Gamma-Pi: Jurnal Matematika Terapan dan Pendidikan Matematika
Volume 8 Nomor 1 Juni 2026

ISSN : 2721-7876

PERBANDINGAN UJI AKURASI FUZZY TIME SERIES MODEL CHENG DAN MODEL LEE DALAM FORECASTING JUMLAH PRODUKSI KELAPA SAWIT DI PROVINSI SUMATERA UTARA

Enoni Febrila Telaumbanua[1], Nurviana[2*], Riezky Purnama Sari[3]

[1,2,3] Program Studi Matematika, Universitas Samudra
Jl. Prof. Dr. Syarief Thayeb, Meurandeh, Kec. Langsa Lama, Kota Langsa, Aceh 24416
Email: enonifebrila@gmail.com [1], nurviana@unsam.ac.id [2*], riezkypurnamasari@gmail.com [3]

ABSTRAK

Kelapa sawit merupakan komoditas perkebunan yang memiliki ketahanan tinggi terhadap krisis ekonomi dan menjadi salah satu penyumbang devisa terbesar bagi Indonesia. Di Provinsi Sumatera Utara, produksi kelapa sawit terus meningkat selama lima tahun terakhir dengan luas lahan mencapai 490,16 ribu hektare. Penelitian ini bertujuan untuk meramalkan jumlah produksi kelapa sawit di provinsi tersebut menggunakan metode fuzzy time series dengan konsep himpunan fuzzy sebagai dasar analisis. Beberapa model fuzzy time series yang digunakan, seperti model Cheng dan model Lee, dibandingkan untuk memperoleh hasil peramalan dengan tingkat kesalahan terkecil berdasarkan ukuran MAE, MSE, MPE, dan MAPE. Hasil peramalan dengan fuzzy time series Cheng sebesar 7270,418 ribu ton sedangkan hasil peramalan dengan fuzzy time series Lee sebesar 7275,425 ribu ton. Hasil analisis tingkat akurasi nilai MAE untuk model Cheng 1293,873 dan model Lee 1463,606, nilai MSE untuk model Cheng 5.885.351,768 dan model Lee 6.304.592,844, nilai MPE untuk model Cheng -0,016% dan model Lee -0,225%, dan nilai MAPE untuk model Cheng 0,345% sedangkan model Lee 0,423%. Maka disimpulkan bahwa metode Fuzzy time series Cheng dinyatakan lebih baik untuk peramalan jumlah produksi kelapa sawit di provinsi Sumatera Utara karena menghasilkan nilai error yang lebih kecil.

Kata kunci: Kelapa Sawit, Peramalan, Fuzzy time series, Cheng, Lee

ABSTRACT

Palm oil is a plantation commodity that demonstrates strong resilience during economic crises and serves as one of Indonesia's major sources of foreign exchange. In North Sumatra Province, palm oil production has shown a steady increase over the past five years, with a cultivated area reaching 490.16 thousand hectares. This study aims to forecast the amount of palm oil production in the province using the fuzzy time series method, which applies the concept of fuzzy sets as its analytical foundation. Several fuzzy time series models, including the Cheng and Lee models, are compared to determine the model that produces the smallest forecasting error based on the criteria of MAE, MSE, MPE, and MAPE. The forecasting results with Cheng's fuzzy time series were 7270.418 thousand tons, while the forecasting results with Lee's fuzzy time series were 7275.425 thousand tons. The results of the analysis of the accuracy level of the MAE value for the Cheng model are 1293.873 and the Lee model is 1463.606, the MSE value for the Cheng model is 5,885,351.768 and the Lee model is 6,304,592.844, the MPE value for the Cheng model is -0.016% and the Lee model is -0.225%, and The MAPE value for the Cheng model is 0.345% while the Lee model is 0.423%. So it was concluded that Cheng's fuzzy time series method was stated to be better for forecasting the amount of palm oil production in North Sumatra province because it produced smaller error values.

Keywords: Palm Oil, Forecasting, Fuzzy time series, Cheng, Lee

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris yang memiliki sektor pertanian dan perkebunan yang cukup besar di dunia. Perkebunan di Indonesia juga memainkan peran penting dalam bidang perekonomian karena menjadi penyumbang devisa yang cukup besar untuk membangun negara ini dan dapat juga memberi lapangan pekerjaan (1). Berdasarkan dari sektor perkebunan, tanaman kelapa sawit sebagai komoditas unggulan penting untuk ditingkatkan karena kelapa sawit sebagai penyumbang devisa terbesar di Indonesia setelah minyak dan gas serta pariwisata untuk membangun perekonomian di Indonesia. Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) dalam buku Statistik Indonesia 2023 (2), provinsi Sumatera Utara termasuk ke dalam 10 provinsi penghasil kelapa sawit terbesar di Indonesia setelah provinsi Riau, Kalimantan Tengah dan Kalimantan Barat.

ISSN : 2721-7876

Tanaman kelapa sawit (Elaeis guineensis) merupakan tanaman industri andalan yang masih mampu bertahan pada saat terjadinya krisis ekonomi yang berkepanjangan. Lahan di Provinsi Sumatera Utara menjadi modal utama bagi perkembangan industri kelapa sawit. Berdasarkan data yang dikeluarkan Badan Pusat Statistik Sumatera Utara dalam buku Provinsi Sumatera Utara Dalam Angka 2023 (3), luas lahan perkebunan kelapa sawit di Sumatera Utara pada tahun 2022 mencapai 490,16 ribu ha dengan jumlah produksi sebesar 7.859,70 ribu ton. Besarnya produksi tersebut menunjukkan bahwa kelapa sawit merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memiliki kontribusi penting terhadap perekonomian daerah.

Perencanaan produksi kelapa sawit yang tepat sangat diperlukan untuk mendukung keberlanjutan sektor perkebunan dan industri turunannya. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah melalui peramalan jumlah produksi kelapa sawit. Hasil peramalan dapat menjadi dasar bagi pemerintah dan pelaku industri dalam menyusun kebijakan serta strategi pengelolaan produksi di masa mendatang. Selain itu, hasil produksi kelapa sawit juga dimanfaatkan sebagai bahan baku berbagai industri, seperti minyak goreng, margarin, kosmetik, sabun, farmasi, dan produk lainnya.

