Penerapan Metode Fuzzy Time Series Model Chen dalam Peramalan Produksi Buah Nenas

Aldin Putra Mendrofa[1*], Amalta Girsang[2] , Cecilia Br Perangin-angin[3] , Jessie Abetnego Purba[4] , Romaito Theodora Situmorang[5] , Rosita Feronika Br. Tarigan[6] , Didi Febrian[7]
[1,2,3,4,5,6,7] Matematika, Universitas Negeri Medan, Kota Medan, 20221, Indonesia
*Corresponding Author: aldinputramendrofa@gmail.com

Abstrak

Produksi buah nenas di Provinsi Riau menunjukkan fluktuasi yang dipengaruhi cuaca, kondisi lahan, hama, dan permintaan pasar, sehingga diperlukan metode peramalan yang mampu menangani ketidakpastian dan pola data tidak linier. Penelitian ini menerapkan metode Fuzzy Time Series (FTS) model Chen untuk meramalkan produksi nenas serta mengevaluasi akurasinya menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Data yang digunakan merupakan data sekunder periode 2021–2024. Prosedur analisis meliputi penentuan semesta pembicaraan, pembentukan interval, fuzzifikasi, penyusunan FLR dan FLRG, defuzzifikasi, serta pengujian akurasi. Hasil peramalan menunjukkan nilai MAPE sebesar 19,33%, yang berada dalam kategori baik. Dengan demikian, metode FTS model Chen dapat digunakan sebagai alat bantu perencanaan dan pengelolaan produksi nenas di Provinsi Riau.
Kata kunci: Fuzzy Time Series, Model Chen, Peramalan, Produksi Nenas, MAPE.

Abstract

Pineapple production in Riau Province exhibits considerable fluctuations influenced by weather conditions, land quality, pest disturbances, and market demand. These instabilities require a forecasting method capable of handling uncertainty and non-linear data patterns. This study applies the Fuzzy Time Series (FTS) Chen model to forecast pineapple production and assess its accuracy using the Mean Absolute Percentage Error (MAPE). The analysis uses secondary production data from 2021–2024. The methodological steps include defining the universe of discourse, constructing intervals, performing fuzzification, forming FLR and FLRG, defuzzification, and accuracy evaluation. The forecasting results yield a MAPE value of 19.33%, categorized as good. Therefore, the FTS Chen model is suitable as a decision-support tool for planning and managing pineapple production in Riau Province.
Keywords: Fuzzy Time Series, Chen Model, Forecasting, Pineapple Production, MAPE.

Citation: Mendrofa, A. P., dkk. (2025). Penerapan Metode Fuzzy Time Series Model Chen dalam Peramalan Produksi Buah Nenas. *Prodising Seminar Nasional Jurusan Matematika 2025*. 653 – 658.

PENDAHULUAN

Provinsi Riau merupakan salah satu daerah penghasil buah nenas di Indonesia, terutama dari sentra produksi seperti Kabupaten Kampar dan Siak. Komoditas ini memiliki nilai ekonomi yang cukup penting karena banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku industri makanan, minuman, dan produk olahan. Namun, data produksi nenas dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan pola yang tidak stabil, di mana terjadi peningkatan dan penurunan produksi yang cukup tajam pada periode tertentu. Ketidakstabilan ini terutama dipengaruhi oleh perubahan cuaca, kondisi lahan, serangan hama, serta fluktuasi permintaan pasar lokal maupun industri (Yolanda et al., 2024). Kondisi tersebut menimbulkan tantangan bagi petani dan pemerintah dalam melakukan perencanaan produksi dan distribusi. Dalam menghadapi fluktuasi tersebut, diperlukan suatu metode peramalan yang mampu memberikan estimasi produksi secara lebih akurat. Peramalan (forecasting) berfungsi sebagai dasar pengambilan keputusan, terutama dalam sektor pertanian yang memiliki karakteristik musiman. Metode peramalan yang baik idealnya mampu menangkap pola tren, siklus, serta ketidakpastian data. Menurut Yuliana (2019) dan Damayanti & Nurhayati (2024), pendekatan deret waktu (time series) memberikan hasil yang objektif, terutama jika data menunjukkan pola berubah-ubah antarperiode. Penggabungan metode time series dengan logika fuzzy juga menjadi solusi efektif untuk menangani data yang tidak pasti, tidak linier, atau memiliki tingkat fluktuasi tinggi.

