

Fuzzy Time Series Chen Untuk Forecasting Hasil Produksi Tebu Di Kabupaten Langkat

Antika Putri Andini¹, Fitra Muliani²

^{1,2} Program Studi Matematika, Universitas Samudra
Jl. HR. Soebrantas No. 155 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293
³ Program Studi Matematika, Universitas Samudra
Jalan Prof. Dr. Syarief Thayeb, Meurandeh, Langsa-Aceh, 24416
Email: antikaputri307@gmail.com¹, fitramuliani@unsam.ac.id²
Korespondensi penulis : fitramuliani@unsam.ac.id²

Abstrak

Kabupaten Langkat merupakan salah satu daerah penghasil tebu terbesar di Sumatera Utara. Hampir 96% produksi tebu di Provinsi Sumatera Utara dihasilkan dari Kabupaten Langkat. Untuk itu perlu dilakukan prediksi produksi tebu untuk tahun 2023. Ada beberapa metode untuk memprediksi produksi tebu, salah satunya adalah metode time series model chen. Ada beberapa tahapan metode time series model chen mulai dari menentukan semesta pembicaraan, menghitung panjang interval, fuzzifikasi, menentukan FLR, menentukan FLRG, menghitung nilai peramalan kemudian setelah didapat hasil peramalan, akan dilakukan uji ketepatan peramalan (MAPE). Setelah mengikuti langkah-langkah pada peramalan *Fuzzy Time Series Model Chen* di dapatkan nilai peramalan produksi tebu untuk tahun 2023 yaitu sebesar 3137,75 ton dan setelah dilakukan uji ketepatan peramalan Nilai MAPE yang didapatkan sebesar 18,6363%. Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa peramalan ini baik karena nilai MAPE kurang dari 20%.

Kata Kunci : *Fuzzy Time Series Chen*, Peramalan, Dan Produksi Tebu

Abstract

Langkat Regency is one of the largest sugarcane producing areas in North Sumatra. Almost 96% of sugarcane production in North Sumatra Province is produced from Langkat Regency. For this reason, it is necessary to predict sugarcane production for 2023. There are several methods for predicting sugarcane production, one of which is the Chen model time series method. There are several stages of the Chen model time series method starting from determining the universe of conversation, calculating the interval length, fuzzification, determining FLR, determining FLRG, calculating the forecast value then after the forecast results are obtained, a forecast accuracy test (MAPE) will be carried out. After following the steps in the *Fuzzy Time Series Chen Model forecasting*, the forecast value for sugar cane production for 2023 was obtained, namely 3137.75 tons and after testing the accuracy of the forecast, the MAPE value obtained was 18.6363%. Therefore it can be concluded that this forecast is good because the MAPE value is less than 20%.

Keywords : *Fuzzy Time Series Chen, Forecasting, And Sugarcane Production*

1. Pendahuluan

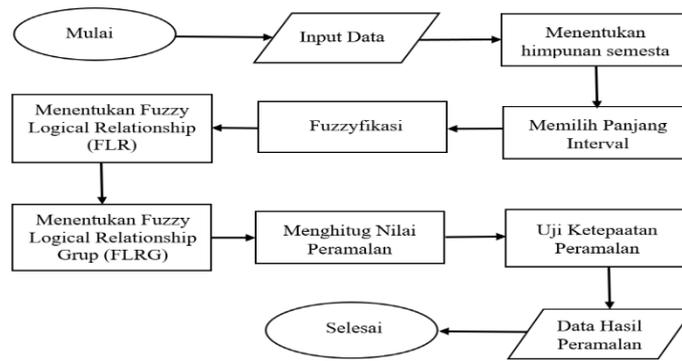
Tebu adalah salah satu komoditas pertanian yang penting, terutama di daerah tropis seperti Sumatera, Jawa, dan Sulawesi. Produksi tebu pada tahun 2017-2021 mengalami fluktuasi, dimana produksi tebu ini sendiri mengalami kenaikan tapi juga penurunan. Menurut [1] dalam Buku Statistik Tebu Indonesia (2021), produksi tebu pada tahun 2017 mencapai 2,19 juta ton. Namun pada tahun 2020 produksi tebu mengalami penyusutan di angka 2,12 juta ton, hingga pada tahun 2021 produksi tebu kembali naik di angka 2,35 juta ton. Produksi terbesar terdapat di Jawa, dengan kontribusi sekitar 70% dari total produksi nasional. Kabupaten Langkat merupakan salah satu daerah penghasil tebu terbesar di Sumatera Utara. Hampir 96% produksi tebu di Provinsi Sumatera Utara dihasilkan dari Kabupaten Langkat [2].

Di Kabupaten Langkat juga terdapat beberapa perusahaan gula yang memproses tebu menjadi gula [3]. Secara keseluruhan, produksi tebu di Kabupaten Langkat merupakan salah satu sumber penghasilan yang penting bagi masyarakat Kabupaten Langkat. Oleh karena itu, perlu adanya peramalan tentang produksi tebu di kabupaten langkat ini. Peramalan produksi tebu adalah proses memprediksi jumlah produksi tebu di masa yang akan datang. Dalam penelitian ini, peramalan produksi tebu di lakukan dengan metode *Fuzzy Time Series Chen*. *Fuzzy Time Series Chen* adalah salah satu metode *Fuzzy Time Series* yang dikembangkan oleh Chen pada tahun 1996 [4]. Metode ini digunakan untuk memodelkan dan meramalkan data time series dengan ketidakpastian atau ketidakjelasan pada interval waktu.

Metode *Fuzzy Time Series Chen* menggunakan konsep interval *fuzzy* dan aturan *fuzzy* untuk menghubungkan interval *fuzzy* tersebut dengan variabel yang ingin diprediksi. Maka dari itu metode ini sangat cocok digunakan untuk memprediksi tebu di Kabupaten Langkat karena data produksi tebu di Kabupaten Langkat mulai tahun 2004 sampai tahun 2022 tidak stabil sehingga ketidakstabilan itu bisa di hitung dengan menggunakan metode *time series model chen* (interval waktu). Peramalan ini berguna bagi produsen tebu untuk menentukan strategi pemasaran, membuat keputusan tentang jumlah staf yang dipekerjakan, dan mengatur kebutuhan bahan baku lainnya yang diperlukan untuk produksi gula. Peramalan produksi tebu juga penting bagi pemerintah untuk menentukan kebijakan ekonomi dan perdagangan yang tepat.

2. Metode Penelitian

Metode yang dilakukan Dalam penelitian ini adalah Metode *Fuzzy Time Series Chen* [5]. Berikut adalah diagram alir dari *Fuzzy Time series Chen* :



Gambar 1. Diagram Alir Fuzzy Time Series Chen

Langkah-langkah penyelesaian peramalan *fuzzy time series* menurut [6] menggunakan metode Chen ialah sebagai berikut:

1. Menentukan *Universe Of Discourse* (Semesta Pembicaran)

Menghitung universe of discourse menggunakan rumus menjadi berikut:

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

dengan :

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 untuk menentukan himpunan semesta dari himpunan data historis.

2. Menghitung Panjang Interval

Menurut [7] sebelum menentukan panjang interval, yang harus dilakukan adalah membagi himpunan semesta menjadi beberapa interval dengan jarak yang sama. Untuk mengetahui banyak interval dapat mempergunakan rumus Struges sebagai berikut:

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

n = banyaknya data

Setelah jumlah interval didapat, maka selanjutnya menentukan Panjang interval dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$l = \frac{X_{max} - X_{min}}{Jumlah\ Interval} \quad (3)$$

Sehingga membentuk sejumlah nilai linguistik untuk mempresentasikan suatu himpunan *fuzzy* pada interval-interval yang terbentuk dari himpunan semesta (U)

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

dengan,
 U : himpunan semesta, dan
 u_i : jarak pada U , untuk $i=1,2,\dots,n$.

3. Fuzzifikasi

Berdasarkan [8] Mendefinisikan himpunan *fuzzy* pada U dan melakukan fuzzifikasi pada data historis yg diamati. Misalkan A_1, A_2, \dots, A_n adalah himpunan *fuzzy* yang memiliki nilai linguistik berasal satu variabel linguistik, pendefinisian himpunan *fuzzy* artinya menjadi berikut:

$$A_1 = \{1/u_1, 0,5/u_2, 0/u_3, \dots, 0/U_p\}$$

$$A_2 = \{0,5/u_1, 1/u_2, 0,5/u_3, \dots, 0/u_p\}$$

.