Peramalan memiliki peran penting dalam berbagai bidang karena digunakan untuk memperkirakan kondisi yang akan terjadi di masa depan berdasarkan data historis yang tersedia. Peramalan dilakukan untuk menganalisis suatu situasi dan menghasilkan prediksi yang dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan (4), serta membantu menentukan alternatif keputusan yang paling tepat (5).

Fuzzy Time Series merupakan metode peramalan yang menggunakan konsep himpunan fuzzy sebagai dasar pemodelannya. Metode ini bekerja dengan mengolah pola data masa lalu untuk menghasilkan prediksi pada periode yang akan datang (6). Metode *Fuzzy Time Series* pertama kali diperkenalkan oleh Song dan Chissom pada tahun 1993 untuk meramalkan jumlah pendaftaran mahasiswa. Selanjutnya, Chen mengembangkan metode tersebut dengan menyederhanakan proses perhitungan yang digunakan oleh Song dan Chissom. Perkembangan metode *Fuzzy Time Series* terus berlanjut melalui model Cheng dan model Lee. Model Cheng merupakan pengembangan dari model Chen yang memberikan bobot berdasarkan urutan dan frekuensi kemunculan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR). Sementara itu, model Lee merupakan pengembangan dari model Song dan Chissom, Chen, serta Cheng dengan pendekatan yang bertujuan meningkatkan akurasi hasil peramalan.

Penelitian sebelumnya yang menerapkan metode *Fuzzy Time Series* Chen dan Cheng untuk memprediksi kurs rupiah terhadap dolar Singapura menunjukkan bahwa model Cheng menghasilkan tingkat kesalahan yang lebih kecil dengan nilai MAE sebesar 110,6356 (7). Penelitian lain yang menerapkan metode *Fuzzy Time Series* Chen dan Lee dalam memprediksi harga emas menunjukkan bahwa model Lee menghasilkan tingkat kesalahan yang lebih rendah dibandingkan model Chen, yaitu sebesar 0,0013%, sedangkan model Chen sebesar 0,010% (8). Hasil tersebut menunjukkan bahwa model Lee mampu menghasilkan nilai peramalan yang lebih mendekati pola data historis dibandingkan model Chen.

Meskipun penelitian mengenai metode *Fuzzy Time Series* telah banyak dilakukan, penelitian yang membandingkan model Cheng dan model Lee pada data produksi kelapa sawit di Provinsi Sumatera Utara masih terbatas. Oleh karena itu, diperlukan penelitian untuk mengetahui metode yang memberikan tingkat akurasi terbaik dalam meramalkan jumlah produksi kelapa sawit.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis tertarik untuk menerapkan metode *Fuzzy Time Series* model Cheng dan model Lee pada data jumlah produksi kelapa sawit di Provinsi Sumatera Utara. Selanjutnya, tingkat akurasi kedua metode dibandingkan menggunakan nilai *Mean Absolute Error* (MAE), *Mean Square Error* (MSE), *Mean Percentage Error* (MPE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Penelitian ini dilakukan dengan judul "Perbandingan Uji Akurasi Fuzzy Time Series Model Cheng dan Model Lee dalam Forecasting Jumlah Produksi Kelapa Sawit di Provinsi Sumatera Utara".

2. METODE PENELITIAN

Dalam rangka mendapatkan data dan informasi dalam penelitian ini, maka penulis memilih instansi Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Sumatera Utara sebagai tempat untuk melakukan penelitian tersebut. Adapun waktu yang digunakan dalam proses penelitian ini adalah yang terhitung selama periode bulan Desember 2022 sampai dengan bulan Maret 2023.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data sekunder merupakan data yang sudah jadi yang tersedia dalam berbagai bentuk. Data diperoleh dari publikasi Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara berupa jumlah produksi kelapa sawit di Provinsi Sumatera Utara dari tahun 1992 hingga tahun 2022.

Analisis data dilakukan dengan menggunakan metode Fuzzy Time Series Cheng dan Fuzzy Time Series Lee. Analisis tersebut dapat dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

ISSN : 2721-7876

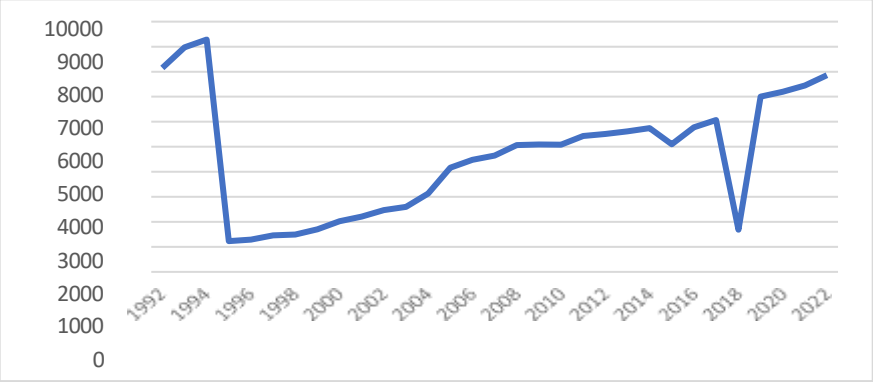
1. Membuat plot time series data, dan menginterpretasi hasil plot time series data.
2. Metode Fuzzy Time Series Cheng
    a. Menentukan himpunan semesta (U),
    b. Pembentukan interval,
    c. Membentuk himpunan fuzzy,
    d. Mendefinisikan derajat keanggotaan himpunan fuzzy dan melakukan fuzzyfikasi,
    e. Menentukan FLR dan FLRG,
    f. Menentukan bobot pada FLRG,
    g. Mentransfer bobot ke dalam matriks pembobotan,
    h. Defuzzyfikasi data peramalan,

3. Metode Fuzzy Time Series Lee
    a. Menentukan himpunan semesta (U),
    b. Pembentukan interval,
    c. Mendefinisikan derajat keanggotaan himpunan fuzzy dan melakukan fuzzyfikasi,
    d. Menentukan FLR dan FLRG,
    e. Defuzzyfikasi data peramalan.

4. Analisis Perbandingan Dalam penelitian ini analisis perbandingan untuk metode Fuzzy time series Cheng dan Fuzzy time series Lee dihitung menggunakan MAE, MSE, MPE, dan MAPE. Sehingga dapat dipilih antara dua metode tersebut yang memiliki nilai yang lebih akurat untuk meramalkan jumlah produksi kelapa sawit. Berdasarkan langkah analisis di atas dapat digambarkan menggunakan diagram alir sebagai berikut :

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan plot time series jumlah produksi kelapa sawit di provinsi Sumatera Utara dari tahun 1992 sampai tahun 2022 sebagai berikut.