Metode Fuzzy Time Series (FTS) yang diperkenalkan oleh Song & Chissom (1993) dan kemudian disederhanakan oleh Chen (1996) merupakan salah satu metode yang cukup banyak digunakan untuk meramalkan data yang tidak pasti. Model Chen lebih efisien secara komputasi dan lebih mudah diterapkan pada data yang memiliki rentang nilai besar. Berbagai penelitian menunjukkan keakuratan FTS dalam memprediksi data yang berfluktuasi. Misalnya, Rahmadani et al. (2024) dan Wardah (2023) melaporkan MAPE di bawah 5% untuk data sektor pertanian. Wiguna et al. (2025) juga berhasil menggunakan model Chen untuk memprediksi penjualan restoran, sedangkan Hasibuan (2023) memperoleh MAPE sangat kecil, yaitu 0,049%, pada peramalan harga cabai merah. Temuan-temuan tersebut menunjukkan bahwa FTS sangat potensial digunakan untuk data produksi nenas yang bersifat tidak stabil.

Meskipun banyak penelitian menggunakan FTS pada berbagai sektor, penerapan metode ini untuk peramalan produksi buah nenas di Provinsi Riau masih sangat terbatas. Selain itu, belum ada penelitian yang secara khusus membandingkan akurasi metode FTS model Chen menggunakan ukuran kesalahan seperti Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dan Root Mean Square Error (RMSE) pada komoditas ini. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki kontribusi ilmiah dalam dua aspek yaitu memberikan penerapan baru dari metode FTS Chen pada komoditas nenas di Riau, dan menyediakan analisis akurasi peramalan secara komprehensif menggunakan lebih dari satu ukuran kesalahan. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan menerapkan metode Fuzzy Time Series model Chen dalam melakukan peramalan produksi buah nenas serta mengevaluasi tingkat akurasinya menggunakan MAPE. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi pemerintah daerah, petani, serta pihak industri dalam merencanakan produksi, distribusi, dan pengelolaan komoditas nenas secara lebih efektif dan berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan deret waktu (*time series forecasting*) menggunakan metode Fuzzy Time Series (FTS) model Chen. Metode ini dipilih karena mampu menangani pola data yang tidak linier serta fluktuatif, yang umum terjadi pada data produksi pertanian. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa total produksi buah nenas di Provinsi Riau untuk periode 2021–2024. Data diperoleh dari dokumen resmi instansi terkait dan disajikan dalam satuan kuintal (KW). Seluruh proses pengolahan data dilakukan melalui beberapa tahap mulai dari penentuan semesta pembicaraan, pembentukan interval, fuzzifikasi, pembentukan relasi fuzzy, hingga proses defuzzifikasi untuk mendapatkan nilai prediksi.

Semesta pembicaraan dibentuk berdasarkan nilai minimum dan maksimum, kemudian diperluas dengan menambahkan batas bawah dan batas atas agar seluruh variasi data tercakup dengan baik.

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

Denga; X_{min}= data minimum; X_{max}= data maximum; D_1: bilangan positif pertama; D_2: bilangan positif kedua; D_1 dan D_2 adalah bilangan positif sembarang yang ditentukan oleh peneliti sebagai dasar dalam menetapkan domain atau himpunan semesta dari data historis.Sebelum menetapkan panjang interval, langkah awal yang perlu dilakukan adalah membagi himpunan semesta ke dalam beberapa interval dengan lebar yang sama. Jumlah interval tersebut dapat ditentukan menggunakan rumus Sturges sebagai berikut:

$$\text{jumlah interval} = 1 + 3{,}322\log(\text{n}) \quad (2)$$

Dengan $n =$ banyaknya data. Setelah jumlah interval diperoleh, langkah berikutnya adalah menentukan panjang setiap interval dengan menggunakan persamaan 3.

$$l = \frac{X_{max} - X_{min}}{jumlah\ interval} \quad (3)$$

Dengan demikian, terbentuk sejumlah nilai linguistik yang digunakan untuk merepresentasikan himpunan fuzzy pada setiap interval yang telah ditetapkan dari himpunan semesta (U).

$$U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\} \quad (4)$$

Dengan; U= himpunan semesta; u_i=jarak pada U, untuk i = 1, 2,…,n.

