5/U_1 + 1/U_2 + 0,5/U_3 + 0/U_4 + 0/U_5 + 0/U_6 + 0/U_7\}$$

$$A_3 = \{0/U_1 + 0,5/U_2 + 1/U_3 + 0,5/U_4 + 0/U_5 + 0/U_6 + 0/U_7\}$$

$$A_4 = \{0/U_1 + 0/U_2 + 0,5/U_3 + 1/U_4 + 0,5/U_5 + 0/U_6 + 0/U_7\}$$

$$A_5 = \{0/U_1 + 0/U_2 + 0/U_3 + 0,5/U_4 + 1/U_5 + 0,5/U_6 + 0/U_7\}$$

$$A_6 = \{0/U_1 + 0/U_2 + 0/U_3 + 0/U_4 + 0,5/U_5 + 1/U_6 + 0,5/U_7\}$$

$$A_7 = \{0/U_1 + 0/U_2 + 0/U_3 + 0/U_4 + 0/U_5 + 0,5/U_6 + 1/U_7\}$$

4. *Fuzzifikasi* data histori

Untuk menentukan relasi *Fuzzy*, terlebih dahulu menentukan *fuzifikasi*. Pada data aktual periode Januari 2018 sebesar 94,71 termasuk diantara nilai interval  $U_2 = [92,59 ; 96,28]$  sehingga *fuzifikasi* nya adalah  $A_2$ . Pada periode Februari 2018 data aktual menunjukkan sebesar 95,32 termasuk diantara nilai interval  $U_2 = [92,59 ; 96,28]$  sehingga *fuzifikasinya* adalah  $A_2$ . Nilai relasi *fuzzy* dicari sampai dengan data terakhir, yaitu periode April 2023 sebesar 113,73

termasuk diantara nilai interval  $U_7 = [111,04 ; 114,73]$  sehingga *fuzifikasinya* adalah  $A_7$ .

**Tabel 3** *Fuzzy Logic Relationship (FLR)*

N0	Periode	Data aktual	<i>Fuzzifikasi</i>	Relasi
1	Januari 2018	94,71	$A_2$	-
2	Februari 2018	95,32	$A_2$	$A_2 \rightarrow A_2$
3	Maret 2018	96,14	$A_2$	$A_2 \rightarrow A_2$
4	April 2018	95,65	$A_2$	$A_2 \rightarrow A_2$
5	Mei 2018	94,75	$A_2$	$A_2 \rightarrow A_2$
6	Juni 2018	94,83	$A_2$	$A_2 \rightarrow A_2$
7	Juli 2018	94,00	$A_2$	$A_2 \rightarrow A_2$
8	Agustus 2018	93,92	$A_2$	$A_2 \rightarrow A_2$
9	September 2018	94,81	$A_2$	$A_2 \rightarrow A_2$
10	Oktober 2018	94,39	$A_2$	$A_2 \rightarrow A_2$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
53	Mei 2022	105,42	$A_5$	$A_5 \rightarrow A_5$
54	Juni 2022	105,16	$A_5$	$A_5 \rightarrow A_5$
55	Juli 2022	104,26	$A_5$	$A_5 \rightarrow A_5$
56	Agustus 2022	106,65	$A_5$	$A_5 \rightarrow A_5$
57	September 2022	109,04	$A_6$	$A_5 \rightarrow A_6$
58	Oktober 2022	110,14	$A_6$	$A_6 \rightarrow A_6$
59	November 2022	111,25	$A_7$	$A_6 \rightarrow A_7$
60	Desember 2022	110,18	$A_6$	$A_7 \rightarrow A_6$
61	Januari 2023	111,27	$A_7$	$A_6 \rightarrow A_7$
62	Februari 2023	112,36	$A_7$	$A_7 \rightarrow A_7$
63	Maret 2023	113,07	$A_7$	$A_7 \rightarrow A_7$
64	April 2023	113,73	$A_7$	$A_7 \rightarrow A_7$

Berdasarkan Tabel 3 penentuan *Fuzzy Logical Relationship (FLR)* melibatkan satu data historis.

5. Menentukan FLRG (*Fuzzy Logical Relationship Group*)

a. Model Chen

**Tabel 4** *Fuzzy Logical Relationship Group Model Chen*

Grup 1	$A_1 \rightarrow A_1, A_2$
Grup 2	$A_2 \rightarrow A_1, A_2, A_4$
Grup 3	$A_3 \rightarrow A_3, A_4$
Grup 4	$A_4 \rightarrow A_3, A_4, A_5$
Grup 5	$A_5 \rightarrow A_5, A_6$
Grup 6	$A_6 \rightarrow A_6, A_7$
Grup 7	$A_7 \rightarrow A_6, A_7$

Berdasarkan Tabel 4 *Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG)* Model Chen, jika terdapat relasi  $A_i \rightarrow A_{j_1}$ ,  $A_i \rightarrow A_{j_2}$  maka dari dua relasi tersebut hanya dituliskan satu kali.

b. Model Lee

**Tabel 5 Fuzzy Logical Relationship Group Model Lee**

Grup 1	$A_1 \rightarrow A_1, A_1, A_1, A_1, A_2$
Grup 2	$A_2 \rightarrow A_1, A_2, A_4$
Grup 3	$A_3 \rightarrow A_3, A_3, A_3, A_3, A_3, A_3, A_3,$ $A_3, A_3, A_3, A_3, A_3, A_3, A_3, A_3, A_4$
Grup 4	$A_4 \rightarrow A_3, A_4, A_4, A_4, A_4, A_5$
Grup 5	$A_5 \rightarrow A_5, A_5, A_5, A_5, A_5, A_5, A_5, A_5, A_5, A_6$
Grup 6	$A_6 \rightarrow A_6, A_7, A_7$
Grup 7	$A_7 \rightarrow A_6, A_7, A_7, A_7$

Berbeda pada *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG) Model Chen, pengelompokkan relasi model Lee, jika terdapat relasi  $A_i \rightarrow A_{j_1}$ ,  $A_i \rightarrow A_{j_2}$  maka dua relasi tersebut harus dituliskan semua karena mempunyai pengaruh yang besar terhadap hasil prediksi.

6. Defuzifikasi

a. Model Chen

Nilai tengah dari interval  $U_1 = 90,74$ , nilai tengah dari interval  $U_2 = 94,43$ , nilai tengah dari interval  $U_3 = 98,12$ , nilai tengah dari interval  $U_4 = 101,81$ , nilai tengah dari interval  $U_5 = 105,50$ , nilai tengah dari interval  $U_6 = 109,19$ , nilai tengah dari interval  $U_7 = 112,88$

**Tabel 6 Perhitungan Prediksi Fuzzy Time Series Model Chen**

Group	FLRG	Nilai Perhitungan
Group 1	$A_1 \rightarrow A_1, A_2$	$(90,74 + 94,43) / 2 = 92,58$
Group 2	$A_2 \rightarrow A_1, A_2, A_4$	$(90,74 + 94,43 + 101,81) / 3 = 95,66$
Group 3	$A_3 \rightarrow A_3, A_4$	$(98,12 + 101,81) / 2 = 99,96$
Group 4	$A_4 \rightarrow A_3, A_4, A_5$	$(98,12 + 101,81 + 105,50) / 3 = 101,81$
Group 5	$A_5 \rightarrow A_5, A_6$	$(105,50 + 109,19) / 2 = 107,34$
Group 6	$A_6 \rightarrow A_6, A_7$	$(109,19 + 112,88) / 2 = 111,03$
Group 7	$A_7 \rightarrow A_6, A_7$	$(109,19 + 112,88) / 2 = 111,03$

Berdasarkan Tabel 6 *group 1*, *fuzzy next statenya* yaitu  $A_1$  dan  $A_2$ . Maka nilai tengah dari  $U_1$  dan  $U_2$  dijumlahkan, kemudian dibagi dengan 2, maka nilai perhitungan yang dihasilkan adalah 92,58. Seterusnya sampai dengan *Group ke-7*.

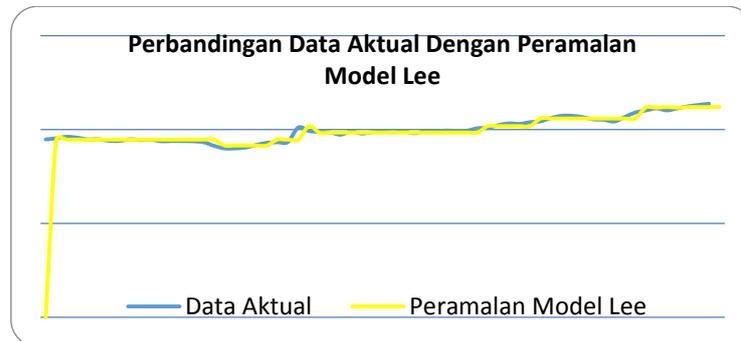
**Tabel 7 Hasil Defuzifikasi Nilai Peramalan Model Chen**

No	Periode	Data Aktual	Fuzzifikasi	Relasi	Prediksi
1	Januari 2018	94,71	$A_2$	-	-
2	Februari 2018	95,32	$A_2$	$A_2 \rightarrow A_2$	95,66
3	Maret 2018	96,14	$A_2$	$A_2 \rightarrow A_2$	95,66
4	April 2018	95,65	$A_2$	$A_2 \rightarrow A_2$	95,66
5	Mei 2018	94,75	$A_2$	$A_2 \rightarrow A_2$	95,66
6	Juni 2018	94,83	$A_2$	$A_2 \rightarrow A_2$	95,66
7	Juli 2018	94,00	$A_2$	$A_2 \rightarrow A_2$	95,66
8	Agustus 2018	93,92	$A_2$	$A_2 \rightarrow A_2$	95,66
9	September 2018	94,81	$A_2$	$A_2 \rightarrow A_2$	95,66
10	Oktober 2018	94,39	$A_2$	$A_2 \rightarrow A_2$	95,66
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
53	Mei 2022	105,42	$A_5$	$A_5 \rightarrow A_5$	107,34
54	Juni 2022	105,16	$A_5$	$A_5 \rightarrow A_5$	107,34



**Tabel 9** Hasil Defuzifikasi Nilai Peramalan Model Lee

No	Periode	Data Aktual	Fuzzifikasi	Relasi	Prediksi
1	Januari 2018	94,71	A <sub>2</sub>	-	-
2	Februari 2018	95,32	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> → A <sub>2</sub>	94,62
3	Maret 2018	96,14	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> → A <sub>2</sub>	94,62
4	April 2018	95,65	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> → A <sub>2</sub>	94,62
5	Mei 2018	94,75	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> → A <sub>2</sub>	94,62
6	Juni 2018	94,83	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> → A <sub>2</sub>	94,62
7	Juli 2018	94,00	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> → A <sub>2</sub>	94,62
8	Agustus 2018	93,92	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> → A <sub>2</sub>	94,62
9	September 2018	94,81	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> → A <sub>2</sub>	94,62
10	Oktober 2018	94,39	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> → A <sub>2</sub>	94,62
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
53	Mei 2022	105,42	A <sub>5</sub>	A <sub>5</sub> → A <sub>5</sub>	105,86
54	Juni 2022	105,16	A <sub>5</sub>	A <sub>5</sub> → A <sub>5</sub>	105,86
55	Juli 2022	104,26	A <sub>5</sub>	A <sub>5</sub> → A <sub>5</sub>	105,86
56	Agustus 2022	106,65	A <sub>5</sub>	A <sub>5</sub> → A <sub>5</sub>	105,86
57	September 2022	109,04	A <sub>6</sub>	A <sub>5</sub> → A <sub>6</sub>	105,86
58	Oktober 2022	110,14	A <sub>6</sub>	A <sub>6</sub> → A <sub>6</sub>	111,65
59	November 2022	111,25	A <sub>7</sub>	A <sub>6</sub> → A <sub>7</sub>	111,65
60	Desember 2022	110,18	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub> → A <sub>6</sub>	111,95
61	Januari 2023	111,27	A <sub>7</sub>	A <sub>6</sub> → A <sub>7</sub>	111,65
62	Februari 2023	112,36	A <sub>7</sub>	A <sub>7</sub> → A <sub>7</sub>	111,95
63	Maret 2023	113,07	A <sub>7</sub>	A <sub>7</sub> → A <sub>7</sub>	111,95
64	April 2023	113,73	A <sub>7</sub>	A <sub>7</sub> → A <sub>7</sub>	111,95