Gambar 1. Plot Time Series Jumlah Produksi Kelapa Sawit Di Provinsi Sumatera Utara Tahun 1992 – 2022

Gambar 1 menunjukkan bahwa sumbu horizontal merupakan periode waktu dan sumbu vertikal merupakan data jumlah produksi kelapa sawit di provinsi Sumatera Utara. Dari gambar tersebut terlihat bahwa jumlah produksi kelapa sawit di provinsi Sumatera Utara relatif mengalami kenaikan walaupun pada tahun 1995 dan 2008 mengalami penurunan, sehingga terdapat nilai terendah dan nilai tertinggi.

ISSN : 2721-7876

3.1 Fuzzy Time Series Cheng

Dalam meramalkan data jumlah produksi kelapa sawit di provinsi Sumatera Utara menggunakan fuzzy time series Cheng, terdapat beberapa langkah yaitu sebagai berikut:

1. Menentukan himpunan semesta (U)
   Dalam menentukan himpunan semesta dapat dibentuk dengan menggunakan persamaan (2.5). Dari data jumlah produksi kelapa sawit di provinsi Sumatera Utara diketahui bahwa D_{min} = 1.229,55 dan D_{max} = 9.284,04 sehingga diperoleh himpunan semesta:
   U = [D_{min} ; D_{max}]
   U = [1.229,55 ; 9.284,04]
2. Pembentukan interval Dalam menentukan lebar interval pada *fuzzy time series Cheng,* dilakukan dengan beberapa langkah, yaitu:

- Range (R) dapat dihitung menggunakan pada persamaan (2.6) dengan menggunakan D_{min} dan D_{max} dari data jumlah produksi kelapa sawit di provinsi Sumatera Utara, sehingga diperoleh:
  $R = D_{max} - D_{min}$
  R = 9.284,04 – 1.229,55
  R = 8.054,49
  Sehingga diperoleh panjang interval adalah 8.054,49.
- Banyaknya kelas interval (K) dapat dihitung menggunakan persamaan Sturges pada persamaan (2.2), dengan n = 31 sehingga diperoleh:
  K = 1 + 3,332 × log(31)
  K = 5,96922 ≈ 6
  Sehingga diperoleh banyak kelas interval adalah 6.
- Menentukan lebar interval (l) dapat dihitung menggunakan persamaan (2.7) sebagai berikut:

$$l = \frac{8.054,49}{6} = 1.342,415$$

Sehingga didapat lebar interval sebesar 1.342,415 dan banyaknya kelas interval adalah 6. Sehingga pembentukan interval dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.8) sebagai berikut:

$u_1 = [D_{min}, D_{min} + l]$

u_1 = [1.229,55 ; 1.229,55 + 1.342,415]

u_1 = [1.229,55 ; 2.571,965]

Setelah itu, interval selanjutnya juga dapat dicari dengan menggunakan persamaan (2.8) yang dapat dilihat pada lampiran 2.

- Nilai tengah (m) dapat dihitung menggunakan persamaan (2.9). Pada interval u_1 = [1.229,55 ; 2.571,965], nilai 1.229,55 merupakan batas bawah dan 2.571,965 merupakan batas atas sehingga diperoleh nilai tengahnya sebagai berikut :

$$\text{mi} = \frac{batas\ bawah\ ui + batas\ atas\ ui}{2}$$

$$\text{mi} = \frac{(1.229,55 + 2.571,965)}{2} = 1.900,758$$

Dengan menggunakan cara yang sama didapatkan keseluruhan nilai tengah dari setiap interval. Kemudian dari langkah-langkah tersebut dimasukkan dalam satu tabel interval dan nilai tengah sebagai berikut:

Gamma-Pi: Jurnal Matematika Terapan dan Pendidikan Matematika
Volume 8 Nomor 1 Juni 2026

ISSN : 2721-7876

Tabel 1. Nilai Tengah dari Interval *Fuzzy Time Series Cheng*

Interval (u_i)	Batas bawah	Batas atas	Nilai tengah (m)	Frekuensi
u_1	1229,55	2571,965	1900,758	9
u_2	2571,965	3914,38	3243,173	2
u_3	3914,38	5256,795	4585,588	7
u_4	5256,795	6599,21	5928,003	6
u_5	6599,21	7941,625	7270,418	4
u_6	7941,625	9284,04	8612,833	3

3. Membentuk himpunan fuzzy Himpunan fuzzy dibentuk dengan melihat jumlah frekuensi dalam suatu interval lebih besar dari nilai rata-rata banyaknya data yaitu 5,1≈5, sehingga interval yang jumlah frekuensinya lebih tinggi dari nilai rata-rata harus dibagi lagi menjadi interval lebih kecil dengan dibagi 2. Untuk mengetahui himpunan fuzzy u_1 dapat dihitung sebagai berikut :

   Batas atas = $\frac{(1.229,55 + 2.571,965)}{2}$ = 1.900,758

   Sehingga untuk interval baru didapatkan u_1 = [1.229,55 ;1.900,758] dilanjutkan dengan u_2 = [1.900,758 ;2.571,965]. Untuk interval lainnya dihitung menggunakan cara yang sama, hasil keseluruhan dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini :

Tabel 2 Nilai Tengah Interval Setelah Proses Pembagian

Interval (u_i)	Batas Bawah	Batas Atas	Nilai Tengah (m)	Frekuensi
u_1	1.229,55	1.900,758	1.565,154	6
u_2	1.900,758	2.571,965	2.236,361	3
u_3	2.571,965	3.914,38	3.243,173	2
u_4	3.914,38	4.585,588	4.249,984	2
u_5	4.585,588	5.256,795	4.921,191	5
u_6	5.256,795	5.928,003	5.592,399	5
u_7	5.928,003	6.599,21	6.263,606	1
u_8	6.599,21	7.941,625	7.270,418	4
u_9	7.941,625	9.284,04	8.612,833	3

4. Mendefinisikan derajat keanggotaan himpunan fuzzy dan melakukan fuzzyfikasi

   Dalam menentukan derajat keanggotaan himpunan fuzzy terhadap Ai, dengan diasumsikan nilai dari fuzzyfikasi variabel linguistik data jumlah produksi kelapa sawit di provinsi Sumatera Utara yaitu A_1,A_2,A_3,…,A_9. Untuk setiap himpunan fuzzy ui dengan i = 1,2,…,9 didefinisikan terhadap Ai dengan menggunakan persamaan (2.11).