Fuzzifikasi yaitu proses mengubah nilai produksi aktual ke dalam bentuk himpunan fuzzy sesuai interval tempat nilai tersebut berada. Langkah selanjutnya adalah mendefinisikan himpunan fuzzy pada U serta melakukan proses fuzzifikasi terhadap data historis yang diamati. Misalkan $A_1, A_2, \dots, A_n$ merupakan himpunan fuzzy yang masing-masing memiliki nilai linguistik dari suatu variabel linguistik. Pendefinisian himpunan fuzzy tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A_1 &= \{1/u_1, 0{,}5/u_2, 0/u_3, \dots, 0/u_p\} \\ A_2 &= \{0{,}5/u_1, 1/u_2, 0{,}5/u_3, \dots, 0/u_p\} \\ &\vdots \\ A_p &= \{0/u_1, 0/u_2, 0/u_3, \dots, 0{,}5/u_{p-1}, 1/u_p\} \end{aligned} \quad (5)$$

Di mana (i = 1, 2, …, p) merupakan elemen dari himpunan semesta (U), dan tanda '/' menunjukkan derajat keanggotaan, yang nilainya dapat berupa 0, 0.5, atau 1. Untuk menentukan derajat keanggotaan tersebut, digunakan fungsi keanggotaan berbentuk segitiga. Menentukan relasi logika fuzzy dilakukan berdasarkan data historis dengan memperhatikan hubungan antar himpunan fuzzy A_i dari tahun ke tahun. Hubungan tersebut kemudian disusun ke dalam sebuah tabel yang disebut Fuzzy Logical Relationship (FLR). Berdasarkan hasil pada tahap ke-4, relasi logika fuzzy

kemudian diklasifikasikan ke dalam kelompok yang memiliki pola dan hubungan yang sama. Relasi dengan korelasi serupa dikelompokkan menjadi satu tanpa adanya pengulangan. Setelah Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG) terbentuk, nilai prediksinya dapat dihitung. Di metode fuzzy time series chena da beberapa hukum peramalan yang wajib diperhatikan yaitu; (1) Aturan 1: bila ada himpunan fuzzy yg tidak memiliki fuzzifikasi, misal Jika $A_i \rightarrow \emptyset$ serta kemudian terdapat data pada periode ke (t-1) masuk dalam A_i , maka nilai peramalan Ft merupakan $A_{j(t-1)}$, dengan $A_{j(t-1)}$ artinya nilai tengah berasal interval uj di grup rekanan akal fuzzy yang terbentuk pada data ke (t-1); (2) Aturan 2: Bila hanya terdapat satu rekanan nalar fuzzy pada perpaduan gerombolan rekanan logika fuzzy, misal $A_i \rightarrow A_i$ dan terdapat data di periode ke (t-1) masuk dalam A_i, maka nilai peramalan Ft artinya dengan artinya $A_{j(t-1)}$, dengan $A_{j(t-1)}$ artinya nilai tengah dari interval u_j di grup rekanan akal fuzzy yg terbentuk pada data ke (t-1); dan (3) Aturan 3: Bila terdapat grup relasi akal fuzzy $A_i \rightarrow A_i, A_j, \dots, A_p$ maka ialah nilai peramalannya, sinkron buat $A_i, A_j, \dots, A_p$ dengan persamaan 6.

$$F_t = \frac{m_{1(t-1)}, m_{2(t-1)}, \dots, m_{p(t-1)}}{p} \quad (6)$$

Untuk menilai kualitas model peramalan, penelitian ini menggunakan dua ukuran akurasi yaitu Mean Absolute Percentage Error (MAPE). MAPE digunakan untuk mengukur persentase kesalahan prediksi terhadap nilai actual dengan menggunakan peramaan 7

$$MAPE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|\frac{X_t - F_t}{X_t}\right| \times 100\% \quad (7)$$

di mana; X_t= nilai actual; F_t= nilai hasil prediksi pada periode ke-t; dan n = banyaknya data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Produksi Nanas (Ton/Xt)

Tahun	Quartil 1 (Q_1)	Quartil 2 (Q_2)	Quartil 3 (Q_3)	Quartil 4 (Q_4)
2019	255.117	191.143	260.800	618.767
2020	333.845	475.211	527.829	805.888
2021	952.162,95	860.101,82	883.153,73	853.363,81
2022	584.347,51	554.900,94	550.205,33	926.233,65
2023	897.506,77	702.625,585	616.370,243	611.923,89
2024	866.092,344	677.815,259	594.411,826	589.927,973
2025	834.677,91	653.004,933	572.453,409	

