


Perbandingan Akurasi Model *Fuzzy Time Series* dalam Peramalan Harga Cabai Rawit Merah di Kota Makassar

Comparison Accuracy Fuzzy Time Series Model in Forecasting The Price of Red Chilli in Makassar City

Ismail Gaffar^{a,1,*}, Arwini Arisandi^{a,2}, A Ridwan Makkulawu^{a,3}

^a *Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan, Kabupaten Pangkep, Indonesia*
¹ismail.gaffar@polipangkep.ac.id; ²arwini.arisandi@polipangkep.ac.id; ³andridwan01@yahoo.com.au;
*corresponding author

Informasi Artikel	ABSTRAK
<p>Diserahkan : 12 Juni 2024 Diterima : 27 Juni 2024 Direvisi : 27 Juni 2024 Diterbitkan : 12 Juli 2024</p> <p>Kata Kunci: Cabai rawit FTS Lee MAPE Peramalan</p>	<p>Cabai rawit (<i>Capsicum frutescens</i>) merupakan bagian dari famili <i>solanaceae</i>. Cabai rawit adalah salah satu tanaman hortikultura yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Selain dikonsumsi, zat <i>capsaicin</i> pada cabai rawit juga digunakan sebagai bahan kosmetik. Harga cabai rawit terkadang meresahkan masyarakat dikarenakan lonjakan harga. Sehingga peramalan harga diperlukan pemerintah untuk mengatasi lonjakan harga yang terjadi setiap tahunnya. Peramalan (<i>Forecasting</i>) merupakan ilmu yang mampu mempelajari informasi historis yang dapat meramalkan kejadian yang akan datang. Ilmu peramalan menggunakan data runtun waktu (<i>Time Series</i>) untuk mempelajari data historis, dapat berupa data harian, bulan, ataupun periode waktu tertentu. Dalam penelitian ini, membandingkan <i>Fuzzy Time Series</i> (FTS) model <i>Chen</i> dan <i>Lee</i> untuk mengetahui performa yang terbaik. Data yang digunakan yaitu panel harga cabai rawit merah di Kota Makassar sejak Juli 2022 hingga Mei 2024. Masing-masing model memiliki cara tersendiri dalam membentuk <i>Fuzzy Logic Relationship Group</i> (FLRG). Hasil penelitian menunjukkan model <i>Lee</i> memberikan performa terbaik untuk meramalkan harga cabai rawit merah dengan nilai <i>Mean Absolute Percentage Error</i> (MAPE) sebesar 6,00%.</p>
<p>Keywords: <i>Cayenne pepper</i> FTS Lee MAPE Forecast</p> <p>This is an open access article under the CC-BY-SA license.</p> 	<p>ABSTRACT</p> <p><i>Cayenne pepper (Capsicum frutescens) is part of the Solanaceae family. Cayenne pepper is one of the horticultural plants that is widely cultivated in Indonesia. Apart from consumption, the capsaicin substance in cayenne pepper is also used as a cosmetic ingredient. The price of cayenne pepper sometimes worries the public due to the increasing price. So price forecasting is needed by the government to overcome price spikes that occur every year. Forecasting is a science that is able to study historical information that can predict future. The science of forecasting uses time series data to study historical data, which can be daily, monthly or certain time period data. In this research, we compare the Chen and Lee Fuzzy Time Series (FTS) models to find out the best performance. The data used is the price panel for red cayenne peppers in Makassar City from July 2022 to May 2024. Each model has its own way of forming a Fuzzy Logic Relationship Group (FLRG). The research results show that the Lee model provides the best performance for predicting the price of red cayenne pepper with a Mean Absolute Percentage Error (MAPE) value of 6.00%.</i></p>

I. Pendahuluan

Cabai rawit (*Capsicum frutescens*) merupakan bagian dari famili *solanaceae*. Cabai rawit adalah salah satu tanaman hortikultura yang banyak dibudidayakan di Indonesia [1]. Selain dikonsumsi, zat *capsaicin* pada cabai rawit juga digunakan sebagai bahan kosmetik [2], Sehingga cabai rawit bukan hanya digunakan dalam negeri tapi juga menjadi komoditi ekspor [3]. Namun, harga cabai rawit bersifat fluktuatif mengikuti musim panen maupun iklim cuaca [4]. Terkadang terjadi lonjakan harga dikarenakan pasokan yang berkurang, dan permintaan yang tetap hingga cenderung terjadi peningkatan pada musim-musim tertentu. Harga cabai rawit terkadang meresahkan masyarakat dikarenakan lonjakan harga [5]. Sehingga peramalan harga diperlukan pemerintah untuk mengatasi gejolak harga yang terjadi setiap tahunnya [6].

Peramalan merupakan ilmu yang mampu mempelajari informasi historis yang dapat meramalkan kejadian yang akan datang [7], [8]. Ilmu peramalan menggunakan data runtun waktu (*time series*) untuk mempelajari data historis, dapat berupa data harian, bulan, ataupun periode waktu tertentu [9]. Terdapat beberapa metode dalam melakukan peramalan, namun penelitian ini berfokus pada metode *Fuzzy Time Series*.

Fuzzy Time Series (FTS) diperkenalkan oleh Song dan Chissom (1993), dimana konsep yang diterapkan mampu meramalkan kejadian yang akan datang dengan menginisialisasi data aktual kedalam bentuk angka linguistik [10]. Terdapat banyak bentuk model FTS dalam meramalkan data historis. Model *Chen* dikatakan memiliki performa yang baik dalam peramalan untuk kasus data yang kecil [10]. Namun dalam penelitian Telaumbanua dan Febrian (2023) menyatakan model *Lee* memberikan nilai eror yang lebih kecil dibandingkan model *Chen* dengan data angka impor di Provinsi Sumatera Utara [11]. Diantara model *Chen* dan *Lee* perbedaannya terletak pada penentuan *Fuzzy Logic Relationship Group* (FLRG), maka dari itu penelitian ini membandingkan akurasi metode FTS model *Chen* dan *Lee* dalam meramalkan harga cabai rawit merah di Kota Makassar.

II. Metode

Data penelitian menggunakan data sekunder harga cabai rawit merah yang bersumber dari Dinas Ketahanan Pangan Kota Makassar. Data historis diamati perhari mulai Juli 2022 hingga Mei 2024. Analisis peramalan harga cabai rawit merah menggunakan metode *Fuzzy Time Series* dengan dua model yaitu model *Chen* dan *Lee*. Langkah analisis dimulai dengan membentuk himpunan semesta (U) FTS, seperti persamaan (1).

$$U = D_{max} - D_{min}(1)$$

Selanjutnya membentuk kelas interval menggunakan persamaan *struges* untuk mendapatkan jumlah kelas interval, seperti pada persamaan (2) dan panjang kelas interval seperti pada persamaan (3).

$$sum\ of\ intervals = 1 + 3,32 \log(n)$$

$$interval\ length = \frac{D_{max} - D_{min}}{sum\ of\ intervals}$$

Setelah panjang interval diketahui, kemudian semesta dibentuk menggunakan persamaan (4) berikut ini.

$$\begin{aligned} u_1 &= [D_{min}, D_{min} + l] \\ u_2 &= [D_{min} + l, D_{min} + 2l] \\ &\vdots \\ u_n &= [D_{min} + (n - 1)l, D_{min} + nl] \end{aligned}$$

Selanjutnya menghitung nilai tengah pada setiap himpunan yang terbentuk menggunakan persamaan (5), sehingga terbentuk himpunan *fuzzy* seperti pada persamaan (6).

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

$$U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$$

Pada FTS model *Chen* fuzzifikasi dibentuk dengan mencocokkan harga aktual terhadap interval semesta (U) terhadap semua data harga. Kemudian, mendefinisikan *Fuzzy Logic Relationship* (FLR) kedalam fungsi keanggotaan menggunakan persamaan (7).

$$\begin{aligned} A_i &= \sum_{j=1}^n \frac{uA_j}{u_j} \\ &= \frac{uA_i(u_1)}{u_1} + \frac{uA_i(u_2)}{u_2} + \dots + \frac{uA_i(u_n)}{u_n} \end{aligned}$$

Tahap selanjutnya mendefinisikan FLR dan FLRG. Pada tahap ini fungsi keanggotaan diterjemahkan kedalam bentuk angka linguistic kemudian penentuan rentang dan pengelempokannya berdasarkan harga aktual, diterjemahkan kedalam bentuk nilai linguistik [10]. Menentukan relasi dengan logika *fuzzy* dengan

FLR $A_i \rightarrow A_j$, dimana A_i merupakan *current state* dari $D_{(t-1)}$ dan A_j merupakan *next state* dari D_t . Fungsi FLR yaitu membangun relasi antara nilai linguistik yang telah ditetapkan pada tabel fuzzifikasi. FLR yang terbentuk kemudian menjadi variabel untuk membuat FLRG. FLRG menentukan tingkat akurasi sebuah model, dalam hal ini membandingkan model *Chen* dan *Lee*.

a. Model *Chen*

Menghitung jumlah A_j berdasarkan kelompok *current state* sehingga membentuk FLRG. Misal, $A_1 \rightarrow A_2, A_1 \rightarrow A_1, A_1 \rightarrow A_1$ maka dituliskan $A_1 \rightarrow A_1, A_2$. Langkah tersebut digunakan untuk masing-masing himpunan semesta dari $A_1 \dots A_n$. Setelah FLRG terbentuk, kemudian mengeluarkan angka ramalan dengan menjumlahkan masing-masing angka median setiap angka linguistik menggunakan persamaan (8).

$$\hat{y}(t) = \frac{\sum_{i=1}^n m_i}{k} \quad (8)$$

b. Model *Lee*

Berbeda dengan model *Chen*, model *Lee* meng-akumulasi setiap FLR yang muncul untuk setiap *fuzzy set*. Misal, $A_1 \rightarrow A_2, A_1 \rightarrow A_1, A_1 \rightarrow A_1$ maka dituliskan $A_1 \rightarrow 2(A_1), A_2$. Setelah FLRG didefinisikan, kemudian menghitung nilai setiap FLRG dengan persamaan (9).

$$\hat{y}^{(1)} = \frac{2}{p} m_j + \frac{2}{p} m_k + \dots + \frac{1}{p} m_l \quad (9)$$

Dalam hal menilai kekuatan sebuah model, *mean absolute percentage error* (MAPE) dipergunakan sebagai salah satu cara mengukur tingkat error. Semakin rendah persentasi MAPE maka model yang digunakan semakin baik dan hasil peramalan dikatakan ampuh jika nilai MAPE berada dibawah 10% [12]. Untuk mengujinya dengan menerapkan persamaan dibawah ini.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum \left(\left| \frac{\text{data aktual} - \text{data ramalan}}{\text{data aktual}} \right| \right) \times 100\% \quad (10)$$

III. Hasil dan Pembahasan

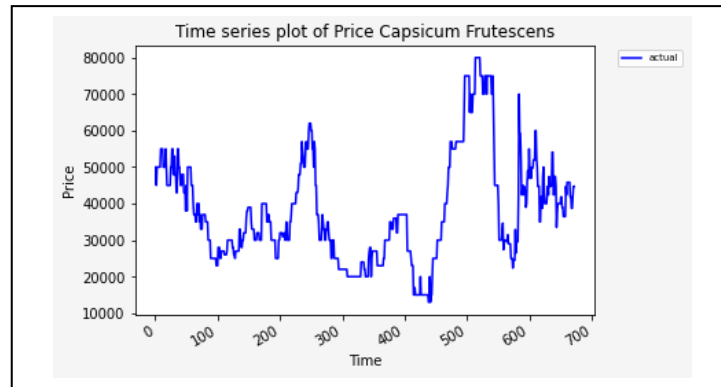
a. Deskripsi Data

Data cabai rawit merah yang digunakan berasal dari harga pasar induk di Kota Makassar, mulai dari Juli 2022 hingga Mei 2024. Satuan data berupa tanggal dan harga dalam mata uang rupiah per kilogram nya. Data penelitian ditampilkan pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Data harga cabai rawit merah Periode Juli 2022 – Mei 2024

Index	Price
1	50000
2	45000
3	50000
...	...
669	41830
670	44720
671	44720

Plot digunakan untuk visualisasi data dan mengetahui karakter sebuah data dengan analisis deskriptif, dapat diperhatikan pada gambar 1, menunjukkan data tersebut terjadi pergerakan harga yang fluktuatif. Harga terendah cabai rawit merah terjadi pada bulan September 2023 dengan harga Rp. 13.000,-/kg dan harga tertinggi terjadi pada Desember 2023 pada harga Rp. 80.000,-/kg.



Gambar 1. Plot harga cabai rawit merah Periode Juli 2022 – Mei 2024

b. *Fuzzy Time Series*

1. Himpunan Semesta (U)

Menentukan himpunan semesta dengan menemukan data minimal dan juga data maximal. Dituliskan, $D_{min} = 13.000$ dan $D_{max} = 80.000$, sehingga diperoleh himpunan sebagai berikut :

$$U = [13.000; 80.000]$$

Menentukan jumlah interval menggunakan persamaan (2).

$$sum\ of\ interval = 1 + 3.32 \log(671) = 10.328 \approx 10$$

Setelah mengetahui jumlah interval, kemudian menentukan lebar interval himpunan semesta dengan persamaan (3).

$$interval\ length\ (l) = \frac{67.000}{10} = 6.700$$

Sehingga dapat kita lihat pada tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Himpunan semesta

Index	Value
Min	13000
Max	80000
Range	67000
Sum of Interval	10,3281
Interval Length	6700

Tabel 2 merupakan deskripsi data harga cabai rawit merah di Kota Makassar. Hasilnya menunjukkan bahwa harga cabai merentang dari Rp. 13.000,-/Kg hingga Rp. 80.000,-/Kg dengan jumlah kelas yang terbentuk sebanyak 10 dan panjang kelas sebesar Rp. 6.700,-.

2. Panjang interval dengan *Struges*

Interval yang terbentuk dapat dituliskan sebagai berikut.

Tabel 3. Interval dengan kepadatan frekuensi model *Chen dan Lee*

No	Interval	Fuzzifikasi	m_i
1	13000 19700	A1	16350
2	19701 26400	A2	23050
3	26401 33100	A3	29750
4	33101 39800	A4	36450
5	39801 46500	A5	43150
6	46501 53200	A6	49850
7	53201 59900	A7	56550
8	59901 66600	A8	63250
9	66601 73300	A9	69950
10	73301 80000	A10	76650

3. Fuzzifikasi

Pada tahap fuzzifikasi, data aktual diterjemahkan menjadi angka *linguistik* seperti pada tabel 4. Notasi fuzzifikasi ditetapkan berdasarkan rentan pada tabel 3. Misalnya, harga actual 36.000, maka harga tersebut masuk dalam rentan 33.101 hingga 39.800 yaitu notasi A_4 dan seterusnya.

Tabel 4. FLR model *Chen* dan *Lee*

Indeks	Harga	Fuzzifikasi
1	50000	A6
2	45000	A5
3	50000	A6
...
669	41830	A5
670	44720	A5
671	44720	A5

4. Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG)

Tahap ini menampilkan FLRG yang terbentuk berdasarkan persamaan (8) untuk model *Chen* dan persamaan (9) untuk model *Lee*.

Tabel 5. FLRG model *Chen*

No	FLRG	Jumlah Relasi
A_1	A_1, A_2	2
A_2	A_1, A_2, A_3, A_4	4
A_3	A_2, A_3, A_4, A_5	4
A_4	A_3, A_4, A_5, A_6	4
A_5	$A_3, A_4, A_5, A_6, A_7, A_9$	6
A_6	A_4, A_5, A_6, A_7	4
A_7	A_4, A_5, A_6, A_7, A_8	5
A_8	A_6, A_7, A_8, A_9	4
A_9	$A_6, A_7, A_8, A_9, A_{10}, A_{11}$	6
A_{10}	A_9, A_{10}	2

Tabel 6. FLRG model *Lee*

Group	No	FLRG	Jumlah Relasi
1	A_1	$25(A_1), 3(A_2)$	28
2	A_2	$3(A_1), 105(A_2), 11(A_3)$	119
3	A_3	$11(A_2), 137(A_3), 11(A_4), 2(A_5)$	161
4	A_4	$12(A_3), 66(A_4), 10(A_5), 2(A_6)$	90
5	A_5	$A_3, 13(A_4), 79(A_5), 8(A_6), 2(A_7), A_9$	104
6	A_6	$11(A_5), 43(A_6), 8(A_7), A_8$	63
7	A_7	$3(A_5), 8(A_6), 35(A_7), A_8$	47
8	A_8	$A_6, 2(A_7), 8(A_8), 2(A_9)$	13
9	A_9	$A_7, A_8, 6(A_9), 5(A_{10})$	13
10	A_{10}	$2(A_8), 3(A_9), 26(A_{10})$	31

Masing-masing metode memiliki cara tersendiri dalam menentukan *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG). Model *Chen* menggunakan keterwakilan dalam menentukan FLRG, dan model *Lee* mengakui seluruh kemunculan relasi.

5. Defuzzifikasi

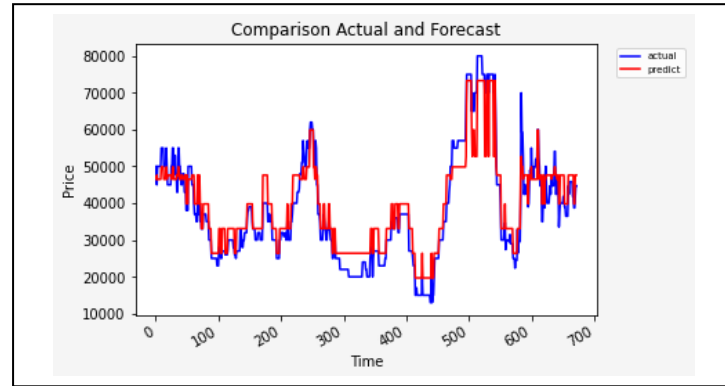
Pada proses defuzzifikasi yaitu menggunakan aturan model *Chen* dan *Lee*, sehingga mengeluarkan angka ramalan yang dapat diperhatikan pada tabel 7.

Tabel 7. Perbandingan ramalan model *Chen* dan *Lee*

Indeks	Nilai Ramalan		
	Aktual	Chen	Lee
1	50000	~	~
2	45000	46500	49744
3	50000	47616	43150
...
669	41830	39800	36599
670	44720	47616	43150
671	44720	47616	43150

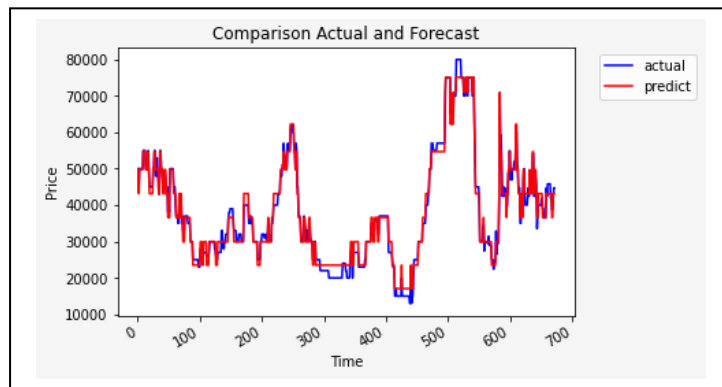
c. Perbandingan Akurasi Model

Sesuai hasil ramalan yang telah dijabarkan, kemudian dapat kita lihat data cabai rawit merah kedalam bentuk plot time series. Membandingkan data aktual cabai rawit merah dengan hasil peramalan model *Chen*, seperti pada Gambar 2.



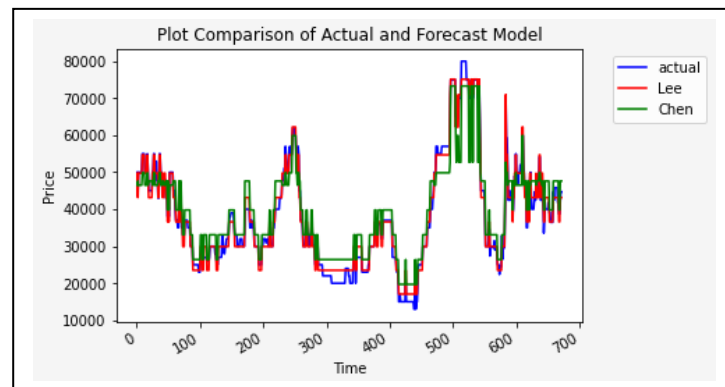
Gambar 2. Plot perbandingan data aktual dan peramalan model *Chen*

Berdasarkan Gambar 2, peramalan dengan model *Chen* cenderung mendekati harga data aktual. Berikutnya menganalisa plot *time series* dengan peramalan model *Lee* yang dapat diperhatikan pada gambar 3.



Gambar 3. Plot perbandingan data aktual dan peramalan model *Lee*

Memperhatikan Gambar 3, grafik menunjukkan model *Lee* lebih baik dibandingkan model *Chen*. Dimana plot peramalan lebih rapat dibandingkan model *Chen*. Untuk lebih mudahnya dapat memperhatikan Gambar 4.



Gambar 4. Plot perbandingan data aktual, model *Chen* dan *Lee*

Setelah hasil ramalan ditemukan, kemudian mengukur tingkat kesalahan ramalan. MAPE pada model *Chen* yaitu sebesar 12,00%. Untuk model *Lee* memberikan nilai MAPE sebesar 6,00%. Kinerja model *Lee* menunjukkan performa yang baik untuk melakukan peramalan.

IV. Kesimpulan dan saran

Penelitian ini menunjukkan bahwa model *Lee* memberikan performa lebih baik dalam meramalkan harga cabai rawit merah yang bersifat fluktuatif dibandingkan model *Chen*. Dimana model *Lee* memberikan nilai error lebih kecil dibandingkan model *Chen* yang mana perbedaan model tersebut terdapat pada pembentukan FLRG.

Daftar Pustaka

- [1] Chairunnissak, Yefriwati, and Darmansyah., “Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman cabai (*Capsicum frutescens*) Terhadap Kombinasi Bahan Organik dan Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA),” *J. agronida*, vol. Volume 9, no. April, p. 23, 2023, [Online]. Available: <https://ojs.unida.ac.id/JAG/article/view/7089>
- [2] N. Chesaria, . Sobir, and M. Syukur, “Analisis Keragaan Cabai Rawit Merah (*Capsicum frutescens*) Lokal Asal Kediri dan Jember,” *Bul. Agrohorti*, vol. 6, no. 3, pp. 388–396, 2018, doi: 10.29244/agrob.v6i3.21107.
- [3] A. Y. Lapasi, L. C. Ch E Lengkey, and B. R. A Sumayku, “Pengemasan Vakum Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L) Pada Tingkat Kematangan yang Berbeda,” *Univ. Sam Ratulangi*, vol. 1, no. 22, pp. 1–9, 2020.
- [4] A. Imada, S. Anraeni, and A. Gaffar, “Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Benih Cabai Terbaik dengan Metode Weighted Product,” *Bul. Sist. Inf. dan Teknol. Islam*, vol. 5, no. 1, 2024, doi: <https://doi.org/10.33096/busiti.v5i1.2188>.
- [5] A. R. H. Astrini Padapi, Aksal Mursalat, “DISPARITAS CABAI RAWIT MERAH DI INDONESIA Astrini,” *AGRIOVET*, vol. 5, no. Oktober, 2022.
- [6] P. Lestari and B. Lokapitasari, “Implementasi Algoritma Neural Network untuk Memprediksi Harga Bawang Merah di Kabupaten Bima,” *Bul. Sist. Inf. dan Teknol. Islam*, vol. 4, no. 2, pp. 112–119, 2023.
- [7] V. Komaria, N. El Maidah, and M. A. Furqon, “Prediksi Harga Cabai Rawit di Provinsi Jawa Timur Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Model Lee,” *Komputika J. Sist. Komput.*, vol. 12, no. 2, pp. 37–47, 2023, doi: 10.34010/komputika.v12i2.10644.
- [8] M. Fajrul, R. Satra, and L. B. Ilimawan, “Aplikasi Prediksi Permintaan Peralatan Sarang Walet Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing Berbasis Android,” *Bul. Sist. Inf. dan Teknol. Islam*, vol. 3, no. 3, pp. 188–195, 2022, doi: 10.33096/busiti.v3i3.1348.
- [9] D. R. Ramadhani, F. Rakhmawati, and R. Aprilia, “Prediction of Clean Water Supply Using the Fuzzy Time Series Cheng Method at PDAM Tirta Silau Piasa,” *J. Mat. Stat. dan Komputasi*, vol. 20, no. 2, pp. 340–350, 2023, doi: 10.20956/j.v20i2.32071.
- [10] Arnita, N. Afnisah, and F. Marpaung, “A Comparison of the Fuzzy Time Series Methods of Chen, Cheng and Markov Chain in Predicting Rainfall in Medan,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1462, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1462/1/012044.
- [11] S. I. J. Telaumbanua and D. Febrian, “Comparison of Fuzzy Time Series Markov Chain and Fuzzy Time Series Lee in North Sumatra Import Value Forecasting,” *Numer. J. Mat. dan Pendidik. Mat.*, vol. 7, no. 1, pp. 131–144, 2023, doi: 10.25217/numerical.v7i1.2745.
- [12] S. A. P. Lahuma, J. Junaidi, and I. Setiawan, “Application of the Fuzzy Time Series Chen Model in Forecasting the Rupiah Exchange Rate Against the Us Dollar (Usd),” *J. Stat. Methods Data Sci.*, vol. 1, no. 2, pp. 9–20, 2024, doi: 10.31258/jsmds.v1i2.11.