

PENERAPAN METODE *FUZZY TIME SERIES RUEY CHYN TSAUR* DALAM MEMPREDIKSI HARGA *KERNEL* SAWIT

RAHMAWATI*, ZAH RATUL JANNAH, ADE NOVIA RAHMA

Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

*email : rahmawati@uin-suska.ac.id, 121504224564@students.uin-suska.ac.id,
adenoviarahma_mufti@yahoo.co.id*

Diterima 21 Desember 2024 Direvisi 14 Mei 2025 Dipublikasikan 25 Mei 2025

Abstrak. *Kernel* atau inti sawit merupakan bagian terpenting dari buah sawit. Proses pengolahannya mencakup pemisahan serabut dan biji serta pemisahan cangkang dan *kernel*. Cangkang sawit dimanfaatkan sebagai bahan bakar ketel uap, arang, dan pengeras jalan. Sementara itu, *kernel* diolah menjadi minyak inti sawit. Penelitian ini bertujuan memprediksi harga *kernel* sawit di Provinsi Riau tahun 2024 menggunakan metode *Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaaur*. Metode ini unggul dalam menangani data yang tidak pasti dan fluktuatif, mampu memprediksi pola musiman, meningkatkan akurasi dengan interval dinamis, serta cocok untuk prediksi jangka pendek dan panjang. Penelitian ini berbeda dengan studi sebelumnya karena objek penelitian adalah sektor pertanian, sementara kebanyakan penelitian lain menerapkan metode ini di sektor keuangan atau ekonomi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prediksi harga *kernel* sawit per kilogram di tahun 2024 di Provinsi Riau mengalami penurunan dibandingkan tahun 2023. Penurunan ini dipengaruhi oleh faktor seperti penawaran yang melimpah, penurunan permintaan, dan perubahan harga minyak sawit. Akurasi prediksi mencapai 95,59%, sehingga dapat disimpulkan bahwa metode ini memberikan hasil prediksi yang sangat baik.

Kata Kunci: Fuzzy Time Series Rue Chyn Tsaaur, *kernel*, MAPE

Abstract. *The kernel, or what is known as the palm kernel, is the most important part of the palm fruit. The kernel processing process includes separating the fibers and seeds and separating the shell from the palm kernel (kernel). Palm kernel shells are used as fuel for steam boilers, charcoal, road pavers, and so on. Meanwhile, palm kernels are reprocessed into palm kernel oil. The aim of this research is to find out the prediction results for palm kernel prices in Riau Province in 2024. The method used in this research is the Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaaur. The prediction results using the Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaaur method show that the prediction of palm kernel prices has a high level of accuracy of prediction results, namely 95.59%, so it can be concluded that the prediction of palm kernel prices produces excellent prediction values.*

Keywords. Fuzzy Time Series Rue Chyn Tsaaur, *kernel*, MAPE

*penulis korespondensi

1. Pendahuluan

Kernel atau inti sawit, merupakan bagian penting kedua setelah *mesokarp*, yaitu daging buah kelapa sawit, atau *mesokarp*. Proses pengolahan kernel meliputi pemisahan serabut dan biji, serta pemisahan cangkang dari inti sawit. Cangkang sawit dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, seperti bahan bakar ketel uap, arang, pengeras jalan, dan lain lain. Sementara *kernel* sawit diolah lebih lanjut menjadi minyak inti sawit yang mengandung lemak, protein, serat, dan air, dengan kandungan minyak mencapai 44 – 45%. Sebagian besar kernel diekspor dalam bentuk minyak kernel mentah. Di Provinsi Riau, harga kernel sawit mengalami fluktuasi mingguan yang dapat memberikan pengaruh pada perekonomian dan kesejahteraan petani. Untuk mengantisipasi dampak dari naik dan turunnya harga *kernel* sawit, maka diperlukan metode prediksi yang akurat guna membantu pemerintah dalam menyusun kebijakan strategis yang dapat menjaga stabilitas harga dan mendukung keberlanjutan sektor kelapa sawit.

Terdapat berbagai metode dalam melakukan kegiatan prediksi. Salah satu metode prediksi yang dapat digunakan adalah *Fuzzy Time Series*. Konsep *Fuzzy Time Series* didasarkan pada teori himpunan *fuzzy*, logika *fuzzy*, dan pemikiran perkiraan. *Fuzzy Time Series* merupakan proses dinamik variabel linguistik yang nilai linguistiknya merupakan himpunan *fuzzy*. Keuntungan pemodelan *Fuzzy Time Series* memungkinkan kita untuk merumuskan masalah berdasarkan pengetahuan ahli dan data empiris [3]. *Fuzzy time series* merupakan salah satu dari pembagian Metode *Fuzzy*. Terdapat beberapa pembagian dari Metode *Fuzzy* antara lain: *Fuzzy Inference System* contohnya metode *Fuzzy Sugeno* dan *Fuzzy Tsukamoto* yang telah diteliti oleh [4], [5], [6], [7], [8], dan [9]. Selanjutnya, *Fuzzy Linear Programming* yang telah diteliti oleh [10]. Kemudian, *Fuzzy Clustering* seperti metode *Fuzzy C-Means* dan *Fuzzy Subtractive Clustering* yang telah diteliti oleh [11] dan [12]. Selanjutnya, *Fuzzy Analytical Hierarchy* yang telah diteliti oleh [13]. Terakhir, *Fuzzy Time Series* contohnya metode *Chen*, *Cheng*, *Chen-Hsu*, dan *Ruey Chyn Tsaur* yang telah diteliti oleh [14], [15], [16], [17], [18], [19], [20], dan [21].

Dalam penelitian ini digunakan metode *Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaur* untuk memprediksi harga *kernel* sawit di Provinsi Riau, dengan kelebihan dibandingkan metode *fuzzy time series* lainnya adalah metode tersebut dapat menangani data tidak pasti dan fluktuatif, tanpa distribusi data tertentu, mampu memprediksi pola musiman, meningkatkan akurasi prediksi dengan interval dinamis, mudah diimplementasikan, dan mampu untuk memprediksi secara jangka pendek ataupun panjang. Terdapat beberapa penelitian terkait Metode *Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaur*, seperti pada tahun 2023 dilakukan penelitian oleh [20]. Dalam penelitian ini, dilakukan prediksi pada jumlah penerima dana guru bantu di Provinsi Riau tahun 2022 – 2023. Dari data sampel yang dievaluasi, diperoleh nilai *error* sebesar 0,536073441 dan prediksi jumlah guru yang akan mendapat dana bantuan pada tahun 2022 adalah sekitar 138 – 196 orang sedangkan pada tahun 2023 sekitar 110-138 orang dengan rata-rata nilai MAPE 0,168687% yang termasuk dalam kategori sangat baik. Kemudian pada penelitian [22] yang dilakukan setahun sebelum tahun 2023, memprediksi data nilai kondisi jumlah berat barang yang diangkut melalui

transportasi kereta api di Pulau Jawa pada periode Januari 2020 hingga Juli 2022 menggunakan FTS *Logika Ruey Chyn Tsaur* menghasilkan nilai sebesar 10117,6. Dengan metode yang sama, prediksi yang akurat juga diperoleh untuk jumlah berat barang dalam transportasi kereta api di Pulau Jawa selama periode yang sama, dengan nilai MAPE sebesar 8,05% yang termasuk dalam kriteria sangat baik. Selanjutnya pada penelitian [3] yang dilakukan di tahun 2021. Penelitian ini melakukan prediksi pada curah hujan di PPKS Bukit Sentang kemudian menyimpulkan bahwa prediksi curah hujan di PPKS Bukit Sentang dengan menggunakan *Logika Ruey Chyn Tsaur* menunjukkan angka 351 mm untuk bulan Januari 2012 dan 151 mm untuk bulan Desember 2021. Rata-Rata MAPE yang diperoleh adalah 0,37%, dengan Tingkat presisi perkiraan mencapai 99,63% yang termasuk dalam kategori sangat baik.

Berdasarkan latar belakang dan beberapa penelitian terdahulu, penulis tertarik untuk melakukan penelitian yang bertujuan untuk mendapatkan prediksi harga kernel sawit per kilogram di Provinsi Riau. Kontribusi baru yang diharapkan dari penelitian ini adalah pemahaman yang lebih mendalam tentang bagaimana cara untuk mendapatkan nilai prediksi harga kernel tersebut. Dalam penelitian ini, nantinya akan dilakukan prediksi harga kernel sawit untuk tahun 2024 menggunakan data harga kernel sawit per kilogramnya pada tahun 2023 di Provinsi Riau sesuai dengan Langkah-langkah Metode *Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaur*.

2. Metode Penelitian

Dalam memprediksi harga kernel sawit tahun 2024 di Provinsi Riau, penelitian ini menggunakan Metode *Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaur*. Metode ini diciptakan oleh Ruey Chyn Tsaur untuk memprediksi deret waktu dengan mengintegrasikan logika fuzzy dan analisis deret waktu [3]. Penelitian ini menggunakan data harga kernel sawit per kilogram di Provinsi Riau pada tahun 2023 yang disajikan pada Tabel 1.

Data pada Tabel 1 diolah menggunakan metode *Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaur*. Berikut adalah langkah-langkah pada metode *Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaur* ([3], [20], [22]):

(1) Menentukan Himpunan Semesta U .

Penentuan himpunan semesta merupakan tahap menentukan nilai maksimum serta nilai minimum dari data historis yang telah diberikan, menggunakan persamaan:

$$U = D_{min}; D_{maks}, \quad (2.1)$$

dimana D_{min} adalah nilai minimum pada data, dan D_{maks} adalah nilai maksimum pada data.

(2) Membentuk Interval.

Proses pembentukan interval dilakukan dengan menghitung jumlah partisi yang dihasilkan dari pembagian himpunan semesta menjadi beberapa sub-interval dengan rentang nilai yang luas. Untuk menentukan ukuran interval digunakan

Tabel 1. Data Harga *Kernel* Sawit di Provinsi Riau Tahun 2023

Bulan	Minggu (Rp)			
	I	II	III	IV
Januari	5.572,67	5.794,39	5.738,74	5.721,00
Februari	5.584,42	5.594,54	5.712,63	5.905,41
Maret	6.573,67	6.261,26	7.215,79	6.564,26
April	6.618,27	6.461,88	6.296,79	5.892,66
Mei	5.433,00	5.365,85	5.837,69	5.174,57
Juni	5.318,37	5.729,19	5.222,54	4.774,00
Juli	5.647,00	4.930,71	4.939,94	4.888,39
Agustus	5.368,53	5.393,02	5.036,27	5.360,91
September	5.189,07	4.770,96	5.013,77	5.169,91
Oktober	5.342,22	5.030,90	6.151,00	5.076,45
November	5.162,00	4.599,15	5.331,75	5.522,06
Desember	5.428,23	5.214,46	5.312,76	5.317,90

metode *Sturges*, dengan rumus sebagai berikut:

$$n = 1 + 3,22 \log N, \quad (2.2)$$

dimana n adalah banyaknya partisi, dan N adalah jumlah data historis.

Untuk menentukan durasi interval yang diterapkan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$I = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{n}, \quad (2.3)$$

dimana I adalah panjang interval, $D_{\max}$ adalah nilai maksimum pada data, serta $D_{\min}$ adalah nilai minimum pada data. Kemudian pada setiap interval diperoleh sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 u_1 &= D_{\min}; D_{\min} + 1, \\
 u_2 &= D_{\min} + 1; D_{\min} + 2I, \\
 &\dots \\
 u_2 &= D_{\min} + (n - 1); D_{\min} + 1, \\
 u_n &= d_n; d_{n+1}.
 \end{aligned} \quad (2.4)$$

dimana n adalah banyaknya partisi yang didapatkan pada langkah sebelumnya, serta d_n adalah pemisalan u_n . Kemudian dihitung nilai tengah untuk masing-masing interval menggunakan rumus sebagai berikut.

$$m_n = \frac{d_n - d_{n+1}}{2}, \quad (2.5)$$

dimana m_n adalah nilai tengah pada setiap interval, dan d_n adalah pemisalan u_n .

(3) Menentukan Himpunan *Fuzzy*.

Identifikasi himpunan *fuzzy* untuk semesta (U). Agar lebih sederhana, setiap himpunan *fuzzy* $A_i = 1, 2, 3, \dots, n$ didefinisikan dalam sejumlah interval yang telah ditentukan, dimana $A_1, A_2, \dots, A_n$ ditentukan berdasarkan Persamaan (3.2), sehingga diperoleh:

$$\begin{aligned}
 A_1 &= \frac{1}{u_1} + \frac{0.5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \dots + \frac{0}{u_i}, \\
 A_2 &= \frac{0.5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \dots + \frac{0}{u_i}, \\
 A_3 &= \frac{0}{u_1} + \frac{0.5}{u_2} + \frac{1}{u_3} + \dots + \frac{0}{u_i}, \\
 A_4 &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0.5}{u_3} + \dots + \frac{0}{u_i}, \\
 &\vdots \\
 A_i &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \dots + \frac{0.5}{u_{i-1}} + \frac{0}{u_i}.
 \end{aligned} \tag{2.6}$$

(4) Menentukan Fuzzifikasi Data.

Fuzzifikasi bertujuan untuk mengkonversi variabel numerik menjadi variabel *fuzzy* dalam bentuk interval. Variabel *fuzzy* ini dipahami sebagai variabel linguistik. Proses mengubah variabel numerik menjadi variabel linguistik dilakukan dengan mengelompokkan data ke dalam himpunan *fuzzy* A yang telah ditentukan sebelumnya.

(5) Menentukan *Fuzzy Logic Relations* (FLR).

Fuzzy Logic Relations (FLR) merupakan hubungan antara setiap data dan data berikutnya sebagai himpunan dasar A . Jika $F(t-1) = A_i$ dan $F(t) = A$ maka hubungan FLR ditulis dengan $A_i \rightarrow A_j$, dimana A_i ialah *current stage* atau kejadian saat ini dan A_j ialah *next stage* atau kejadian selanjutnya.

(6) Menentukan *Fuzzy Logic Relations Group* (FLRG).

Fuzzy Logic Relations Group (FLRG) merupakan pengelompokan *Fuzzy Logic Relations* (FLR) yang memiliki kesamaan bentuk. FLRG dibentuk berdasarkan hubungan dengan sisi kiri atau kejadian saat ini yang bersifat konstan. Hasil dari proses ini akan menjadi dasar dalam perhitungan defuzzifikasi. Sehingga dapat menghasilkan matriks probabilitas transisi.

(7) Menghitung Matriks Probabilitas Transisi.

Untuk menghitung probabilitas transisi dapat digunakan persamaan sebagai berikut.

$$P_{ij} = \frac{M_{ij}}{M_i} \text{ dan } j = 1, 2, 3, \dots, \tag{2.7}$$

dimana P_{ij} adalah probabilitas transisi dari kejadian i dan j , M_{ij} adalah jumlah transisi dari i dan j , serta M_i adalah jumlah kejadian yang terjadi i dan j .

Berikut ini adalah bagaimana matriks probabilitas transisi ditulis:

$$[P_{ij}]_{n \times m} = \begin{bmatrix} P_{11} & \dots & P_{1n} \\ \dots & P_{22} & \dots \\ P_{n1} & \dots & P_{nn} \end{bmatrix}, \tag{2.8}$$

dimana $P_{ij} \geq 0$, n adalah banyaknya baris, m adalah banyaknya kolom.

(8) Menentukan Defuzzifikasi.

Berikut langkah-langkah untuk melakukan defuzzifikasi:

(a) Menghitung Prediksi Awal.

Prediksi awal dihasilkan dari FLR, FLRG, dan matriks probabilitas transisi yang telah didapatkan sebelumnya. Beberapa cara berikut dapat digunakan untuk prediksi awal $F(t)$, dimana $t = 1, 2, 3, \dots, n$:

- (i) Jika FLRG dari A_i adalah himpunan kosong $A_i \rightarrow \emptyset$ maka prediksi adalah m_i , yaitu titik tengah dari u_i , dengan persamaan berikut:

$$F(t) = m_i. \quad (2.9)$$

- (ii) Jika FLRG dari A_i adalah himpunan *one to one* ($A_i \rightarrow A_k$) dimana $P_{ij} = 0$ dan $P_{ik} = 1$, dengan $j \neq k$ maka hasil prediksi $f(t)$ adalah nilai tengah dari u_k dengan persamaan berikut:

$$F(t) = m_k P_{jk} = m_k. \quad (2.10)$$

- (iii) Jika FLRG adalah himpunan *one to many* ($A_i \rightarrow A_1, A_2, A_3, \dots, A_j$) dengan $Y_t - 1$ adalah sebenarnya $(t - 1)$ maka hasil prediksi diperoleh dengan persamaan berikut:

$$F(t) = m_1 P_i 1 + m_2 P_i 2 + \dots + m_{i-1} P_{i(i-1)}, \\ + Y_{t-1} P_i i + m_{i+1} P_{i(i+1)} + \dots + m + i P_i. \quad (2.11)$$

(b) Menyesuaikan Kecenderungan Nilai Prediksi.

Berikut beberapa cara dalam menyesuaikan kecenderungan nilai prediksi:

- (i) Jika FLR A_i berada dalam komunikasi bersama A_j , dimulai dari keadaan A_i pada waktu $t - 1$, yang dinyatakan sebagai $F(t - 1) = A_i$, dan beralih ke keadaan A_j pada waktu t dimana $(i < j)$, maka dilakukan menggunakan persamaan berikut:

$$D = \frac{I \times s}{2}, \quad (2.12)$$

dimana I adalah panjang interval, s adalah banyaknya transisi maju.

- (ii) Jika FLR A_i berada dalam komunikasi bersama A_j , dimulai dari keadaan A_i pada waktu $t - 1$, yang dinyatakan $F(t - 1) = A_i$, dan beralih ke keadaan A_j pada waktu t , dimana $(i > j)$, maka dilakukan menggunakan persamaan berikut:

$$D = - \left(\frac{I \times r}{2} \right), \quad (2.13)$$

dimana I adalah panjang interval, s adalah banyaknya transisi mundur.

- (iii) Jika FLR A_i berada dalam komunikasi bersama A_j , dimana $i = j$ maka nilai kecenderungan hasil dari peramalan yaitu $D = 0$.

(c) Menghitung Hasil Prediksi Akhir.

Hasil prediksi akhir didapatkan dari proses penggabungan *fuzzy time series*

dan *Markov chain* yang dilakukan dengan perhitungan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$F(t) = F(t) + D, \quad (2.14)$$

dimana $F(t)$ adalah hasil prediksi akhir, $F(t)$ adalah hasil peramalan akhir, dan D adalah nilai kecenderungan awal.

(9) Pengukuran Ketepatan Hasil Prediksi.

Ukuran variabel prediksi adalah salah satu faktor penting dalam meningkatkan akurasi peramalan sehingga untuk perhitungan *error* dapat menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) [20]. MAPE digunakan ketika ukuran variabel prediksi menjadi faktor kunci dalam mengevaluasi prediksi tersebut [23]. Rumus perhitungan MAPE adalah sebagai berikut [19]:

$$\text{MAPE} = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right| \times 100}{n}, \quad (2.15)$$

dimana y_t adalah data aktual pada periode ke- t , $\hat{y}_t$ adalah data prediksi pada periode ke- t , dan n adalah banyaknya data.

Pada Tabel 2 diberikan kategorisasi nilai MAPE [24]:

Tabel 2. Kriteria Perhitungan Prediksi *Error* MAPE

Nilai MAPE (%)	Tingkat Keakuratan Prediksi
$0\% < \text{MAPE} < 10\%$	Akurasi prediksi sangat baik
$10\% < \text{MAPE} < 20\%$	Akurasi prediksi baik
$20\% < \text{MAPE} < 50\%$	Akurasi prediksi cukup
$\text{MAPE} > 50\%$	Akurasi prediksi yang buruk

3. Hasil dan Analisa

Berikut langkah-langkah dalam menentukan harga kernel sawit pada tahun 2024 menggunakan metode *Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaur*.

(1) Menentukan Himpunan Semesta.

Menggunakan Persamaan (3.1), maka diperoleh himpunan semesta sebagai berikut:

$$U = D_{min}; D_{maks} = [4.599, 15; 7.215, 79]. \quad (3.1)$$

(2) Menentukan Interval.

Setelah mendapatkan himpunan semesta U , selanjutnya digunakan Persamaan (3.2) untuk mendapatkan jumlah partisi (n).

$$n = 1 + 3, 22 \log N = 1 + 3, 22 \log(48) = 6, 4169592668 \approx 6. \quad (3.2)$$

Setiap partisi memiliki panjang interval yang seragam, dapat dihitung menggunakan Persamaan (3.3).

$$I = \frac{D_{maks} - D_{min}}{n} = \frac{7.215,79 - 4.599,15}{6} = 436,11. \quad (3.3)$$

Setelah itu, dicari definisi partisi u_1, u_2, u_3, u_4, u_5 , dan u_6 , dari himpunan semesta U dengan menggunakan Persamaan (3.4).

$$\begin{aligned} u_n &= d_n; d_{n+1}, \\ u_1 &= 4.599,15; 5.035,26, \\ u_2 &= 5.035,26; 5.471,36, \\ u_3 &= 5.471,36; 5.907,47, \\ u_4 &= 5.907,47; 6.343,58, \\ u_5 &= 6.343,58; 6.779,68, \\ u_6 &= 6.779,68; 7.215,79. \end{aligned} \quad (3.4)$$

Kemudian digunakan Persamaan (3.5) untuk mendapatkan nilai tengah (m) pada masing-masing himpunan semesta U .

$$\begin{aligned} m_n &= \frac{d_n + d_{n+1}}{2}, \\ m_1 &= 4.817,20, \\ m_2 &= 5.253,31, \\ m_3 &= 5.689,42, \\ m_4 &= 6.125,52, \\ m_5 &= 6.561,63, \\ m_6 &= 6.997,74. \end{aligned} \quad (3.5)$$

(3) Menentukan Himpunan *Fuzzy*.

Untuk menentukan himpunan *fuzzy* digunakan Persamaan (3.6).

$$\begin{aligned} A_1 &= \frac{1}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6}, \\ A_2 &= \frac{0,5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0,5}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6}, \\ A_3 &= \frac{0}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{1}{u_3} + \frac{0,5}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6}, \\ A_4 &= \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_2} + \frac{0,5}{u_3} + \frac{1}{u_4} + \frac{0,5}{u_5} + \frac{0}{u_6}, \\ A_5 &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0,5}{u_4} + \frac{1}{u_5} + \frac{0,5}{u_6}, \\ A_6 &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0,5}{u_5} + \frac{1}{u_6}. \end{aligned} \quad (3.6)$$

(4) Fuzzifikasi.

Fuzzifikasi ditentukan dari nilai linguistik yang berasal dari himpunan *fuzzy* yang telah diperoleh sebelumnya. Pada Tabel 3 disajikan data fuzzifikasi.

Tabel 3: Data Fuzzifikasi Harga *Kernel* Sawit per Kilogram di Provinsi Riau Tahun 2023

Bulan	Minggu	Harga (Rp)	Fuzzifikasi
Januari	I	5.572,67	A_3
	II	5.794,39	A_3
	III	5.738,74	A_3
	IV	5.721,00	A_3
Februari	I	5.584,42	A_3
	II	5.594,54	A_3
	III	5.712,63	A_3
	IV	5.905,41	A_3
Maret	I	6.573,67	A_5
	II	6.261,26	A_4
	III	7.215,79	A_6
	IV	6.564,26	A_5
April	I	6.618,27	A_5
	II	6.461,88	A_5
	III	6.296,79	A_4
	IV	5.892,66	A_3
Mei	I	5.433,00	A_2
	II	5.365,85	A_2
	III	5.837,69	A_3
	IV	5.174,57	A_2
Juni	I	5.318,37	A_2
	II	5.729,19	A_3
	III	5.222,54	A_2
	IV	4.774,00	A_1
Juli	I	5.647,00	A_3
	II	4.930,71	A_1
	III	4.939,94	A_1
	IV	4.888,39	A_1
Agustus	I	5.368,53	A_2
	II	5.393,02	A_2
	III	5.036,27	A_2
	IV	5.360,91	A_2
September	I	5.189,07	A_2
	II	4.770,96	A_1
	III	5.013,77	A_1
	IV	5.169,91	A_2
Oktober	I	5.342,22	A_2
	II	5.030,90	A_1
	III	6.151,00	A_4

	IV	5.076,45	A_2
November	I	5.162,00	A_2
	II	4.599,15	A_1
	III	5.331,75	A_2
	IV	5.522,06	A_3
Desember	I	5.428,23	A_2
	II	5.214,46	A_2
	III	5.312,76	A_2
	IV	5.317,90	A_2

(5) Menentukan *Fuzzy Logic Relations* (FLR).

Untuk menentukan *Fuzzy Logic Relations* (FLR) digunakan data *Fuzzy Logic Relations* pada Tabel 4.

Tabel 4: Data FLR Harga *Kernel* Sawit per Kilogram di Provinsi Riau Tahun 2023

Bulan	Minggu	Harga (Rp)	FLR
Januari	I	5.572,67	-
	II	5.794,39	$A_3 \rightarrow A_3$
	III	5.738,74	$A_3 \rightarrow A_3$
	IV	5.721,00	$A_3 \rightarrow A_3$
Februari	I	5.584,42	$A_3 \rightarrow A_3$
	II	5.594,54	$A_3 \rightarrow A_3$
	III	5.712,63	$A_3 \rightarrow A_3$
	IV	5.905,41	$A_3 \rightarrow A_3$
Maret	I	6.573,67	$A_3 \rightarrow A_5$
	II	6.261,26	$A_5 \rightarrow A_4$
	III	7.215,79	$A_4 \rightarrow A_6$
	IV	6.564,26	$A_6 \rightarrow A_5$
April	I	6.618,27	$A_5 \rightarrow A_5$
	II	6.461,88	$A_5 \rightarrow A_5$
	III	6.296,79	$A_5 \rightarrow A_4$
	IV	5.892,66	$A_4 \rightarrow A_3$
Mei	I	5.433,00	$A_3 \rightarrow A_2$
	II	5.365,85	$A_2 \rightarrow A_2$
	III	5.837,69	$A_2 \rightarrow A_3$
	IV	5.174,57	$A_3 \rightarrow A_2$
Juni	I	5.318,37	$A_2 \rightarrow A_2$
	II	5.729,19	$A_2 \rightarrow A_3$
	III	5.222,54	$A_3 \rightarrow A_2$
	IV	4.774,00	$A_2 \rightarrow A_1$
Juli	I	5.647,00	$A_1 \rightarrow A_3$

	II	4.930,71	$A_3 \rightarrow A_1$
	III	4.939,94	$A_1 \rightarrow A_1$
	IV	4.888,39	$A_1 \rightarrow A_1$
Agustus	I	5.368,53	$A_1 \rightarrow A_2$
	II	5.393,02	$A_2 \rightarrow A_2$
	III	5.036,27	$A_2 \rightarrow A_2$
	IV	5.360,91	$A_2 \rightarrow A_2$
September	I	5.189,07	$A_2 \rightarrow A_2$
	II	4.770,96	$A_2 \rightarrow A_1$
	III	5.013,77	$A_1 \rightarrow A_1$
	IV	5.169,91	$A_1 \rightarrow A_2$
Oktober	I	5.342,22	$A_2 \rightarrow A_2$
	II	5.030,90	$A_2 \rightarrow A_1$
	III	6.151,00	$A_1 \rightarrow A_4$
	IV	5.076,45	$A_4 \rightarrow A_2$
November	I	5.162,00	$A_2 \rightarrow A_2$
	II	4.599,15	$A_2 \rightarrow A_1$
	III	5.331,75	$A_1 \rightarrow A_2$
	IV	5.522,06	$A_2 \rightarrow A_3$
Desember	I	5.428,23	$A_3 \rightarrow A_2$
	II	5.214,46	$A_2 \rightarrow A_2$
	III	5.312,76	$A_2 \rightarrow A_2$
	IV	5.317,90	$A_2 \rightarrow A_2$

(6) Menentukan *Fuzzy Logic Relations Group* (FLRG).

Nilai *Fuzzy Logic Relations Group* (FLRG) ditentukan berdasarkan hubungan antara *current state* dan *next state* yang kemudian dikelompokkan, dimana *current state* ini bersifat konstan. Pada Tabel 5 disajikan data *Fuzzy Logic Relations Group* (FLRG).

Tabel 5. Data FLRG Harga Kernel Sawit per Kilogram di Provinsi Riau Tahun 2023

Posisi Fuzzifikasi Awal	Posisi Fuzzifikasi Selanjutnya	FLRG
A_1	$3A_1, 3A_2, A_3, A_4$	$A_1 \rightarrow 3A_1, 3A_2, A_3, A_4$
A_2	$4A_1, 11A_2, 3A_3$	$A_2 \rightarrow 4A_1, 11A_2, 3A_3$
A_3	$A_1, 4A_2, 7A_3, A_5$	$A_3 \rightarrow A_1, 4A_2, 7A_3, A_5$
A_4	A_2, A_3, A_6	$A_4 \rightarrow A_2, A_3, A_6$
A_5	$2A_4, 2A_5$	$A_5 \rightarrow 2A_4, 2A_5$
A_6	A_5	$A_6 \rightarrow A_5$

(7) Menghitung matriks probabilitas transisi.

Matriks probabilitas transisi ditentukan berdasarkan data fuzzifikasi sampai dengan data FLRG pada tiap data. Matriks probabilitas transisi berorde 6×6 berdasarkan interval sebelumnya.

$$\begin{bmatrix} \frac{3}{8} & \frac{3}{8} & \frac{1}{8} & \frac{1}{8} & 0 & 0 \\ \frac{4}{18} & \frac{11}{18} & \frac{3}{18} & 0 & 0 & 0 \\ \frac{1}{13} & \frac{4}{13} & \frac{7}{13} & 0 & \frac{1}{13} & 0 \\ 0 & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & 0 & 0 & \frac{1}{3} \\ 0 & 0 & 0 & \frac{2}{4} & \frac{2}{4} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}.$$

(8) Defuzzifikasi.

Prediksi awal dapat dilihat pada matriks probabilitas transisi berdasarkan nilai probabilitas, kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan prediksi berdasarkan data histori menggunakan Persamaan (3.9), Persamaan (3.10), dan Persamaan (3.11). Pada Tabel 6 diberikan hasil prediksi tersebut.

Tabel 6: Hasil Prediksi Awal Data Harga *Kernel* Sawit per Kilogram di Provinsi Riau Tahun 2023

Bulan	Minggu	Harga Aktual (Rp)	Prediksi Harga Awal (Rp)
Januari	I	5.572,67	-
	II	5.794,39	5.492,37
	III	5.738,74	5.611,75
	IV	5.721,00	5.581,79
Februari	I	5.584,42	5.572,24
	II	5.594,54	5.498,89
	III	5.712,63	5.550,07
	IV	5.905,41	5.567,73
Maret	I	6.573,67	6.019,47
	II	6.261,26	5.980,15
	III	7.215,79	6.549,05
	IV	6.564,26	6.870,66
April	I	6.618,27	5.980,15
	II	6.461,88	6.372,00
	III	6.296,79	5.980,15
	IV	5.892,66	5.882,28
Mei	I	5.433,00	5.419,80
	II	5.365,85	5.338,89
	III	5.837,69	5.381,00
	IV	5.174,57	5.586,20
Juni	I	5.318,37	5.325,65
	II	5.729,19	5.355,84
	III	5.222,54	5.737,95
	IV	4.774,00	5.405,31

Juli	I	5.647,00	5.062,51
	II	4.930,71	5.564,48
	III	4.939,94	5.295,88
	IV	4.888,39	5.299,34
Agustus	I	5.368,53	5.006,06
	II	5.393,02	5.299,49
	III	5.036,27	5.318,46
	IV	5.360,91	5.096,45
September	I	5.189,07	5.294,84
	II	4.770,96	5.392,76
	III	5.013,77	5.235,97
	IV	5.169,91	5.082,70
Oktober	I	5.342,22	5.175,12
	II	5.030,90	5.450,19
	III	6.151,00	5.980,15
	IV	5.076,45	5.777,67
November	I	5.162,00	5.151,00
	II	4.599,15	5.382,61
	III	5.331,75	4.829,32
	IV	5.522,06	5.362,64
Desember	I	5.428,23	5.392,32
	II	5.214,46	5.335,98
	III	5.312,76	5.205,34
	IV	5.317,90	5.265,41

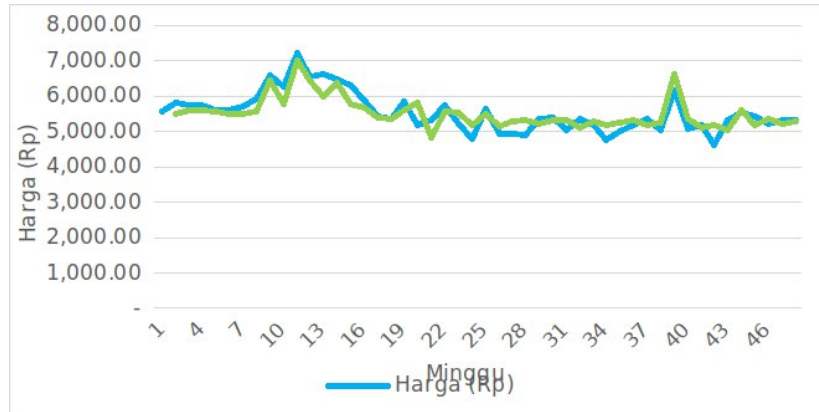
Selanjutnya dilakukan pencarian kecenderungan dari nilai prediksi awal data harga *kernel* sawit di Provinsi Riau tahun 2024 menggunakan Persamaan (3.12) dan (3.13). Pada Bulan Januari, nilai kecenderungan untuk minggu ke II hingga ke IV adalah 0, pada Bulan Februari juga memiliki kecenderungan sebesar 0 untuk setiap minggunya. Pada bulan-bulan berikutnya juga dilakukan pencarian kecenderungan sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Kemudian, dilakukan pencarian prediksi akhir menggunakan Persamaan (3.14).

Pada Gambar 1 disajikan gambar grafik data aktual harga *kernel* sawit per kilogram tahun 2023 dan prediksi akhir harga *kernel* sawit per kilogram tahun 2024.

Dari Gambar 1 terlihat bahwa prediksi harga *kernel* sawit per kilogram pada tahun 2024 di Provinsi mengalami penurunan rata-rata harga dari tahun 2023, yang disebabkan beberapa faktor seperti penawaran yang melimpah, penurunan permintaan, dan perubahan harga minyak sawit.

(9) Pengukuran Ketepatan Hasil Prediksi.

Untuk mengukur ketepatan hasil prediksi, digunakan *Mean Absolute Percentage* (MAPE). Pada Tabel 7 ditampilkan nilai keseluruhan prediksi harga *kernel* sawit per kilogram di Provinsi Riau Tahun 2024.



Gambar 1. Grafik Data Aktual Harga *Kernel* Sawit per Kilogram Tahun 2023 dan Data Prediksi Harga *Kernel* Sawit per Kilogram Tahun 2024

Tabel 7: Hasil Data Prediksi Harga *Kernel* Sawit per Kilogram di Provinsi Riau Tahun 2024

Bulan	Minggu	Harga Aktual (Rp)	Prediksi Harga Akhir (Rp)
Januari	I	5.572,67	-
	II	5.794,39	5.492,37
	III	5.738,74	5.611,75
	IV	5.721,00	5.581,79
Februari	I	5.584,42	5.572,24
	II	5.594,54	5.498,69
	III	5.712,63	5.504,07
	IV	5.905,41	5.567,73
Maret	I	6.573,67	6.451,58
	II	6.261,26	5.762,09
	III	7.215,79	6.997,74
	IV	6.564,26	6.452,60
April	I	6.618,27	5.980,15
	II	6.461,88	6.371,90
	III	6.296,79	5.762,09
	IV	5.892,66	5.664,22
Mei	I	5.433,00	5.401,74
	II	5.365,85	5.338,89
	III	5.837,69	5.599,06
	IV	5.174,57	5.804,26
Juni	I	5.318,37	4.817,54
	II	5.729,19	5.573,50
	III	5.222,54	5.519,89

	IV	4.774,00	5.187,25
Juli	I	5.647,00	5.498,42
	II	4.930,71	5.128,37
	III	4.939,94	5.295,88
	IV	4.888,39	5.299,34
Agustus	I	5.368,53	5.224,14
	II	5.393,02	5.299,49
	III	5.036,27	5.314,46
	IV	5.360,91	5.096,45
September	I	5.189,07	5.294,84
	II	4.770,96	5.174,70
	III	5.013,77	5.235,97
	IV	5.169,91	5.300,76
Oktober	I	5.342,22	5.178,12
	II	5.030,90	5.232,13
	III	6.151,00	6.634,32
	IV	5.076,45	5.341,56
November	I	5.162,00	5.121,00
	II	4.599,15	5.164,55
	III	5.331,75	5.047,38
	IV	5.522,06	5.580,70
Desember	I	5.428,23	5.175,26
	II	5.214,46	5.335,98
	III	5.312,76	5.205,34
	IV	5.317,90	5.265,41

Dari data pada Tabel 7, dilakukan pengolahan pencarian nilai *error* menggunakan Persamaan (3.15). Maka didapatkan MAPE sebagai berikut.

$$\text{MAPE} = \frac{\left(\frac{302,02}{5.794,39} + \frac{126,99}{5.738,74} + \frac{139,21}{5.721,00} + \cdots + \frac{52,49}{5.317,90} \right)}{47} \times 100 \quad (3.7)$$

$$= 4,41\%.$$

Dengan nilai $\text{MAPE} < 10\%$, maka perhitungan *error* tergolong dalam kriteria yang sangat baik, dengan ketepatan hasil prediksi sebesar 95,59%.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan menggunakan metode Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaur, diperoleh kesimpulan bahwa prediksi harga kernel sawit perkilogram pada tahun 2024 di Provinsi Riau mengalami penurunan rata-rata harga dari tahun 2023 dengan yang dihasilkan dari prediksi harga kernel sawit sebesar 4,41%. Dalam artian yang diperoleh kurang dari 10%, maka prediksi harga kernel sawit tersebut menghasilkan nilai prediksi yang sangat baik. Hasil prediksi menggunakan

metode Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaur menunjukkan bahwa prediksi harga kernel sawit memiliki tingkat keakuratan yang tinggi yaitu sebesar 95,59%. Penambahan data penelitian sangat disarankan dalam melakukan prediksi menggunakan metode Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaur untuk mendapatkan error yang lebih kecil.

Daftar Pustaka

- [1] M. E. Sinabang, H. B. Daulay, B. Sidebang, dan D. Silsia, 2021, Pemanfaatan Losses Minyak Kernel (Minyak Inti) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Sabun Mandi Padat, *Jurnal Agroindustri* Vol. **11**(1): 32 – 42
- [2] M. Hidayatullah, Tamrin, Oktafari, dan Warji, 2023, Rancang Bangun dan Uji Kinerja Alat Pemisah Kernel Sawit dari Cangkangnya dengan Menggunakan Larutan Garam, *Jurnal Agriculture Biosystem Engineer* Vol. **2**(2): 281 – 286
- [3] R. Rahmawati, D. E. Sari, A. N. Rahma, dan M. Soleh, 2021, Prediksi Curah Hujan di PPKS Bukit Sentang dengan Menggunakan Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaur, *Jurnal Matematika Integratif* Vol. **17**(1): 51 – 61
- [4] S. Basriati, E. Safitri, Rahmawati, dan W. Wulandari, 2019, Penerapan Metode Fuzzy Sugeno untuk Menentukan Jumlah Produksi Roti Optimum (Studi Kasus: PT. Jordan Bakery Pekanbaru), Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri (SNTIKI) 11 Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau, hal 471 – 477
- [5] Rahmawati, A. N. Rahma, S. Basriati, dan N. Andriani, 2020, Menentukan Besarnya Omset Pegadaian Menggunakan Fuzzy Inference System dengan Metode Fuzzy Tsukamoto, *MApp Jurnal* Vol **2**(1): 64 – 74
- [6] Rahmawati, A. N. Rahma, I. Suryani, dan Y. Sari, 2020, Penerapan Logika Fuzzy dalam Menentukan Jumlah Peserta BPJS Kesehatan Menggunakan Fuzzy Inference System Sugeno, *Jurnal Lebesgue Jurnal Ilmu Pendidikan Matematika Matematika dan Statistika* Vol. **1**(3): 182 – 192
- [7] R. Rahmawati, A. N. Rahma, dan H. Hernita, 2020, Penerapan Metode Fuzzy Sugeno dalam Menentukan Jumlah Pembiayaan Rahn Berdasarkan Jumlah Nasabah dan Harga Emas, *MApp Jurnal* Vol. **2**(2): 40 – 49
- [8] S. L. M. Sitio, 2018, Penerapan Fuzzy Inference System Sugeno untuk Menentukan Jumlah Pembelian Obat (Studi Kasus: Garuda Sentra Medika), *Jurnal Informasi Univ. Pamulang* Vol. **3**(2): 104 – 109
- [9] Rahmawati, Wartono, Desvina, A.P., Rahma A.N., 2018, Menentukan Jumlah Pasokan Komoditas Pangan di Provinsi Riau Berdasarkan Fuzzy Inference System dengan Metode Fuzzy Tsukamoto, *Jurnal Sains Teknologi dan Industri* Vol. **15**(2): 105 – 112
- [10] Rahmawati, 2018, Penerapan Fuzzy Linear Programming pada Optimasi Pembangunan Rumah Susun (Rusun) Di Kawasan Pondok Cina Provinsi Jawa Barat, *Jurnal Sains Matematika dan Statistika* Vol. **4**(1): 79 – 89
- [11] R. Rahmawati, T. Fitri, A. N. Rahma, C. C. Marzuki, dan Z. Zukrianto, 2023, Pengelompokan Data Penerima Bantuan Program Keluarga Harapan (PKH) di Kecamatan Tuah Madani Pekanbaru Menggunakan Fuzzy C-Means, *Jurnal Sains Matematika dan Statistika* Vol. **9**(1): 1 – 10
- [12] Rahmawati, Wartono, dan A. Yunika Putri, 2019, Pengklasteran Tingkat Pendidikan Pegawai Menggunakan Metode Fuzzy Subtractive Clustering (Studi

- Kasus: Badan Kepegawaian dan Pelatihan Daerah Provinsi Riau), *Jurnal Sains Matematika dan Statistika* Vol. 5(1): 79 – 89
- [13] R. Rahmawati, A. De Resta, A. N. Rahma, Z. Zukrianto, dan W. Wartono, 2022, Aplikasi Fuzzy Analytical Hierarchy Process untuk Menentukan Prioritas Pelanggan Berkunjung Ke Gerai Minuman Choco Late, *Jurnal Absis Jurnal Pendidikan Matematika dan Matematika* Vol. 5(1): 608 – 620
 - [14] Rahmawati, A. Novia Rahma, dan W. Septia, 2021, Prediction of Rupiah Exchange Rate Against Australian Dollar using the Chen Fuzzy Time Series Method, *Sintechcom Science Technology Communication Journal* Vol. 1(2): 75 – 82
 - [15] Rahmawati, E. P. Cynthia, dan K. Susilowati, 2019, Metode Fuzzy Time Series Cheng dalam Memprediksi Jumlah Wisatawan di Provinsi Sumatera Barat, *Jurnal Education Information Technology Science* Vol. 1(1): 11 – 23
 - [16] R. Rahmawati, M. R. R. Putra, dan F. Muttakin, 2023, Prediksi Jumlah Pengunjung Perpustakaan Daerah Kabupaten Batang dengan Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Chen-Hsu, *Journal of Mathematics UNP* Vol. 8(1): 110 – 119
 - [17] Rahmawati, S. Inayati, Y. Yuliana, dan A. Hanafiah, 2021, Prediksi Jumlah Peserta BPJS Penerima Bantuan Iuran (PBI) APBN Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Cheng, *BAREKENG Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan* Vol. 15(2): 373 – 384
 - [18] Rahmawati, Yuniza, A. N. Rahma, dan Zukrianto, 2020, Prediksi Jumlah Wisatawan di Kota Pekanbaru pada Tahun 2019- 2023 Dengan Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Chen, *Jurnal Pendidikan Matematika* Vol. 2(1): 36 – 44
 - [19] R. Rahmawati dan A. Fitri Ramadani, 2023, Prediction of Cooking Oil Production Amount Using the Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaur Method, *Math. Journal Model Forecast.* Vol. 1(2): 33 – 43
 - [20] Rahmawati, F. Muttakin, R. Rahmadeni, dan E. Sari Gulo, 2023, Peramalan Penerima Dana Guru Bantu di Provinsi Riau Tahun 2022-2023 Menggunakan Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaur, *Jurnal CoSciTech* Vol. 4(2): 468 – 476
 - [21] A. S. Brata, A. Anhar, W. Lestari, Y. Trisanti, dan F. Nisa, 2022, Metode Fuzzy Time Series Logika Ruey Chyn Tsaur untuk Prediksi Pola Data Trend Naik, *Jurnal of Mathematics Education and Science* Vol. 6(1): 29 – 35
 - [22] W. F. Mujtaba, I. G. A. M. Srinadi, dan I. W. Sumarjaya, 2021, Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat Bandara I Gusti Ngurah Rai Menggunakan Exponential Smoothing dan Ruey-Chyn Tsaur, *E-Jurnal Mat.* Vol. 10(4): 222 – 228
 - [23] M. M. Azman, 2019, Analisa Perbandingan Nilai Akurasi Moving Average Dan Exponential Smoothing Untuk Sistem Peramalan Pendapatan Pada Perusahaan XYZ, *Jurnal Sistem dan Informasi* Vol. 13(2): 36 – 45
 - [24] D. W. Laraswati dan A. Fauzan, 2023, Implementasi Metode Runtun Waktu dalam Pemodelan Total Harga Alat Kedokteran dan Kesehatan, *Jambura Jurnal Probabilitas Statistika* Vol. 4(1): 30 – 38