Berdasarkan tabel 1, kemudian menentukan semesta pembicaraan (*Universe Of Discourse*) dan diperoleh data $X_{min} = 191.143$;$X_{max} = 952.162{,}95$; $D_1 = 1.143$; dan $D_2 = 17.837{,}05$, sehinggaU =[190.000;970.000]. sedangkan jumlah interval diperoleh 5,75, karena jumlah kelas dinyatakan dalam bilangan bulat, maka dapat disimpulkan bahwa jumlah intervalnya adalah 6. Setelah jumlah interval diperoleh, langkah berikutnya adalah menentukan panjang interval *I* = 130.000. Dengan demikian, terbentuk sejumlah nilai linguistik yang digunakan untuk merepresentasikan suatu himpunan fuzzy pada interval-interval yang dihasilkan dari himpunan semesta dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Himpunan semesta

Interval	Batas Bawah	Batas Atas	Nilai Tengah (mi)
U_1	190.000	320.000	255.000
U_2	320.000	450.000	385.000
U_3	450.000	580.000	515.000
U_4	580.000	710.000	645.000
U_5	710.000	840.000	775.000
U_6	840.000	970.000	905.000

Kemudian mendefinisikan himpunan fuzzy pada U serta melakukan proses fuzzifikasi terhadap data historis yang diamati. Misalkan $A_1, A_2, \dots, A_n$ merupakan himpunan fuzzy yang memiliki nilai linguistik dari satu variabel linguistik. Pada data ini dapat didefinisikan interval U_n difuzzyfikasi A_n dengan n = {1,2,3,4,5,6}. Sehingga jika suatu data berada pada interval tertentu, maka dapat disimpulkan bahwa data tersebut termasuk ke dalam proses fuzzifikasi yang sesuai dengan interval tersebut, dan begitu pula untuk interval-interval berikutnya.

Tabel 3. *Fuzzy Logical Relationship* (FLR)

Periode(T)	Tahun	Quarter	Produksi(Ton)(X_t)	Fuzzifikasi(A_t)	Transisi ($A_{t-1} \rightarrow A_t$)
1	2019	Q_1	255.117	A_1	-
2	2019	Q_2	191.143	A_1	$A_1 \rightarrow A_1$
3	2019	Q_3	260.800	A_1	$A_1 \rightarrow A_1$

4	2019	Q_4	618.767	A_4	$A_1 \rightarrow A_4$
5	2020	Q_1	333.845	A_2	$A_4 \rightarrow A_2$
6	2020	Q_2	475.211	A_3	$A_2 \rightarrow A_3$
7	2020	Q_3	527.829	A_3	$A_3 \rightarrow A_3$
8	2020	Q_4	805.888	A_6	$A_3 \rightarrow A_6$
9	2021	Q_1	952.162,95	A_6	$A_6 \rightarrow A_6$
10	2021	Q_2	860.101,82	A_6	$A_6 \rightarrow A_6$
11	2021	Q_3	883.153,73	A_6	$A_6 \rightarrow A_6$
12	2021	Q_4	853.363,81	A_6	$A_6 \rightarrow A_6$
13	2022	Q_1	584.347,51	A_4	$A_6 \rightarrow A_4$
14	2022	Q_2	554.900,94	A_3	$A_4 \rightarrow A_3$
15	2022	Q_3	550.205,33	A_3	$A_3 \rightarrow A_3$
16	2022	Q_4	926.233,65	A_6	$A_3 \rightarrow A_6$
17	2023	Q_1	897.506,77	A_6	$A_6 \rightarrow A_6$
18	2023	Q_2	848.424	A_6	$A_6 \rightarrow A_6$
19	2023	Q_3	868.529	A_6	$A_6 \rightarrow A_6$
20	2023	Q_4	884.289	A_6	$A_6 \rightarrow A_6$
21	2024	Q_1	823..156	A_6	$A_6 \rightarrow A_6$
22	2024	Q_2	774.073	A_5	$A_6 \rightarrow A_5$
23	2024	Q_3	794.178	A_5	$A_5 \rightarrow A_5$
24	2024	Q_4	809.938	A_6	$A_5 \rightarrow A_6$
25	2025	Q_1	748.805	A_5	$A_6 \rightarrow A_5$
26	2025	Q_2	699.721	A_4	$A_5 \rightarrow A_4$
27	2025	Q_3	719.827	A_5	$A_4 \rightarrow A_5$
28	2025	Q_4	735.586	A_5	$A_5 \rightarrow A_5$

Berdasarkan tabel 3 diperolah Fuzzy Logical Relationship Grup (FLRG) dan Defuzzifikasi (rata-rata nilai Tengah m_i) dihitung untuk setiap FLRG baru seperti pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil FLRG