**Gambar 3** Plot Perbandingan Data Aktual dan Peramalan Model Lee

Berdasarkan gambar plot di atas terlihat nilai data peramalan menggunakan model Lee yaitu dilihat pada garis berwarna merah mendekati nilai Aktual yang berwarna biru.

### 7. Menentukan Nilai Error

**Tabel 10** Perhitungan Nilai MAPE dari Hasil Peramalan

Periode	Data Aktual	Prediksi Chen	EROR	Prediksi Lee	EROR
Jan 18	94,71	-	-	-	-
Feb 18	95,32	95,66	0,356	94,62	0,734
Mar 18	96,14	95,66	0,499	94,62	1,581
Apr 18	95,65	95,66	0,010	94,62	1,076
Mei 18	94,75	95,66	0,960	94,62	0,137
Jun 18	94,83	95,66	0,875	94,62	0,221
Jul 18	94,00	95,66	1,765	94,62	0,659
Agu 18	93,92	95,66	1,852	94,62	0,745

Periode	Data Aktual	Prediksi Chen	EROR	Prediksi Lee	EROR
Sep 18	94,81	95,66	0,896	94,62	0,200
Okt 18	94,39	95,66	1,345	94,62	0,246
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Mei 22	105,42	107,34	1,821	105,86	0,417
Jun 22	105,16	107,34	2,073	105,86	0,665
Jul 22	104,26	107,34	2,954	105,86	1,534
Agu 22	106,65	107,34	0,646	105,86	0,740
Sep 22	109,04	107,34	1,559	105,86	2,916
Okt 22	110,14	111,03	0,808	111,65	1,370
Nov 22	111,25	111,03	0,197	111,65	0,359
Des 22	110,18	111,03	0,771	111,95	1,606
Jan 23	111,27	111,03	0,215	111,65	0,341
Feb 23	112,36	111,03	1,183	111,95	0,364
Mar 23	113,07	111,03	1,804	111,95	0,990
Apr 23	113,73	111,03	2,374	111,95	1,565
		MAPE	1,503	MAPE	1,082

Dilihat dari tabel di atas maka didapatkan perbedaan hasil ukuran ketepatan peramalan antara metode Chen dan Lee.

**Tabel 11** Perbandingan Nilai MAPE Chen Dan Lee

Ukuran Ketepatan	<i>Fuzzy Time Series</i> Model Chen	<i>Fuzzy Time Series</i> Model Lee
MAPE	1,50 %	1,08%

Berdasarkan hasil MAPE yang diperoleh dari metode *fuzzy Time Series* model Lee memiliki ukuran ketepatan lebih kecil dengan nilai 1,08% dibandingkan metode *fuzzy Time Series* model Chen nilainya sebesar 1,50%.

Nilai MAPE yang memiliki nilai kurang dari 10% bisa dikatakan bahwa kemampuan peramalannya sangat baik dan jika nilai MAPE besar dari 10% namun kurang dari 20% dikatakan kemampuan peramalannya baik. Dengan demikian diantara kedua model diatas, model yang sangat baik untuk meramalkan Nilai Tukar Petani (NTP) di Provinsi Aceh adalah dengan model Lee.

## 8. Peramalan Untuk Periode Selanjutnya

Menentukan nilai peramalan untuk periode selanjutnya dengan cara melihat FLR pada periode sebelumnya. Kemudian dicocokkan dengan FLRG yang sudah terbentuk.

### a. Model Chen

**Tabel 12** Peramalan untuk periode selanjutnya menggunakan model Chen

Periode	Data Aktual	FLR	FLRG	Nilai Peramalan
April 2023	113,73	$A_7 \rightarrow A_7$	$A_7 \rightarrow A_6, A_7$	111,03
Mei 2023		$A_7$	$A_7 \rightarrow A_6, A_7$	111,03

Nilai peramalan untuk bulan kedepan menggunakan Model Chen yaitu bulan Mei 2023 dapat dihitung dengan mencari FLRG yang terbentuk. Terlebih dahulu menentukan *fuzzyfikasi* data. Peramalan bulan Mei 2023 dilakukan dengan melihat nilai *fuzzyfikasi* pada bulan April 2023. Berdasarkan Tabel 4 nilai *fuzzyfikasi* bulan April 2023 adalah  $A_7$ .

Berdasarkan tabel 7 nilai *fuzzyfikasi* dari  $A_7$  membentuk FLRG  $A_7 \rightarrow A_6, A_7$  dan termasuk kedalam *group* FLRG ke 7 dengan hasil peramalan sebesar 111,03, nilai *fuzzyfikasi* dari 111,03 adalah  $A_7$ .

b. Model Lee

**Tabel 13** Peramalan untuk periode selanjutnya menggunakan model Lee

Periode	Data Aktual	FLR	FLRG	Nilai Peramalan
April 2023	113,73	$A_7 \rightarrow A_7$	$A_7 \rightarrow A_6, (3)A_7$	111,95
Mei 2023		$A_7$	$A_7 \rightarrow A_6, (3)A_7$	111,95

Nilai peramalan untuk bulan kedepan menggunakan Model Lee yaitu bulan Mei 2023 dapat dihitung dengan mencari FLRG yang terbentuk. Terlebih dahulu menentukan *fuzzyfikasi* data. Peramalan bulan Mei 2023 dilakukan dengan melihat nilai *fuzzyfikasi* pada bulan April 2023. Berdasarkan tabel 4 nilai *fuzzyfikasi* bulan April 2023 adalah  $A_7$ . Berdasarkan tabel 9 nilai *fuzzyfikasi* dari  $A_7$  membentuk FLRG  $A_7 \rightarrow A_6, A_7, A_7, A_7$  dan termasuk kedalam *group* FLRG ke 7 dengan hasil peramalan sebesar 111,95, nilai *fuzzyfikasi* dari 111,95 adalah  $A_7$ .

**4. Kesimpulan**

Berdasarkan analisis hasil penelitian, dapat diambil kesimpulan yang pertama untuk prediksi dengan metode *Fuzzy Time Series* periode berikutnya yaitu Mei 2023 dengan menggunakan data Nilai Tukar Petani (NTP) Provinsi Aceh diperoleh hasil model Chen sebesar 111,03 sedangkan model Lee sebesar 111,95. Selanjutnya yang kedua untuk tingkat kesalahan metode *Fuzzy Time Series* dalam memprediksi Nilai Tukar Petani (NTP) di Provinsi Aceh sebesar 1,50% untuk model Chen dan 1,08% untuk model Lee. Sehingga model yang sangat baik dalam memprediksi Nilai Tukar Petani (NTP) di Provinsi Aceh adalah pendekatan metode *Fuzzy Time Series* model Lee.

**Daftar Pustaka**

[1] BPS Provinsi Aceh, *Statistik Daerah Provinsi Aceh 2021*. Aceh: BPS Provinsi Aceh, 2021.

[2] BPS Provinsi Aceh, *Indikator Tenaga Kerja Provinsi Aceh 2022*. Aceh, 2022.

[3] m azizul Hakim, "Peramalan Nilai Tukar Petani Periode Juli Hingga Desember 2022 Di Provinsi Bali Dengan Metode Arima," Politeknik Statistika STIS, 2022.

[4] A. R. Nirmala, N. Hanani, and A. W. Muhaimin, "Analisis Faktor Faktor yang Mempengaruhi Nilai Tukar Petani Tanaman Pangan di Kabupaten Jombang," *Habitat*, vol. 27, no. 2, pp. 66–71, 2016, doi: 10.21776/ub.habitat.2016.027.2.8.

[5] C. M. Keumala and Z. Zainuddin, "Indikator Kesejahteraan Petani Melalui Nilai Tukar Petani (NTP) Dan Pembiayaan Syariah Sebagai Solusi," *Econ. J. Ekon. Islam*, vol. 9, no. 1, pp. 129–149, 2018.

[6] W. Istiqomah and M. Y. Darsyah, "Efektivitas Metode Arima Dan Exponential Smoothing Untuk Meramalkan Nilai Tukar Petani Di Jawa Tengah Effectiveness of the Arima Method and Exponential Smoothing to Predict Farmer Exchange Rates

- in Central Java,” vol. 1, pp. 343–350, 2018.
- [7] A. C. Udin and M. T. Jatipaningrum, “Peramalan Inflasi Di Indonesia Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Based Average Dan Fuzzy Time Series Saxeno-Easo (Studi Kasus : Data Inflasi Di Indonesia),” *J. Stat. Ind. dan Komputasi*, vol. 05, no. 2, pp. 1–10, 2020.
- [8] Sumartini, M. N. Hayati, and S. Wahyuningsih, “Peramalan Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Cheng,” *J. EKSPONENSIAL*, vol. 8, pp. 51–56, 2017.
- [9] Y. Wang, Y. Lei, W. Yi, and X. Fan, “Intuitionistic Fuzzy Time Series Forecasting Model Based On Intuitionistic Fuzzy Reasoning,” *J. Syst. Eng. Electron.*, vol. 27, no. 5, pp. 1054–1062, 2016, doi: 10.21629/JSEE.2016.05.13.
- [10] Fery Andika, S. Dayanti, F. Dewi, and Nurviana, “Peramalan Jumlah Kunjungan Wisatawan Mancanegara ke Provinsi Aceh Menggunakan Fuzzy Time Series Chen,” *J. Ilm. Mat. Dan Terap.*, vol. 20, no. 1, pp. 15–24, 2023, doi: 10.22487/2540766x.2023.v20.i1.16168.
- [11] D. Desmonda, T. Tursina, and M. A. Irwansyah, “Prediksi Besaran Curah Hujan Menggunakan Metode Fuzzy Time Series,” *J. Sist. dan Teknol. Inf.*, vol. 6, no. 4, p. 141, 2018, doi: 10.26418/justin.v6i4.27036.
- [12] T. A. Widi, “Perbandingan Model Chen Dan Lee Pada Metode Fuzzy Time Series Untuk Prediksi Harga Saham Bank Bri,” Universitas Islam Indonesia, 2018.
- [13] L. C. Ramadhani, D. Anggraeni, and A. Kamsyakawuni, “Fuzzy Time Series Saxena-Easo Pada Peramalan Laju Inflasi Indonesia,” *J. ILMU DASAR*, vol. 20, no. 1, pp. 53–60, 2019.
- [14] M. S. Pradana, D. Rahmalia, and E. D. A. Prahastini, “Peramalan Nilai Tukar Petani Kabupaten Lamongan dengan Arima,” *J. Mat.*, vol. 10, no. 2, p. 91, 2020, doi: 10.24843/jmat.2020.v10.i02.p126.
- [15] Ipan, Syaripuddin, and D. A. Nohe, “Perbandingan Model Chen Dan Model Lee Pada Metode Fuzzy Time Series Untuk Peramalan Produksi Kelapa Sawit Provinsi Kalimantan Timur,” *Pros. Semin. Nas. Mat. Stat. dan Apl.*, vol. 2, no. 1, pp. 28–36, 2022.
- [16] A. B. Elfajar, B. D. Setiawan, and C. Dewi, “Peramalan Jumlah Kunjungan Wisatawan Kota Batu Menggunakan Metode Time Invariant Fuzzy Time Series,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 1, no. 2, pp. 85–94, 2017.
- [17] A. T. R. Dani, S. Wahyuningsih, and N. A. Rizki, “Penerapan Hierarchical Clustering Metode Agglomerative pada Data Runtun Waktu,” *Jambura J. Math.*, vol. 1, no. 2, pp. 64–78, 2019, doi: 10.34312/jjom.v1i2.2354.