.

$$A_p = \{0/u_1, 0/u_2, 0/u_3, \dots, 0,5/u_{p-1}, 1/u_p\}$$

Dimana u_i ($i = 1, \text{dua}, \dots, p$) artinya elemen dari himpunan semesta (U) serta sapta yg diberi simbol “/” menyatakan derajat keanggotaan yang dimana nilainya ialah 0, 0.5, atau

1. buat memilih derajat keanggotaan, memakai fungsi keanggotaan segitiga.

4. Menentukan Fuzzy Logical Relationship (FLR)

Menurut [9] memilih rekanan akal *fuzzy* berdasarkan data historis lalu dengan memperhatikan hubungan *fuzzy* A_i berasal tahun ke tahun lalu dibuat ke dalam bentuk tabel *Fuzzy Logical Relationship* (FLR).

5. Menentukan *Fuzzy Logical Relationship Grup* (FLGR)

Menurut [10] dengan adanya hasil tahap ke-4 kemudian diklasifikasikan rekanan nalar *fuzzy* ke dalam kelompok gerombolan dan korelasi yang sama kemudian dikelompokkan menjadi satu kelompok, tanpa adanya pengulangan di korelasi yang sama. Setelah ditentukan FLRG maka dapat kita hitung nilainya

6. Menghitung nilai peramalan

Berdasarkan [11], [12] di metode *fuzzy time series chen* ada beberapa hukum peramalan yg wajib diperhatikan yaitu sebagai berikut:

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 F_t merupakan $A_{j(t-1)}$, dengan $A_{j(t-1)}$ artinya nilai tengah berasal interval u_j di grup rekanan akal *fuzzy* yang terbentuk pada data ke (t-1).

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 F_t 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).

Aturan 3 :

Bila terdapat grup relasi akal fuzzy $A_i \rightarrow A_i, A_j, \dots, A_p$ maka F_t ialah nilai peramalannya, sinkron buat A_i, A_j, \dots, A_p . dengan persamaan menjadi berikut:

$$F_t = \frac{m_1(t-1) + m_2(t-1) + \dots + m_p(t-1)}{p} \tag{5}$$

7. Uji Ketepatan Peramalan (*Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*)

Nilai MAPE menunjukkan besarnya rata-rata kesalahan (error) peramalan dibandingkan dengan nilai sebenarnya. Menurut [13] , rumus untuk menghitung MAPE adalah sebagai berikut :

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right| \times 100\% \tag{6}$$

dengan :

X_t = Nilai aktual pada waktu ke-t

F_t = Nilai peramalan pada waktu ke-t

n = Banyaknya data

Tabel 1. Kategori Nilai Mape menurut [13]

Nilai MAPE	Akurasi Peramalan
$MAPE \leq 10\%$	Sangat Baik/tinggi
$10\% < MAPE \leq 20\%$	Baik
$20\% < MAPE \leq 50\%$	Reasonable/Cukup
$MAPE \geq 50\%$	Tidak akurat

3. Hasil dan Pembahasan

Data yang digunakan adalah data skunder yang diperoleh dari [1], [14], [15] . Pada penelitian ini data yang dibutuhkan adalah data Produksi Tebu di Kabupaten Langkat sejak tahun 2004 sampai dengan tahun 2022. Berikut adalah data dari Produksi Tebu di Kabupaten Langkat.

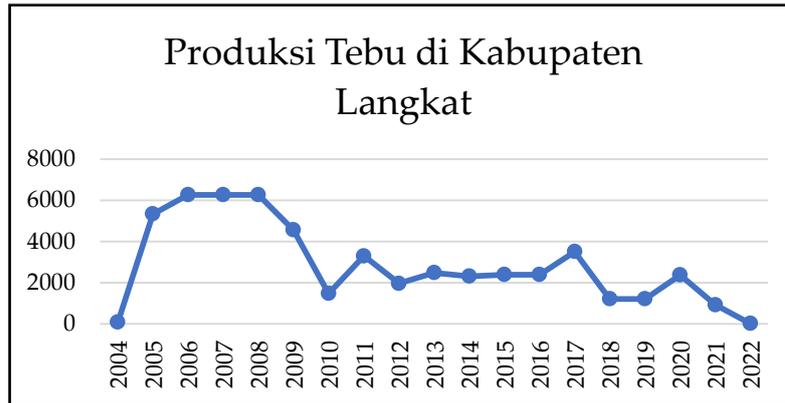
Tabel 2. Data Produksi tebu di Kabupaten Langkat tahun 2004-2022

Tahun	Produksi (Ton)	Tahun	Produksi (Ton)
2004	72,94	2014	2305,38
2005	5331	2015	2386,32
2006	6266	2016	2386,32
2007	6266	2017	3502,79
2008	6266	2018	1206,09
2009	4556	2019	3281,93
2010	1470,01	2020	2366,91
2011	3295	2021	603

Tahun	Produksi (Ton)	Tahun	Produksi (Ton)
2012	1956,75	2022	9,50
2013	2482,17		

a. Analisis Deskriptif

Berikut Plot data Produksi tebu dari Tahun 2004 – 2022



Gambar 2. Grafik Data Tebu Kabupaten Langkat tahun 2004-2022

Berdasarkan Gambar 1 dan Tabel 1 hasil produksi tebu yang paling sedikit terjadi pada tahun 2022 yaitu sebanyak 9,50 ton. Dapat dilihat data turun drastis dari data sebelumnya. Berdasarkan informasi yang diterima, hal ini disebabkan karena adanya perluasan jalan tol untuk lintas Binjai-Langkat dan Langkat-Langsa. Sedangkan jumlah Produksi tebu yang paling banyak terjadi pada tahun 2006-2008 yaitu 6266 ton dan rata-rata keseluruhan produksi tebu di Kabupaten Langkat dari 2004-2021 adalah sekitar 3091 ton. Berdasarkan Gambar 1 bahwa jumlah produksi cenderung naik turun. Fluktuasi data jumlah pengeluaran pada produksi tersebut tidak berada pada nilai rata-rata yang konstan sehingga terdapat indikasi bahwa data tidak stasioner.

b. Pengaplikasian Metode Fuzzy Time Series Chen

1. Menentukan *Universe Of Discourse* (Semesta Pembicaran)

Pada data di atas diketahui :

$$\begin{aligned}
 X_{\min} &= 9,5 \\
 X_{\max} &= 6266 \\
 D_1 &= 0 \\
 D_2 &= 5,2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 U &= [X_{\min} - D_1 ; X_{\max} + D_2] \\
 &= [9,5 - 0 ; 6266 + 5,2] \\
 &= [9,5 ; 6271]
 \end{aligned}$$

2. Menghitung Panjang Interval

$$\begin{aligned} \text{jumlah interval} &= 1 + 3,322 \log(n) \\ &= 1 + 3,322 \log(19) \\ &= 5,24 \end{aligned}$$

Karena jumlah kelas dalam bentuk bilangan bulat maka dapat dikatakan jumlah intervalnya adalah 5. Setelah jumlah interval didapat, maka selanjutnya menentukan Panjang interval

$$\begin{aligned} l &= \frac{X_{max} - X_{min}}{\text{Jumlah Interval}} \\ &= \frac{6266 - 9,5}{5} \\ &= 1251,3 \end{aligned}$$

Sehingga membentuk sejumlah nilai linguistik untuk mempresentasikan suatu himpunan *fuzzy* pada interval-interval yang terbentuk dari himpunan semesta (U)

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

dengan,

U : himpunan semesta, dan

u_i : jarak pada U , untuk $i=1,2,\dots,n$.

Tabel 3. Menentukan Panjang Interval

Interval	Batas Bawah	Batas Atas	Nilai tengah
U_1	9,5	1260,8	635,15
U_2	1260,8	2512,1	1886,45
U_3	2512,1	3763,4	3137,75
U_4	3763,4	5014,7	4389,05
U_5	5014,7	6266	5640,35

Untuk mencari batas bawah dan batas atas interval U_i digunakan rumus :

$$U_i = \text{panjang interval} + \text{batas bawah}$$

Untuk U_1 batas bawah diambil dari nilai minimum.

3. Fuzzyfikasi

Mendefinisikan himpunan fuzzy pada U dan melakukan fuzzifikasi pada data historis yg diamati. Misalkan A_1, A_2, \dots, A_n adalah himpunan fuzzy yang memiliki nilai linguistik berasal satu variabel linguistik. Pada data ini dapat di definisikan

Tabel 4. Fuzzyfikasi

Interval	Fuzzyfikasi
U_1	A_1
U_2	A_2
U_3	A_3
U_4	A_4
U_5	A_5

Maksud dari tabel di atas adalah apabila data terletak pada interval U_1 maka dapat disimpulkan bahwa data masuk ke dalam fuzzyfikasi A_1 begitupun seterusnya.

4. Menentukan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR)

FLR adalah Pemetaan data dari tahun sebelumnya berdasarkan Fuzzifikasi.

Tabel 5. Menentukan FLR

Tahun	Produksi (Ton)	Fuzzyfikasi		FLR
2004	72,94	A_1	NA	A_1
2005	5331	A_5	$A_1 >$	A_5
2006	6266	A_5	$A_5 >$	A_5
2007	6266	A_5	$A_5 >$	A_5
2008	6266	A_5	$A_5 >$	A_5
2009	4556	A_4	$A_5 >$	A_4
2010	1470,01	A_2	$A_4 >$	A_2
2011	3295	A_3	$A_2 >$	A_3
2012	1956,75	A_2	$A_3 >$	A_2
2013	2482,17	A_2	$A_2 >$	A_2
2014	2305,38	A_2	$A_2 >$	A_2
2015	2386,32	A_2	$A_2 >$	A_2
2016	2386,32	A_2	$A_2 >$	A_2
2017	3502,79	A_3	$A_2 >$	A_3
2018	1206,09	A_1	$A_3 >$	A_1
2019	3281,93	A_3	$A_1 >$	A_3
2020	2366,91	A_2	$A_3 >$	A_2
2021	603	A_1	$A_2 >$	A_1
2022	9,5	A_1	$A_1 >$	A_1

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

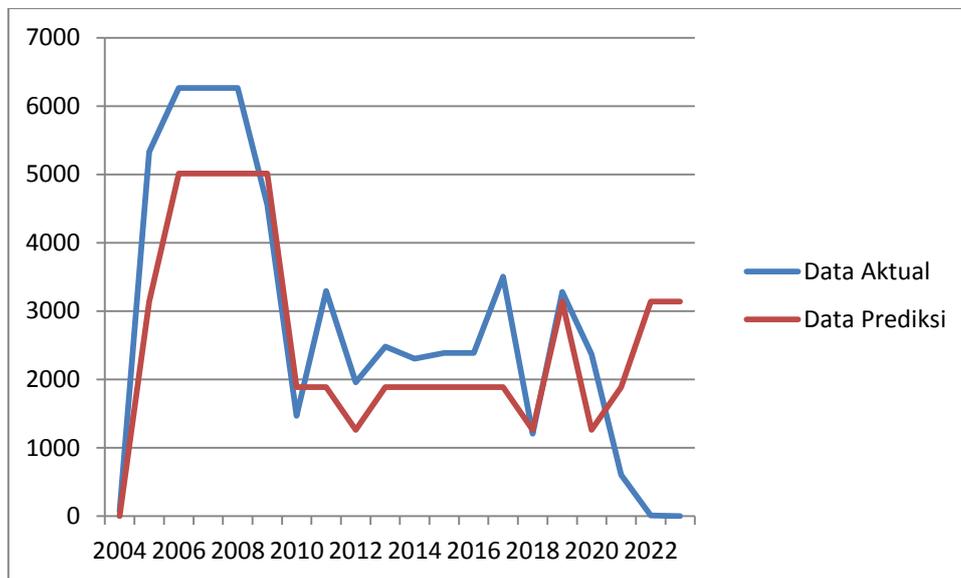
FLRG dapat ditentukan dengan melihat pemetaan FLR pada tahap 4 yang selanjutnya di kelompokkan ke dalam satu bagian.

Tabel 6. Menentukan FLRG

FLRG	
A_1	A_1, A_3, A_5
A_2	A_1, A_2, A_3
A_3	A_1, A_2
A_4	A_2
A_5	A_4, A_5

6. Menghitung Nilai Peramalan

Nilai peramalan di dapatkan dari Nilai FLRG sebelumnya.



Gambar 2. Grafik Data Tebu Kabupaten Langkat tahun 2004-2022

Misal Pada tahun 2005 Maka yang diambil nilai FLRG 2004 karena tahun 2004 masuk kedalam Fuzzyfikasi A_1 maka FLRG tahun 2004 dan Ramalan tahun 2005 adalah 3137,75. Selanjutnya misalkan tahun 2014, nilai FLRG yang diambil adalah nilai FLRG 2013 di mana tahun 2013 termasuk ke Fuzzyfikasi A_2 maka nilai FLRG 2013 dan nilai peramalan 2014 adalah 1886,45. Begitupun untuk peramalan tahun 2023 yang diambil adalah nilai FLRG tahun 2022 di mana Tahun 2002 termasuk fuzzyfikasi A_1 dengan nilai 3137,75. Hal ini dapat dilihat pada tabel 7 Hasil ramalan dan uji ketepatan peramalan dengan nilai MAPE.

7. Uji Ketepatan Peramalan (*Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*)

Nilai MAPE menunjukkan besarnya rata-rata kesalahan (error) peramalan dibandingkan dengan nilai sebenarnya.

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

Tabel 7. Hasil ramalan dan uji ketepatan peramalan dengan nilai MAPE

Tahun	Produksi (Ton)	Fuzzyfikasi	FLR	Nilai FLRG	Ramalan	MAPE	
2004	72,94	A1	NA	A1	3137,75	NA	
2005	5331	A5	A1 > A5	A5	5014,7	3137,75	0,41141
2006	6266	A5	A5 > A5	A5	5014,7	5014,7	0,1997
2007	6266	A5	A5 > A5	A5	5014,7	5014,7	0,1997
2008	6266	A5	A5 > A5	A5	5014,7	5014,7	0,1997
2009	4556	A4	A5 > A4	A4	1886,45	5014,7	0,10068

2010	1470,01	A2	A4	>	A2	1886,45	1886,45	0,28329
2011	3295	A3	A2	>	A3	1260,8	1886,45	0,42748
2012	1956,75	A2	A3	>	A2	1886,45	1260,8	0,35567
2013	2482,17	A2	A2	>	A2	1886,45	1886,45	0,24
2014	2305,38	A2	A2	>	A2	1886,45	1886,45	0,18172
2015	2386,32	A2	A2	>	A2	1886,45	1886,45	0,20947
2016	2386,32	A2	A2	>	A2	1886,45	1886,45	0,20947
2017	3502,79	A3	A2	>	A3	1260,8	1886,45	0,46144
2018	1206,09	A1	A3	>	A1	3137,75	1260,8	0,04536
2019	3281,93	A3	A1	>	A3	1260,8	3137,75	0,04393
2020	2366,91	A2	A3	>	A2	1886,45	1260,8	0,46732
2021	603	A1	A2	>	A1	3137,75	1886,45	2,12844
2022	9,5	A1	A1	>	A1	3137,75	3137,75	329,289
Nilai Ramalan							3137,75	
Nilai MAPE:								18,6363

Karena hasil MAPE yang didapatkan adalah 18,6363% atau dapat dikatakan kurang dari 20% maka peramalan ini dikatakan baik.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil prediksi produksi tebu menggunakan metode *Fuzzy Time Series Chen*, diperoleh nilai peramalan produksi tebu untuk tahun 2023 sebesar 3137,75 ton. Hasil ini menunjukkan adanya peningkatan produksi tebu dibandingkan dengan tahun 2022 yang hanya sebesar 9,50 ton. Meskipun demikian, perlu diperhatikan bahwa nilai MAPE yang didapatkan sebesar 18,6363% . Dalam interpretasi dan analisis hasil prediksi produksi tebu, dapat disimpulkan bahwa peramalan ini baik karena nilai MAPE kurang dari 20% . Hal ini menunjukkan tingkat ketepatan peramalan yang cukup baik. Namun, perlu diingat bahwa prediksi ini masih memiliki tingkat ketidakpastian atau ketidakjelasan pada interval waktu . Oleh karena itu, hasil prediksi ini perlu diperhatikan dengan hati-hati dan dapat digunakan sebagai acuan dalam pengambilan keputusan terkait strategi pemasaran, kebutuhan bahan baku, dan kebijakan ekonomi dan perdagangan yang tepat. Dalam konteks Kabupaten Langkat, produksi tebu memiliki peran penting sebagai salah satu sumber penghasilan yang signifikan bagi masyarakat setempat. Dengan adanya prediksi produksi tebu, masyarakat dapat memperoleh gambaran mengenai produksi tebu di masa yang akan datang, sehingga dapat melakukan persiapan yang tepat. Selain itu, prediksi produksi tebu juga penting bagi pemerintah dalam menentukan kebijakan ekonomi dan perdagangan yang sesuai. Dalam hal ini, perlu dilakukan peninjauan lebih lanjut terhadap produksi tebu di kota dan kabupaten lain di Sumatera Utara untuk memastikan daerah penghasil tebu terbesar di Sumatera Utara pada periode selanjutnya. Dengan demikian, dapat diketahui potensi produksi tebu di daerah tersebut dan dapat dilakukan langkah

Daftar Pustaka

- [1] *Statistik Tebu Indonesia 2021*, BPS Indonesia. 2022.
- [2] Badan Pusat Statistik Kabupaten Langkat, "Produksi tebu," *Badan Pusat Statistik Kabupaten Langkat*, 2023.
- [3] Damayanti Sinaga, "Hanya Dua Daerah di Sumatera Utara Punya Perkebunan Tebu dan Pabrik Gula," *Ninna*, 2023.
- [4] N. Fauziah, S. Wahyuningsih, and Y. N. Nasution, "Peramalan Menggunakan Fuzzy Time Series Chen (Studi Kasus: Curah Hujan Kota Samarinda)," 2016.
- [5] Arif Fadhillah, S. Si. , M. S. Martaleli Bettiza, and S. T. , M. C. Nola Ritha, "Perbandingan Model Chen Dan Model Cheng Pada Algoritma Fuzzy Time Series Untuk Prediksi Harga Bahan Pokok".
- [6] T. S. Febyani Rachim1*, Tarno2, and Sugito3, "Perbandingan Fuzzy Time Series Dengan Metode Chen Dan Metode S. R. Singh (Studi Kasus: Nilai Impor di Jawa Tengah Periode Januari 2014 – Desember 2019)," *JURNAL GAUSSIAN*, vol. 9, no. 3, pp. 306–315, 2020.
- [7] E. A. D. I. Nur Misbahul 'Arfiana*, "Penerapan Metode Fuzzy Time Series Chen Orde Tinggi Pada Peramalan Hasil Penjualan (Studi Kasus: KPRI 'Serba Guna' Kecamatan Selorejo Kabupaten Blitar)," *Jurnal Riset Mahasiswa Matematika*, vol. 1, no. 6, pp. 273–282, 2022.
- [8] V. Vivianti, Muhammad Kasim Aidid, and Muhammad Nusrang, "Implementasi Metode Fuzzy Time Series untuk Peramalan Jumlah Pengunjung di Benteng Fort Rotterdam," *ournal of Statistics and Its Application on Teaching and Research*, vol. 2, no. 1, pp. 1–12, 2020.
- [9] Shyi-Ming Chen and Nai-Yi Wang, "Peramalan fuzzy berdasarkan grup hubungan logis fuzzy-trend," vol. 40, no. 5, pp. 43–58, 2010.
- [10] Eva N. Ramadhani and Agus M. Abadi, "Implementation of Average-Based Fuzzy Time Series Model in Forecasting Product Selling at Ainaya Boutique," *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, vol. 528, pp. 274–281, 2020.
- [11] Shyi-Ming Chen and Chia-Ching Hsu, "A New Method to Forecast Enrollments Using Fuzzy Time Series," *nternational Journal of Applied Science and Engineering*, vol. 2, no. 3, pp. 234–244, 2004.
- [12] Ayu Febriyanti, "Penerapan Metode Fuzzy Time Series Chen Dan Cheng Dalam Peramalan Rata-Rata Harga Beras Ditingkat Perdagangan Besar (Grosir) Di Indonesia," pp. 1–53, 2020.
- [13] Aulia Kintan Rizalma, "Metode Fuzzy Time Series Model Chen Untuk Peramalan Nilai Ekspor Di Indonesia," Universitas Lampung, 2022.
- [14] Badan Pusat Statistik Kabupaten Langkat, *Kabupaten Langkat Dalam Angka 2009-2023*. Kabupaten Langkat: Web Resmi BPS Kabupaten Langkta, 2023. Accessed: Jun. 05, 2023. [Online]. Available: <https://langkatkab.bps.go.id/publication.html>
- [15] MP. Ph. D. Ir. Ali Jamil, *Statistik Perkebunan Unggulan Nasional*. 2022.