FLRG (Kondisi Awal)	Anggota Hasil (A_j) (Next States)	Perhitungan Defuzzifikasi	Nilai Peramalan FTS (F_t)	Fuzzifikasi F_t (Kondisi Berikutnya)
A_1	A_1, A_1, A_4	$\frac{m_1 + m_4 + m_2 + m_3 + m_5}{5}$	495.000 ton	A_3
A_2	A_3	m_3	515.000 ton	A_3
A_3	A_3, A_6, A_3, A_6	$\frac{m_4 + 2m_6 + 6m_4 + m_6 + m_3}{9}$	685.000 ton	A_4
A_4	A_2, A_3, A_5	$\frac{m_6 + 3m_4 + m_6}{5}$	703.000 ton	A_4
A_5	A_5, A_6, A_4, A_5	$\frac{m_6 + 9m_5}{10}$	783.000 ton	A_5
A_6	$A_6, A_6, A_6, A_6, A_4, A_6, A_6$ A_6, A_6, A_5, A_5, A_5	$\frac{m_6 + 2m_5}{3}$	835.000 ton	A_5

Berikutnya hitung peramalan dari periode 29 (Q_1 2026) menggunakan A_{28} (Fuzzifikasi data TES 2025 Q_4, yautu 735,586) sebagai kondisi awal

Tabel 5. Nilai Peramalan tahun 2026

Periode	Tahun/Quarter	Nilai Peramalan
29	2026 Q_1	783.000
30	2026 Q_2	783.000
31	2026 Q_3	783.000
32	2026 Q_4	783.000

Uji Ketepatan Peramalan dengan Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Tabel 6. Hasil Uji ketepatan peramalan MAPE

Tahun	Quarter	Periode (t)	Produksi (Ton) (Xt)	Fuzzifikasi (At)	FLR (At-1 -> At)	Nilai FLRG (FA(t-1))	Ramalan (Ft)	(Xt - Ft) / Xt
2019	Q1	1	255117	A1	-	-	-	-
2019	Q2	2	191143	A1	A1 -> A1	385000	385000	1.01
2019	Q3	3	260800	A1	A1 -> A1	385000	385000	0.476
2019	Q4	4	618767	A4	A1 -> A4	385000	385000	0.378
2020	Q1	5	333845	A2	A4 -> A2	558333	558333	0.672
2020	Q2	6	475211	A3	A2 -> A3	515000	515000	0.084

2020	Q3	7	527829	A3	A3 -> A3	710000	710000	0.345
2020	Q4	8	805888	A6	A3 -> A6	710000	710000	0.119
2021	Q1	9	952163	A6	A6 -> A6	846071	846071	0.111
2021	Q2	10	860102	A6	A6 -> A6	846071	846071	0.016
2021	Q3	11	883154	A6	A6 -> A6	846071	846071	0.042
2021	Q4	12	853364	A6	A6 -> A6	846071	846071	0.009
2022	Q1	13	584348	A4	A6 -> A4	846071	846071	0.448
2022	Q2	14	554901	A3	A4 -> A3	558333	558333	0.006
2022	Q3	15	550205	A3	A3 -> A3	710000	710000	0.29
2022	Q4	16	926234	A6	A3 -> A6	710000	710000	0.234
2023	Q1	17	897507	A6	A6 -> A6	846071	846071	0.057
2023	Q2	18	848424	A6	A6 -> A6	846071	846071	0.003
2023	Q3	19	868529	A6	A6 -> A6	846071	846071	0.026
2023	Q4	20	884289	A6	A6 -> A6	846071	846071	0.043
2024	Q1	21	823156	A6	A6 -> A6	846071	846071	0.028
2024	Q2	22	774073	A5	A6 -> A5	846071	846071	0.093
2024	Q3	23	794178	A5	A5 -> A5	775000	775000	0.024
2024	Q4	24	809938	A6	A5 -> A6	775000	775000	0.043
2025	Q1	25	748805	A5	A6 -> A5	846071	846071	0.13
2025	Q2	26	699721	A4	A5 -> A4	775000	775000	0.108
2025	Q3	27	719827	A5	A4 -> A5	558333	558333	0.223
2025	Q4	28	735586	A5	A5 -> A5	775000	775000	0.054

$$MAPE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|\frac{X_t - F_t}{X_t}\right| x100 = \frac{5{,}22}{27} \times 100\% = 19{,}33\,\%$$