   $A_1 = 1/u_1 + 0{,}5/u_2 + 0/u_3 + \cdots + 0/u_9$

   $A_2 = 0{,}5/u_1 + 1/u_2 + 0{,}5/u_3 + \cdots + 0/u_9$

   $A_3 = 0/u_1 + 0{,}5/u_2 + 1/u_3 + \cdots + 0/u_9$

   ⋮ ⋮ ⋮ ⋮ … ⋮

   $A_9 = 0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + \cdots + 1/u_9$

Selanjutnya dilakukan fuzzyfikasi data jumlah produksi kelapa sawit di provinsi Sumatera Utara, dengan cara data tersebut diubah dari bentuk interval ke dalam bentuk nilai linguistik. Suatu pemisalan, pada tahun 1992 memiliki nilai sebesar 8.146,69 sehingga masuk ke dalam interval u_9 = [7.941,625 ;9.284,04]. Kemudian dilihat dari himpunan fuzzy yang terbentuk, u_9 memiliki derajat keanggotaan 1 saat berada pada himpunan A_9. Maka data jumlah produksi kelapa sawit di provinsi Sumatera Utara memiliki nilai fuzzyfikasi

Gamma-Pi: Jurnal Matematika Terapan dan Pendidikan Matematika
Volume 8 Nomor 1 Juni 2026

ISSN : 2721-7876

pada himpunan fuzzy A_9, selanjutnya dilakukan langkah yang sama untuk memperoleh nilai fuzzyfikasi data yang lainnya.

Tabel 3 Fuzzyfikasi Data Jumlah Produksi Kelapa Sawit Menggunakan *Fuzzy time series Cheng*

t	Waktu	Data Aktual	*Fuzzifykasi*
1	1992	8.146,69	A_9
2	1993	8.974,12	A_9
3	1994	9.284,04	A_9
4	1995	1.229,55	A_1
⋮	⋮	⋮	⋮
29	2020	7.199,75	A_8
30	2021	7.451,89	A_8
31	2022	7.859,7	A_8

5. Penentuan Fuzzy Logical Relationship (FLR) dan Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG) Fuzzy logical relationship (FLR) ditentukan dengan menghubungkan data pada periode sebelumnya $D(t-1)$ dengan data pada periode selanjutnya $D(t)$ dalam bentuk $Ai \rightarrow Aj$, dimana Ai adalah current state dari $D(t-1)$ dan Aj adalah next state dari $D(t)$. Tabel dibawah ini merupakan penentuan FLR pada data jumlah produksi kelapa sawit di provinsi Sumatera Utara menggunakan *Fuzzy time series Cheng,*

Tabel 4 FLR *Fuzzy time series Cheng*

t	Tahun	FLR
1	1992 → 1993	$A_9 \rightarrow A_9$
2	1993 → 1994	$A_9 \rightarrow A_4$
3	1994 → 1995	$A_4 \rightarrow A_1$
4	1995 → 1996	$A_1 \rightarrow A_1$
5	1996 → 1997	$A_1 \rightarrow A_1$
⋮	⋮	⋮
28	2019 → 2020	$A_8 \rightarrow A_8$
29	2020 → 2021	$A_8 \rightarrow A_8$
30	2021 → 2022	$A_8 \rightarrow A_8$

Setelah fuzzy logical relationship (FLR) terbentuk, selanjutnya ditentukan fuzzy logical relationship group (FLRG) dengan mengelompokkan current state yang sama. Misal FLR yang terbentuk adalah $A_9 \rightarrow A_9$, $A_9 \rightarrow A_9$ dan $A_9 \rightarrow A_1$ maka FLRG yang terbentuk adalah $A_9 \rightarrow A_6$,A_9,A_1. Hasil penentuan FLRG yang lainnya dapat dilihat pada tabel 5 berikut ini :

Tabel 5 FLRG Fuzzy time series Cheng

Grup	FLR	FLRG
1	A_1	A_1, A_1, A_1, A_1, A_2, A_8
2	A_2	A_2, A_2, A_3
3	A_3	A_3, A_4
4	A_4	A_4, A_5
5	A_5	A_5, A_5, A_5, A_6, A_6
6	A_6	A_6, A_6, A_6, A_5, A_7
7	A_7	A_1
8	A_8	A_8, A_8, A_8
9	A_9	A_9, A_9, A_1

6. Penentuan pembobotan pada *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG) Menentukan nilai pembobotan pada FLRG dilakukan dengan memasukkan semua hubungan dan memberikan bobot

ISSN : 2721-7876

berdasarkan urutan dan perulangan yang sama pada langkah pembentukan FLR. Sehingga diperoleh nilai pembobotan sebagai berikut:

$(t = 1)A_9 \rightarrow A_9$, diberikan bobot 1
$(t = 2)A_9 \rightarrow A_9$, diberikan bobot 2
$(t = 3)A_9 \rightarrow A_1$, diberikan bobot 1
⋮
$(t = 30)A_8 \rightarrow A_8$, diberikan bobot 3

Nilai pembobotnya dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 6 Pembobotan pada FLRG

$X(t-1)$	$X(t)$								
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9
A_1	4	1	0	0	0	0	0	1	0
A_2	0	2	1	0	0	0	0	0	0
A_3	0	0	1	1	0	0	0	0	0
A_4	0	0	0	1	1	0	0	0	0
A_5	0	0	0	0	3	2	0	0	0
A_6	0	0	0	0	1	3	1	0	0
A_7	1	0	0	0	0	0	0	0	0
A_8	0	0	0	0	0	0	0	3	0
A_9	1	0	0	0	0	0	0	0	2

7. Mentransfer bobot ke dalam matriks pembobotan ternormalisasi Bobot yang telah diperoleh pada langkah sebelumnya ditransfer ke dalam bentuk matriks pembobotan yang telah dinormalisasi dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Wn(1) = [\ 4\ 4+1+1\ ,\ 1\ 4+1+1\ ,\ 1\ 4+1+1\ ]$$

$$Wn(1) = [4\ 6\ ,\ 1\ 6\ ,\ 1\ 6\ ]$$

Untuk pembobot lainnya yang ditransfer ke dalam matriks pembobotan ternormalisasi selengkapnya dapat dilihat pada tabel 7 berikut :

Tabel 7 Pembobotan Ternormalisasi

$X(t-1)$	$X(t)$								
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9
A_1	$\frac{4}{6}$	$\frac{1}{6}$	0	0	0	0	0	$\frac{1}{6}$	0
A_2	0	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$	0	0	0	0	0	0
A_3	0	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	0	0	0	0	0
A_4	0	0	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	0	0	0	0
A_5	0	0	0	0	$\frac{3}{5}$	$\frac{2}{5}$	0	0	0
A_6	0	0	0	0	$\frac{1}{5}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{1}{5}$	0	0
A_7	1	0	0	0	0	0	0	0	0
A_8	0	0	0	0	0	0	0	1	0
A_9	$\frac{1}{3}$	0	0	0	0	0	0	0	$\frac{2}{3}$

Gamma-Pi: Jurnal Matematika Terapan dan Pendidikan Matematika
Volume 8 Nomor 1 Juni 2026

ISSN : 2721-7876

8. Defuzzyfikasi data peramalan Untuk memperoleh hasil peramalan menggunakan fuzzy time series Cheng dihitung dengan cara mengalikan matriks defuzzyfikasi (Ldf) berupa nilai tengah dengan matriks pembobot yang telah dinormalisasikan (($Wn(t)$). Berikut merupakan hasil peramalan data jumlah produksi kelapa sawit di provinsi Sumatera Utara menggunakan metode Fuzzy time series Cheng:

$$F(32) = Ldf(t-1) \cdot Wn(t-1)$$

$$F(32) = Ldf(31) \cdot Wn(31)$$

$$F(32) = [m8] \cdot [A8]$$

$$F(32) = [7.270{,}418] \cdot [3\ 3\ ]$$

$$F(32) = 7.270{,}418$$

Dengan menggunakan cara yang serupa, sehingga diperoleh hasil peramalan keseluruhan dari data jumlah produksi kelapa sawit di provinsi Sumatera Utara menggunakan *fuzzy time series Cheng.*

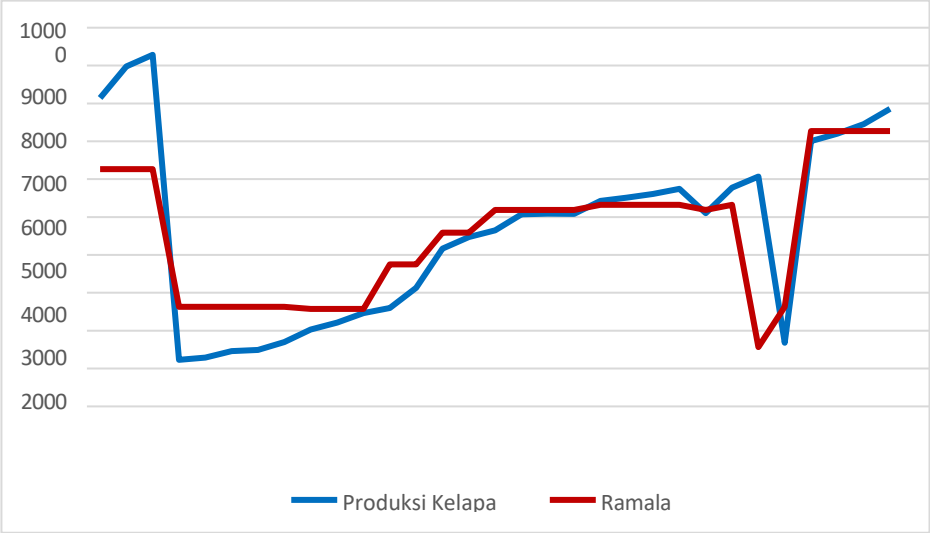
Tabel 8 Hasil Peramalan Menggunakan Metode *Fuzzy time series Cheng*

t	Tahun	Data Aktual	Hasil Peramalan
1	1992	8.146,69	-
2	1993	8.974,12	6.263,60667
3	1994	9.284,04	6.263,60667
4	1995	1.229,55	6.263,60667
5	1996	1.287,4	2.627,899
6	1997	1.460,72	2.627,899
7	1998	1.491,87	2.627,899
8	1999	1.701,07	2.627,899
9	2000	2.026,63	2.627,899
10	2001	2.213,42	2.571,965
⋮	⋮	⋮	⋮
23	2014	5.745,23	5.323,9156
24	2015	5.101,38	5.323,9156
25	2016	5.775,63	5.189,6742
26	2017	6.068,18	5.323,9156
27	2018	1.682,29	1.565,154
28	2019	7.006,99	2.627,899
29	2020	7.199,75	7.270,418
30	2021	7.451,89	7.270,418
31	2022	7.859,7	7.270,418
32	2023	-	7.270,418

Setelah itu dari hasil peramalan tersebut didapatkanlah grafik perbandingan dari data aktual dengan data hasil peramalan jumlah produksi kelapa sawit di provinsi Sumatera Utara menggunakan *fuzzy time series Cheng* seperti pada gambar berikut ini.

Gamma-Pi: Jurnal Matematika Terapan dan Pendidikan Matematika
Volume 8 Nomor 1 Juni 2026

ISSN : 2721-7876



Gambar 2. Perbandingan data actual dan hasil peramalan *Fuzzy Time Series Cheng*

Berdasarkan gambar 2 dapat dilihat bahwa grafik hasil peramalan cenderung mendekati grafik data aktual produksi kelapa sawit, dimana pada tahun awal peramalan, grafik hasil peramalan berada jauh dibawah grafik data aktual kemudian untuk tahun selanjutnya grafik hasil peramalan mendekati grafik data aktual.

3.2 Fuzzy Time Series Lee

Dalam meramalkan data jumlah produksi kelapa sawit di provinsi Sumatera Utara dengan menggunakan *Fuzzy time series Lee*, terdiri dari beberapa langkah, yaitu sebagai berikut:

1. Menentukan himpunan semesta (U)

   Dalam menentukan himpunan semesta pada fuzzy time series Lee dapat dibentuk dengan menggunakan persamaan (2.1). Dari data jumlah produksi kelapa sawit di provinsi Sumatera Utara diketahui bahwa D_{min} = 1.229,55 dan D_{max} = 9.284,04 dan nilai $D1$ dan $D2$ didefinisikan sebagai sebarang konstanta, sehingga diperoleh sebagai berikut:

   $U = [Dmin - D1, Dmax + D2]$

   U = [1.229,55 − 10 ; 9.284,04 + 10]

   U = [1.219,55 ; 9.294,04]

2. Pembentukan panjang interval Dalam menentukan pembentukan lebar interval pada fuzzy time series Lee, dilakukan dengan beberapa langkah, yaitu:

- Range (R) dapat dihitung menggunakan pada persamaan (2.15) sebagai berikut:

  $R = Dmax + D2 - (Dmin - D1)$

  R = 9.294,04 – 1.219,55

  R = 8.074,49

  Sehingga diperoleh panjang interval adalah 8.074,49.

ISSN : 2721-7876

- Banyaknya kelas interval (K) dapat dihitung menggunakan persamaan Sturges pada persamaan (2.2), dengan n = 31 sehingga diperoleh :

  $K = 1 + 3{,}332 \times \log(31)$

  $K = 5{,}96922 \approx 6$

  Sehingga diperoleh banyak kelas interval adalah 6.

- Menentukan lebar interval (l) dapat dihitung menggunakan persamaan (2.7) sebagai berikut:

  $l = \frac{R}{K}$

  $l = \frac{8.074{,}49}{6} = 1.345{,}75$

  Sehingga didapat lebar interval sebesar 1.345,75 dan banyaknya kelas interval adalah 6. Sehingga pembentukan interval dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.8) sebagai berikut :

  $u_1 = [D_{min}, D_{min} + l]$

  $u_1 = [1.219{,}55 ; 1.219{,}55 + 1.345{,}75]$

  $u_1 = [1.219{,}55 ; 2.565{,}3]$

  Setelah itu, interval selanjutnya juga dapat dicari dengan menggunakan persamaan (2.8).

- Nilai tengah (m) dapat dihitung menggunakan persamaan (2.9). Pada interval u_1 = [1.219,55;2.565,3], nilai 1..219,55 merupakan batas bawah dan 2.565,3 merupakan batas atas sehingga diperoleh nilai tengahnya sebagai berikut :

  $m = \frac{batas\ bawah\ ui + batas\ atas\ ui}{2}$

  $m = \frac{1.219{,}55 + 2.565{,}3}{2} = 1.892{,}425$

Dengan menggunakan cara yang sama didapatkan keseluruhan nilai tengah dari setiap interval. Kemudian dari langkah-langkah tersebut dimasukkan dalam satu tabel interval dan nilai tengah sebagai berikut :

Tabel 9. Nilai Tengah dari Interval Fuzzy time series Lee

Interval (u_i)	Batas bawah	Batas atas	Nilai tengah (m)
u_1	1.219,55	2.565,3	1.892,425
u_2	2.565,3	3.911,05	3.238,175
u_3	3.911,05	5.256,8	4.583,925
u_4	5.256,8	6.602,55	5.929,675
u_5	6.602,55	7.948,3	7.275,425
u_6	7.948,3	9.294,05	8.621,175

3. Mendefinisikan derajat keanggotaan himpunan fuzzy dan melakukan fuzzyfikasi Pendefinisian derajat keanggotaan himpunan *fuzzy* terhadap Ai dengan diasumsikan nilai fuzzyfikasi dari variabel linguistik data jumlah produksi kelapa sawit di provinsi Sumatera Utara yaitu A_1,A_2,A_3,…,A_6. Untuk setiap himpunan fuzzy ui dengan i = 1,2,…,6 didefinisikan terhadap Ai. Berikut pendefinisian derajat keanggotaan himpunan *fuzzy* terhadap Ai:

Gamma-Pi: Jurnal Matematika Terapan dan Pendidikan Matematika
Volume 8 Nomor 1 Juni 2026

ISSN : 2721-7876

$$A_1 = 1/u1 + 0{,}5/u2 + 0/u3 + \cdots + 0/u6$$

$$A_2 = 0{,}5/u1 + 1/u2 + 0{,}5/u3 + \cdots + 0/u6$$

$$A_3 = 0/u1 + 0{,}5/u2 + 1/u3 + \cdots + 0/u6$$

$$\vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \ldots \quad \vdots$$

$$A_6 = 0/u1 + 0/u2 + 0/u3 + \cdots + 1/u6$$

Selanjutnya dilakukan fuzzyfikasi data jumlah produksi kelapa sawit di provinsi Sumatera Utara, dengan cara data tersebut diubah ke dalam bentuk nilai linguistik. Suatu pemisalan, pada tahun 1992 memiliki nilai sebesar 8.146,69 sehingga masuk ke dalam interval u_6 = [7.948,29 ;9.294,04]. Kemudian dilihat dari himpunan fuzzy yang terbentuk, u_6 memiliki derajat keanggotaan 1 saat berada pada himpunan A_6. Maka data jumlah produksi kelapa sawit di provinsi Sumatera Utara memiliki nilai fuzzyfikasi pada himpunan fuzzy A_6, selanjutnya dilakukan langkah yang sama untuk memperoleh nilai fuzzyfikasi data yang lainnya.

Tabel 10 Fuzzyfikasi Data Jumlah Produksi Kelapa Sawit Menggunakan Fuzzy time series Cheng

t	Waktu	Data Aktual	*Fuzzifykasi*
1	1992	8.146,69	A_6
2	1993	8.974,12	A_6
3	1994	9.284,04	A_6
4	1995	1.229,55	A_1
⋮	⋮	⋮	⋮
29	2020	7.199,75	A_5
30	2021	7.451,89	A_5
31	2022	7.859,7	A_5

4. Penentuan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) dan *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG) *Fuzzy logical relationship* (FLR) ditentukan dengan menghubungkan data pada periode sebelumnya $D(t-1)$ dengan data pada periode selanjutnya $D(t)$ dalam bentuk $Ai \rightarrow Aj$, dimana Ai adalah current state dari $D(t-1)$ dan Aj adalah next state dari $D(t)$. Tabel dibawah ini merupakan penentuan FLR pada data jumlah produksi kelapa sawit di provinsi Sumatera Utara menggunakan Fuzzy time series Lee.

Tabel 11 FLR Fuzzy time series Lee

t	Tahun	FLR
1	1992 → 1993	$A_6 \rightarrow A_6$
2	1993 → 1994	$A_6 \rightarrow A_6$
3	1994 → 1995	$A_6 \rightarrow A_1$
4	1995 → 1996	$A_1 \rightarrow A_1$
⋮	⋮	⋮
28	2019 → 2020	$A_5 \rightarrow A_5$
29	2020 → 2021	$A_5 \rightarrow A_5$
30	2021 → 2022	$A_5 \rightarrow A_5$

Setelah fuzzy logical relationship (FLR) terbentuk, selanjutnya ditentukan fuzzy logical relationship group (FLRG) dengan mengelompokkan current state yang sama. Misal FLR yang terbentuk adalah $A_6 \rightarrow A_6$, $A_6 \rightarrow A_6$ dan $A_6 \rightarrow A_1$ maka FLRG yang terbentuk adalah $A6 \rightarrow A6,A6,A1$. Hasil penentuan FLRG yang lainnya dapat dilihat pada tabel 12 dibawah ini.

ISSN : 2721-7876

Tabel 12 FLRG Fuzzy time series Lee

Grup	FLR	FLRG
1	A_1	$A_1, A_1, A_1, A_1, A_1, A_1, A_1, A_2, A_5$
2	A_2	A_2, A_3
3	A_3	$A_3, A_3, A_3, A_3, A_3, A_4, A_4$
4	A_4	$A_4, A_4, A_4, A_3, A_4. A_1$
5	A_5	A_5, A_5, A_5
6	A_6	A_6, A_6, A_1

5. Defuzzyfikasi data peramalan Untuk memperoleh hasil peramalan menggunakan *fuzzy time series Lee* dihitung dengan menggunakan persamaan (2.16), (2.17), (2.18). Berikut merupakan hasil peramalan data jumlah produksi kelapa sawit di provinsi Sumatera Utara menggunakan metode *Fuzzy time series Lee* :

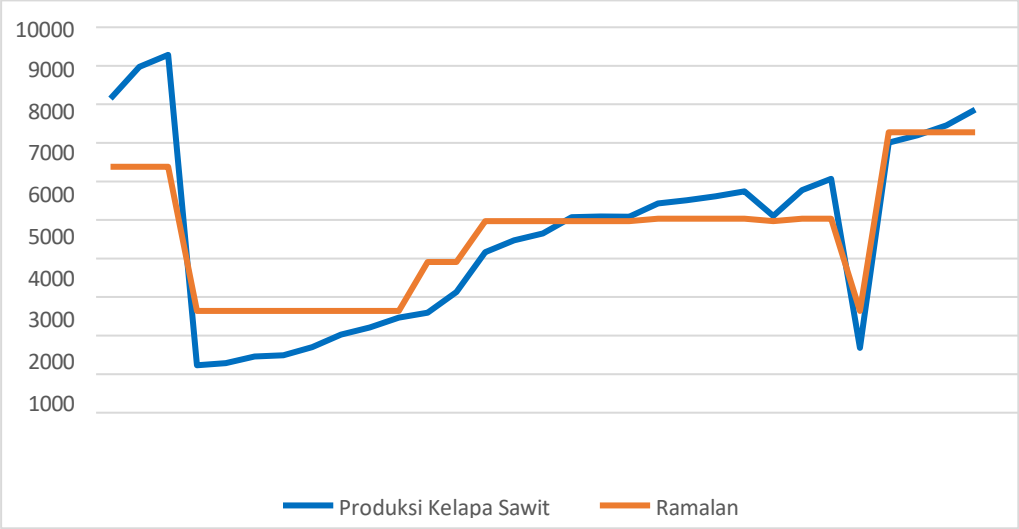
Tabel 13 Hasil Peramalan Menggunakan Metode Fuzzy time series Lee

Grup	FLR	FLRG	Perhitungan	Hasil Peramalan
1		$A_1, A_1, A_1, A_1, A_1,$	7/9(1.892,425)+1/9(3.238,175)	
	A_1	A_1, A_1, A_2, A_5	+1/9(7.275,425)	2.640,06389
2	A_2	A_2, A_3	1/2(3.238,175)+1/2(4.583,925)	3.911,05
		$A_3, A_3, A_3, A_3,$		
3	A_3	A_3, A_4, A_4	5/7(4.583,925)+2/7(5.929,675)	4.968,425
		$A_4, A_4, A_4, A_3,$	4/6(5.929,675)+1/6(4.583,925)	
4	A_4	$A_4. A_1$	+1/6(1.892,425)	5.032,50833
5	A_5	A_5, A_5, A_5	3/3(7.275,425)	7.275,425
6	A_6	A_6, A_6, A_1	2/3(8.621,175)+1/3(1.892,425)	6.378,25833

Berikut adalah grafik perbandingan dari data aktual dengan hasil peramalan jumlah produksi kelapa sawit di provinsi Sumatera Utara menggunakan metode *fuzzy time series Lee*.

Gamma-Pi: Jurnal Matematika Terapan dan Pendidikan Matematika
Volume 8 Nomor 1 Juni 2026

ISSN : 2721-7876



Gambar 3 Grafik Perbandingan Data Aktual Dengan Hasil Peramalan *Fuzzy Time Series Lee*

Berdasarkan gambar 3 dapat dilihat bahwa grafik hasil peramalan cenderung mendekati grafik data aktual produksi kelapa sawit, dimana pada tahun awal peramalan, grafik hasil peramalan berada jauh dibawah grafik data aktual kemudian untuk tahun selanjutnya grafik hasil peramalan mendekati grafik data aktual.

3.3 Analisis Tingkat Akurasi

Analisis tingkat akurasi digunakan untuk menghitung nilai error pada data aktual dan data hasil peramalan menggunakan Fuzzy time series Cheng dan Fuzzy time series Lee. Analisis yang dilakukan dalam menentukan tingkat keakuratan pada penelitian ini menggunakan *Mean Absolute Error* (MAE), *Mean Squared Error* (MSE), *Mean Percentage Error* (MPE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Berikut adalah hasil perhitungan tingkat akurasi jumlah produksi kelapa sawit di provinsi Sumatera Utara.

Tabel 14 Hasil Perhitungan Tingkat Akurasi

Tingkat Akurasi	*Fuzzy time series Cheng*	*Fuzzy time series Lee*
MAE	1.293,873	1.463,606
MSE	5.885.351,768	6.304.592,844
MPE	-0,016%	-0,225%
MAPE	0,345%	0,423%

Berdasarkan table 15 diketahui bahwa analisis akhir menggunakan MAE, MSE, MPE dan MAPE Fuzzy time series Cheng memiliki tingkat kesalahan (error) yang lebih kecil. Nilai MPE pada Fuzzy time series Cheng dan Fuzzy time series Lee bernilai negatif, ini berarti bahwa nilai error pada MPE sangatlah kecil. Untuk nilai MAPE diperoleh dari kedua metode memiliki nilai error < 10% sehingga kedua metode dapat dikatakan sangat baik, akan tetapi metode *Fuzzy time series Cheng* memiliki nilai error yang lebih kecil dibandingkan metode *Fuzzy time series Lee*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan dalam perbandingan uji akurasi *Fuzzy Time Series model Cheng* dan *Fuzzy Time Series model Lee* maka diperoleh kesimpulan yaitu, hasil peramalan (forecasting) jumlah produksi kelapa sawit di provinsi Sumatera Utara menggunakan metode *Fuzzy Time Series model Cheng* untuk tahun 2023 adalah 7270,418 ribu ton dan menggunakan metode *Fuzzy Time Series model Lee* untuk tahun 2023 adalah 7275,425 ribu ton. Jika dibandingkan dengan data aktual tahun 2022 sebesar 7859,7

ISSN : 2721-7876

ribu ton terhadap hasil peramalan menggunakan metode Fuzzy Time Series model Cheng dan *Fuzzy Time Series model Lee* yaitu hasil peramalannya mengalami penurunan. Kemudian metode *Fuzzy Time Series model Cheng* memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan *Fuzzy Time Series model Lee* untuk peramalan jumlah produksi kelapa sawit di provinsi Sumatera Utara.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang sudah membantu dan berpartisipasi dalam penulisan artikel ini.

Daftar Pustaka

[1] Elvani SP, Utary AR, Yudaruddin R. Peramalan Jumlah Produksi Tanaman Kelapa Sawit dengan Menggunakan Metode Arima. J Manaj. 2016;8(1):95– 112..
[2] Badan Pusat Statistik. Statistik Indonesia 2023. Jakarta: Badan Pusat Statistik Indonesia. 2023..
[3] Badan Pusat Statistik. Provinsi Sumatera Utara Dalam Angka 2023. Badan Pusat Statistik Sumatera Utara. 2023
[4] Telaumbanua EF, Nurviana N. Peramalan Jumlah Penduduk Miskin Di Kabupaten Aceh Tamiang Menggunakan Metode Exponential Smoothing. Gamma-Pi: J Mat dan Terap. 2022;4(1):31–5
[5] Andika F, Nurviana, Sari RP. Peramalan Menggunakan Fuzzy Time Series Chen (Studi Kasus Curah Hujan Kota Langsa). Amalgamasi: J Math Appl. 2022;1(2).
[6] Desmonda D, Tursina T, Irwansyah MA. Prediksi Besaran Curah Hujan Menggunakan Metode Fuzzy Time Series. J Sist dan Teknol Inf. 2018;6(4):145–9.
[7] Setiani FE. Pengaplikasian Fuzzy Time Series Chen Dan Fuzzy Time Series Cheng Dalam Memprediksi Kurs Rupiah Terhadap Dollar Singapura. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. 2019.
[8] Anggriani D. Perbandingan Model Chen Dan Model Lee Pada Metode Fuzzy Time Series Untuk Prediksi Harga Emas. UIN Syarif Kasim. 2012.
[9] Waruwu F, Simanihuruk BW, Prasetyo P, Hermansyah H. Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit Di Pre - Nursery Dengan Komposisi Media Tanam Dan Konsentrasi Pupuk Cair Azolla Pinnata Berbeda. J Ilmu-Ilmu Pertan Indones. 2018;20(1):7–12.
[10] Pasaribu DF, Damanik IS, Irawan E, Tambunan HS. Memanfaatkan Algoritma K-Means Dalam Memetakan Potensi Hasil Produksi Kelapa Sawit PTPN IV Marihat. BIOS J Teknol Inf dan Rekayasa Komput. 2021;2(1):11–20
[11] Rosa RN, Zaman S. Pengelolaan Pembibitan Tanaman Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq.) Di Kebun Bangun Bandar, Sumatera Utara. Bul Agrohorti. 2017;5(3):325–33.
[12] Badan Pusat Statistik. Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2020. Jakarta: Badan Pusat Statistik Indonesia. 2020.
[13] Cendanasari M, Putri K, Anggraeni W. Penerapan Metode Campuran Autoregressive Integrated Moving Average dan Quantile Regression (ARIMA-QR) untuk Peramalan Harga Cabai Sebagai Komoditas Strategis Pertanian Indonesia. J Tek ITS. 2018;7(1).
[14] Muhammad M. Penerapan Fuzzy Time Series Lee Untuk Peramalan Nilai Tukar Petani Subsektor Peternakan Di Kalimantan Timur. Universitas Mulawarman. 2020.
[15] Tauryawati ML, Irawan MI. Perbandingan Metode Fuzzy Time Series Cheng dan Metode Box-Jenkins untuk Memprediksi IHSG. J Sains Dan Seni POMITS. 2014;3(2).
[16] Sakti IM. Perbandingan Akurasi Prediksi IHSG Dengan Fuzzy Time Series Cheng Dan Double Exponential Smoothing. UIN Maulana Malik Ibrahim. 2019.
[17] Sumartini, Hayati MN, Wahyuningsih S. Peramalan Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Cheng. J Eksponensial. 2017;8(1):51–6.
[18] Al-Kadry IR. Peramalan Inflasi Di Indonesia Dengan Metode Fuzzy Time Series Cheng Yang Dimodifikasi. Universitas Hasanuddin. 2015.
[19] Nafisah JS. Perbandingan Uji Akurasi Fuzzy Time Series Model Cheng Dan Lee Dalam Memprediksi Perkembangan Harga Cabai Rawit. UIN Maulana Malik Ibrahim. 2022.

ISSN : 2721-7876

[20] Jamaludin A. Peramalan Jumlah Pinjaman Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Cheng. Syntax J Inform. 2017;6(2):69–77.