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode Fuzzy Time Series (FTS) model Chen, diperoleh bahwa model ini mampu mengikuti pola fluktuatif produksi buah nenas di Provinsi Riau secara cukup baik. Proses peramalan yang meliputi penentuan semesta pembicaraan, pembentukan interval, fuzzifikasi, FLR–FLRG, dan defuzzifikasi menghasilkan nilai akurasi dengan MAPE sebesar 19,33%, yang termasuk dalam kategori baik. Temuan ini menunjukkan bahwa FTS model Chen efektif digunakan untuk menangani data produksi yang tidak linier dan memiliki tingkat ketidakpastian tinggi. Dengan demikian, metode ini dapat dijadikan alat bantu dalam perencanaan produksi, pengambilan keputusan, serta evaluasi kebijakan pengelolaan komoditas nenas di Provinsi Riau. Penelitian selanjutnya disarankan untuk membandingkan model Chen dengan variasi metode FTS lainnya atau menggabungkannya dengan pendekatan modern untuk meningkatkan akurasi peramalan.

DAFTAR PUSTAKA

Az-Zahra, S. D. (2024). Peramalan Jumlah Produksi Buah Nanas di Provinsi Riau. Jurnal Matematika dan Teknologi.

Damayanti, F. A., & Nurhayati, L. (2024). Implementasi Metode Fuzzy Time Series dalam Peramalan Penjualan Produk Unggulan Perusahaan. Jurnal Teknik Industri Terintegrasi, 7(1), 176–185.

Darnila, E., Kesuma Dinata, R., & Ramadani, S. (2023). Prediksi Harga Pasar Komoditi Tanaman Pangan di Aceh Utara dengan Metode Fuzzy Time Series Model Chen. Jurnal Teknik Informatika Kaputama, 7(1).

Habinuddin, E. (2022). Penerapan Fuzzy Time Series berbasis Saxena-Easo untuk Peramalan Inflasi di Indonesia. Jurnal Digit.

Hafiyya, N., Virgantari, F., & Widyastiti, M. (2022). Implementasi Metode Fuzzy Time Series pada Peramalan Harga Emas di Indonesia. Jurnal Informatika, 2(2), 94–103.

Hajjah, A., & Marlim, Y. N. (2021). Analisis Error Terhadap Peramalan Data Penjualan. Jurnal Sains dan Sistem Informasi, 20(1).

Hasibuan, H. (2023). Peramalan Harga Cabai Merah Menggunakan Fuzzy Time Series. Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan, 2(3).

Nanda, Y. R. et al. (2024). Fuzzy Time Series (Model Lee) dalam Prediksi Nilai Ekspor Indonesia. Jurnal Processor.

Noviyanti, I. (2023). Penerapan Fuzzy Time Series Algoritma Novel pada Peramalan Harga TBS Kelapa Sawit. Jurnal UNTAN.

Nugraha, T. J. (2024). Implementasi High Order Intuitionistic Fuzzy Time Series (HOIFTS) dalam Peramalan IHSG. Jurnal Teknologi dan Matematika.

Pratiwi, R. I., Salam, N., & Maisarah. (2023). Peramalan Jumlah Produksi Kelapa Sawit Menggunakan Metode Fuzzy Time Series. Jurnal Matematika Murni dan Terapan.

Rahmadani, M., Mardiningsih, E., Rosmaini, E., & Nasution, P. K. (2024). Kajian Metode Fuzzy Time Series-Chen dan Markov Chain. MES Journal.

Ramazani, A., Fuadi, W., & Meiyanti, R. (2025). Prediksi Jumlah Kebutuhan Pemakaian Air Menggunakan Metode Fuzzy Time Series pada PERUMDA Aceh Utara. Jurnal Ilmiah ILKOMINFO, 8(2), 200–209.

Vianita, E. (2022). Fuzzy Time Series Orde Tinggi berdasarkan Rasio Interval. Jurnal Matematika Unand.

Wardah, S. (2023). Implementasi Metode Fuzzy Time Series untuk Meramalkan Ekspor Kopi Indonesia. Prosiding Nasional Matematika.

Wiguna, I. M. S., Willdahlia, A. G., Sandika, I. K. B., Atmaja, K. J., & Desmayani, N. M. M. R. (2025). Implementasi Metode Fuzzy Time Series untuk Peramalan Penjualan pada Restoran Coco Bistro Tanjung. Jurnal Aksara Lontar Sains, 15(1), 233–241.

Yolanda, R., Rahmi, D., Kurniati, A., & Yuniati, S. (2024). Penerapan Metode Triple Exponential Smoothing dalam Peramalan Produksi Buah Nenas di Provinsi Riau. Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan.