

# Perbandingan Model Cheng Dan Ruey Chyn Tsaur Pada Metode *Fuzzy Time Series* Untuk Memprediksi Nilai Tukar Petani Di Provinsi Jawa Tengah

Oleh: Dwi Agustina<sup>1</sup>, Indah Manfaati Nur<sup>2</sup>, Fatkhurokhman Fauzi<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Univeristas Muhammadiyah Semarang  
email: dwiagstn39@gmail.com

Article history	Abstract
Submission :	This research discusses the forecasting of Farmer Exchange Rates in Central Java Province to determine the future NTP description. This study uses Fuzzy Time Series Logic Cheng and Fuzzy Time Series Logic Ruey Chyn Tsaur. The analysis results show that the forecasting of FTS Logic Cheng and FTS Logic Ruey Chyn Tsaur both have a pattern that is almost the same as the actual data pattern. The results of the accuracy of these two methods use MSE and MAPE. MSE and MAPE results from Cheng's logic FTS were 0.3331 and 0.43%, while the Ruey Chyn Tsaur logic FTS MSE and MAPE results were 0.4054 and 0.47%. Forecasting the next period using Cheng's logic FTS of 101.1711 and Ruey Chyn Tsaur's logic FTS of 100.5361
Revised :	
Accepted :	
<b>Keyword:</b>	
Akurasi Peramalan, Cheng, Fuzzy Time Series, Ruey Chyn Tsaur	

## PENDAHULUAN

Indonesia adalah Negara Agraris yang artinya sektor pertanian memegang peranan penting dalam perekonomian nasional. Pelaksanaan pembangunan pertanian pada dasarnya ditujukan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat terutama petani. Oleh karena itu, dalam setiap tahap kegiatan pembangunan pertanian kesejahteraan petani selalu menjadi tujuan pembangunan. Melalui berbagai kebijakan dan program pembangunan pertanian yang dilaksanakan, pemerintah telah berupaya peningkatan produksi pertanian, menjaga stabilitas pasokan bahan pangan, dan meningkatkan pendapatan/kesejahteraan petani.

Berdasarkan orientasi pembangunan pertanian kearah perbaikan kesejahteraan petani, diperlukan adanya alat ukur untuk menilai perkembangan kesejahteraan petani tersebut. Salah satu indikator atau alat ukur yang selama ini digunakan untuk menilai tingkat kesejahteraan petani adalah Nilai Tukar Petani (NTP).

Daerah Jawa Tengah secara geografis dikelilingi pegunungan vulkanik dan sumber air melimpah yang berarti lahan pertanian menjadi subur. Posisi geografis yang menguntungkan tentunya membawa keuntungan tersendiri bagi tenaga kerja sektor pertanian. Menurut Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah, data

PDRB Provinsi Jawa Tengah Tahun 2015, sumbangan untuk sektor pertanian adalah 15,5%. Hal diatas secara garis besar juga dapat diartikan bahwa sebagian penduduk Provinsi Jawa Tengah masih menggantungkan hidupnya pada sektor pertanian.

Menurut BPS Provinsi Jawa Tengah NTP Pada tahun 2019, NTP diawali dengan indeks sebesar 103,77 pada Januari 2019 dan diakhiri dengan indeks sebesar 106,00 pada Desember 2019, atau secara year on year Desember 2019 mengalami kenaikan sebesar 2,27 persen dibandingkan dengan NTP pada Desember 2018 yang berarti bahwa selama tahun 2019 petani mengalami kenaikan, ketika rata-rata tingkat harga yang mereka terima mengalami kenaikan yang lebih cepat.

Untuk meningkatkan pembangunan di sektor pertanian diperlukan strategi yang tepat sesuai dengan spesifik lokasi. Hal yang sangat perlu diperhatikan adalah jaminan ketersediaan sarana dan prasarana pertanian sehingga tidak terjadi kendala pada tingkat produsen yang akan berakibat pada meningkatnya biaya produksi dan akan merugikan petani. Oleh karena itu perlu dilakukan suatu peramalan NTP.

Fuzzy time series (FTS) adalah peramalan data yang menggunakan himpunan fuzzy sebagai dasar pemodelan peramalan. Peramalan dengan FTS adalah peramalan dengan

mengolah pola data masa lalu kemudian digunakan untuk meramalkan data yang akan datang. FTS pertama kali dikembangkan oleh Song dan Chissom pada tahun 1993 dimana metode ini digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang dengan cara menangkap pola dari data historis. Shyi-Ming Chen pada tahun 1996 kembali mengembangkan metode FTS dengan cara menyederhanakan operasi aritmatika pada tahap pembentukan relasi fuzzy. Kemudian pada tahun 2008 Fuzzy Time Series kembali dikembangkan oleh Cheng dkk. Perbedaan antara FTS Cheng dan FTS Chen terdapat pada langkah pembentukan Fuzzy Set dan terdapat bobot pada setiap kelompok relasi fuzzy, dari hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa FTS Cheng memberikan akurasi yang lebih baik dibandingkan FTS Chen. Selanjutnya Metode ini dikembangkan lagi oleh Ruey Chyn Tsaur pada tahun 2012, Tsaur menggabungkan metode FTS klasik dengan markov chain. Hasil dari penelitian Tsaur memberikan akurasi yang cukup baik. FTS Cheng dan FTS Ruey Chyn Tsaur sama-sama memiliki hasil akurasi yang cukup baik, namun belum ada peneliti yang membandingkan kedua metode tersebut, sehingga penelitian ini bertujuan untuk membandingkan metode FTS Cheng dan FTS Ruey Chyn Tsaur.

Penggunaan metode FTS Cheng dan FTS Ruey Chyn Tsaur sebelumnya telah digunakan dalam berbagai penelitian seperti penelitian oleh Lestari (2018) melakukan penelitian dengan judul “Penggunaan Metode Fuzzy Time Series Untuk Meramalkan Produksi Padi Di Kabupaten Majalengka” dengan hasil penelitian Metode FTS Cheng memiliki error peramalan (MAPE) yang lebih kecil yaitu 4,18% dibandingkan dengan metode FTS Chen sebesar 4,71% maka FTS Cheng merupakan metode terbaik untuk meramalkan produksi padi di Kabupaten Majalengka. Lalu penelitian selanjutnya dilakukan oleh Anggraini (2019) dengan judul “Comparison Of Triple Exponential Smoothing And Fuzzy Time Methods Series Of Ruey Chyn Tsaur Logic In Forecasting Domestic Plants In Soekarno-Hatta International Airport”, peramalan ini menghasilkan FTS Ruey Chyn Tsaur lebih cocok daripada metode Triple Exponential Smoothing, dengan nilai kesalahan kecil dari MAPE sebesar 4,54% dan MSE sebesar 9.773..

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu tersebut, dengan mempelajari pengembangan hasil penelitian, maka penulis tertarik untuk menerapkan perbandingan metode Fuzzy Time

Series dengan membandingkan antara FTS Logika Cheng dan FTS Logika Ruey Chyn Tsaur dalam meramalkan nilai tukar petani di Provinsi Jawa Tengah, kemudian melihat ketepatan peramalan dari kedua model tersebut

## LANDASAN TEORI

### Peramalan

Definisi dari peramalan (forecasting) adalah seni dan ilmu untuk memperkirakan kejadian di masa depan. Hal tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan data historis dan proses kalkulasi untuk memprediksikan sebuah proyeksi atas kejadian di masa datang. Cara lain yang dapat ditempuh adalah dengan intuisi subjektif atau dengan model matematis yang disusun oleh pihak manajemen. (Heizer & Render, 2011).

### Time Series

Deret berkala (Time Series) adalah data yang disusun berdasarkan urutan waktu atau data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu (Anwary, 2011). Pada deret berkala perlu memperhatikan pola data deret berkala. Pola data deret berkala dikelompokkan menjadi 4 jenis yaitu (Makridakis et al, 1999 dalam Aryanti, 2012):

1. Pola Horizontal (H) atau Horizontal Data Pattern
2. Pola data Trend (T) atau Trend Data Pattern
3. Pola Data Musiman (S) atau Seasonal Data Pattern
4. Pola Data Siklis (C) atau Cycled Data Pattern

### Fuzzy Time Series

Fuzzy time series (FTS) adalah metode peramalan data time series yang menggunakan prinsip-prinsip fuzzy sebagai dasarnya. FTS pertama kali dikembangkan oleh Song dan Chissom (1993) untuk meramalkan jumlah pendaftaran mahasiswa baru di Universitas Alabama. Sistem peramalan metode FTS yaitu dengan cara menangkap pola data historis kemudian digunakan untuk meramalkan data yang akan datang. Peramalan FTS menggunakan nilai himpunan fuzzy dari bilangan real atas himpunan semesta yang telah ditentukan. Data historis yang akan diramalkan diganti dengan himpunan fuzzy (Tauryawati dan Irawan, 2004).

### Fuzzy Time Series Cheng

Algoritma Chen mempunyai beberapa kekurangan, yaitu tidak mempertimbangkan

adanya pengulangan dan tidak adanya pembobotan (weighted) yang semakin kecil pada pengamatan yang semakin lama. Beberapa orang kemudian mencoba memperbaiki algoritma Chen. Menurut Cheng, dkk (2008), perbedaan metode tersebut terdapat pada langkah pembentukan fuzzy set dan terdapat bobot pada setiap kelompok relasi fuzzy. Tahapan forecasting data time series menggunakan fuzzy time series terboboti berdasarkan cara Cheng adalah sebagai berikut:

1. Mendefinisikan himpunan semesta kemudian membaginya menjadi beberapa interval dengan jarak yang sama.

$$U = [D_{\min} - D_1, D_{\max} + D_2]$$

Dengan  $D_{\min}$  adalah data terkecil dari data historis dan  $D_{\max}$  adalah data terbesar dari data historis.

2. Pembentukan lebar interval

Pada langkah ini, himpunan semesta dibagi menjadi beberapa interval dengan jarak yang sama. Dalam penentuan jarak interval ini, salah satu cara yang bisa dipakai adalah dengan menggunakan rumus Struges.

$$\text{Jumlah Interval (n)} = 1 + 3,222 \text{ Log (n)}$$

dengan n merupakan banyaknya data historis yang digunakan.

Dari hasil tersebut, nantinya akan terbentuk sejumlah nilai linguistik untuk mempresentasikan suatu himpunan fuzzy pada interval-interval yang terbentuk dari himpunan semesta (U).

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

dengan

U : himpunan semesta

u : besar jarak pada U, untuk  $i = 1, 2, \dots, K$ .

Menentukan besar lebar interval

$$l = \frac{[(D_{\max} + D_2)(D_{\min} - D_1)]}{n}$$

Menghitung nilai tengah atau midpoint

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

dimana i merupakan himpunan fuzzy.

Dari hasil tersebut, maka didapatkan partisi dari himpunan semesta sesuai dengan panjang dari interval.

3. Mendefinisikan fuzzifikasi.

Jika universe of discourse (U) adalah himpunan semesta  $U = [u_1, u_2, \dots, u_p]$ , maka suatu himpunan fuzzy  $A_i$  dari U dengan derajat keanggotaan umumnya dinyatakan sebagai berikut:

$$A_i = \frac{\lambda_{A_i}}{u_1} + \frac{\lambda_{A_i}}{u_2} + \frac{\lambda_{A_i}}{u_3} + \dots + \frac{\lambda_{A_i}}{u_n}$$

dimana  $\lambda_{A_i}(i_j)$  merupakan derajat keanggotaan dari  $u_{i_j}$  ke  $A_i$  dimana  $\lambda_{A_i}(i_j) \in [0,1]$  dan  $1 \leq j \leq p$  (p merupakan banyak kelas). Nilai derajat keanggotaan dari  $(u_j)$  didefinisikan sebagai berikut:

$$\lambda_{A_i}(i_1) = \begin{cases} 1 & \text{jika } i = j \\ 0,5 & \text{jika } i = j - 1 \text{ atau } j + 1 \\ 0 & \text{yang lainnya} \end{cases}$$

4. Membentuk Fuzzy Logic Relationships (FLR) dan Fuzzy Logic Relationships Group (FLRG). Pada data yang telah difuzzifikasi dua himpunan fuzzy yang berurutan  $(t-1)$  dan  $A_{(t)}$  dapat dinyatakan sebagai FLR  $A_i \rightarrow t$ . Jika variabel time series  $F_{(t-1)}$  merupakan fuzzifikasi sebagai  $A_k$  dan  $F_{(t)}$  merupakan hasil fuzzifikasi sebagai  $A_m$ , maka  $A_k$  dengan  $A_m$  dapat dinotasikan sebagai  $A_k \rightarrow A_m$ , dimana  $A_k$  merupakan data historis saat sekarang (current state) dan  $A_m$  merupakan data historis selanjutnya dari waktu sekarang (next state).

5. Menetapkan bobot pada kelompok relasi fuzzy logic yang sama. Menentukan bobot relasi FLR menjadi Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG) dengan memasukkan semua hubungan dan memberikan bobot berdasarkan pada urutan dan perulangan yang sama, kemudian menetapkan matriks pembobotan.. mentransfer bobot tersebut ke dalam matriks pembobot yang persamaannya ditulis berikut.

$$W = \begin{bmatrix} W_{11} & W_{12} & \dots & W_{1p} \\ W_{21} & W_{22} & \dots & W_{2p} \\ \vdots & \vdots & W_{ij} & \vdots \\ W_{p1} & W_{p2} & \dots & W_{pp} \end{bmatrix}$$

dimana W merupakan matriks pembobot dan  $w_{ij}$  merupakan bobot matriks pada baris ke-i dan kolom ke-j dengan  $i = 1, 2, \dots, p$ ;  $j = 1, 2, \dots, p$ .

Selanjutnya mentransfer bobot FLRG ke dalam bentuk matriks pembobot yang telah distandarisasi ( $W^*$ ) yang mempunyai persamaan seperti berikut.

$$W^* = \begin{bmatrix} W_{11}^* & W_{12}^* & \dots & W_{1p}^* \\ W_{21}^* & W_{22}^* & \dots & W_{2p}^* \\ \vdots & \vdots & W_{ij}^* & \vdots \\ W_{p1}^* & W_{p2}^* & \dots & W_{pp}^* \end{bmatrix}$$

Menentukan defuzzifikasi nilai peramalan. Untuk menghasilkan nilai peramalan,

matriks pembobot terstandarisasi  $W^*$  dikalikan dengan  $m_i$  ( $m_i$  merupakan nilai tengah pada himpunan *fuzzy*). Sehingga perhitungan peramalannya menjadi:

$$F_i = W_{i1} * (m_1) + W_{i2} * (m_2) + \dots + W_{ip} * (m_p)$$

dimana  $F_i$  adalah hasil peramalan, dengan  $wip$  \* merupakan persamaan 22. Jika hasil dari fuzzifikasi pada periode ke- $i$  adalah  $A_i$ , dan  $A_i$  tidak mempunyai FLR pada FLRG atau dapat dituliskan dengan kondisi  $A_j \rightarrow \emptyset$ , dimana nilai maksimum derajat keanggotaan berada pada  $u_i$ , maka nilai dari prediksi ( $F_i$ ) adalah nilai tengah  $u_i$ , atau dapat didefinisikan dengan  $m_i$  (Fahmi dkk, 2013).

### Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaur

*Fuzzy time series* markov chain (Tsaur,2012) merupakan konsep baru dalam penelitiannya untuk menganalisis kakuratan prediksi nilai tukar mata uang Taiwan dengan dolar US. Dalam penelitiannya Tsaur menggabungkan metode *fuzzy time series* dengan Markov chain, penggabungan tersebut bertujuan untuk memperoleh probabilitas terbesar menggunakan matriks probabilitas transisi. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode *fuzzy time series* markov chain memberikan akurasi yang cukup baik dibandingkan dengan metode *fuzzy time series*.

Langkah – langkah peramalan dengan metode *fuzzy time series* Ruey Chyn Tsaur adalah sebagai berikut:

#### 1. Pembentukan lebar interval

Pada langkah ini, himpunan semesta dibagi menjadi beberapa interval dengan jarak yang sama. salah satu cara yang bisa dipakai adalah dengan menggunakan rumus Struges.

$$Jumlah\ Interval\ (n) = 1 + 3,222\ Log\ (n)$$

dengan  $n$  merupakan banyaknya data historis yang digunakan. Dari hasil tersebut, nantinya akan terbentuk sejumlah nilai linguistik untuk mempresentasikan suatu himpunan *fuzzy* pada interval-interval yang terbentuk dari himpunan semesta (U).

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

dengan

U : himpunan semesta

$u$  : besar jarak pada U, untuk  $i = 1, 2, \dots, k$ .

Menentukan besar lebar interval

$$l = \frac{(D_{max} + D_2)(D_{min} - D_1)}{n}$$

Menghitung nilai tengah atau midpoint

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

dimana  $i$  merupakan himpunan *fuzzy*.

Dari hasil tersebut, maka didapatkan partisi dari himpunan semesta sesuai dengan panjang dari interval.

$$u_1 = (D_{min}; +l)$$

$$u_2 = (D_{min}; +l + 2l)$$

$$u_3 = (D_{min}; +2l + 3l)$$

⋮

$$u_k = (D_{min} + (k - 1); +kl)$$

#### 2. Mendefinisikan fuzzifikasi.

Secara kasar himpunan *fuzzy* dapat diartikan sebagai suatu kelas bilangan dengan batasan samar. Jika universe of discourse (U) adalah himpunan semesta  $U = [u_1, u_2, \dots, u_p]$ , maka suatu himpunan *fuzzy*  $A_i$  dari U dengan derajat keanggotaan umumnya dinyatakan sebagai berikut:

$$A_i = \frac{\lambda_{A_i}}{u_1} + \frac{\lambda_{A_i}}{u_2} + \frac{\lambda_{A_i}}{u_3} + \dots + \frac{\lambda_{A_i}}{u_n}$$

dimana  $\lambda_{A_i}(i_j)$  merupakan derajat keanggotaan dari  $u_j$  ke  $A_i$  dimana  $\lambda_{A_i}(i_j) \in [0,1]$  dan  $1 \leq j \leq p$  ( $p$  merupakan banyak kelas). Nilai derajat keanggotaan dari ( $u_j$ ) didefinisikan sebagai berikut:

$$\lambda_{A_i}(i_j) = \begin{cases} 1 & \text{jika } i = j \\ 0,5 & \text{jika } i = j - 1 \text{ atau } j + 1 \\ 0 & \text{yang lainnya} \end{cases}$$

Hal tersebut dapat digambarkan dengan aturan sebagai berikut ini.

Aturan 1: Jika data aktual  $X_t$  termasuk dalam  $u_j$ , maka derajat keanggotaan untuk  $u_j$  adalah 1, dan  $u_{j+1}$  adalah 0,5 dan jika bukan  $u_j$  dan  $u_{j+1}$ , berarti dinyatakan nol.

Aturan 2: Jika data aktual  $X_t$  termasuk dalam  $u_j$ ,  $1 \leq i \leq p$  maka derajat keanggotaan untuk  $u_j$  adalah 1, untuk  $u_{j-1}$  dan  $u_{j+1}$  adalah 0,5 dan jika bukan  $u_j$ ,  $u_{i-1}$  dan  $u_{i+1}$  berarti dinyatakan nol (2.36)

Aturan 3: Jika data aktual  $X_t$  termasuk dalam  $u_i$ , maka derajat keanggotaan untuk  $u_j$  adalah 1, dan untuk  $u_{j-1}$  adalah 0,5 dan jika bukan  $u_j$  dan  $u_{j-1}$  berarti dinyatakan nol (Boaisha dan Amaitik, 2010).

Misalkan  $A_1, A_2, \dots, A_p$  merupakan himpunan *fuzzy* yang mempunyai nilai linguistik dari suatu variabel linguistik, pendefinisian himpunan *fuzzy*  $A_1, A_2, \dots, A_p$  pada himpunan semesta U adalah sebagai berikut.

$$A_1 = \left\{ \frac{1}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \dots + \frac{0}{u_p} \right\}$$

$$A_2 = \left\{ \frac{0,5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0,5}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \dots + \frac{0}{u_p} \right\}$$

$$A_3 = \left\{ \frac{0}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{1}{u_3} + \frac{0,5}{u_4} + \dots + \frac{0}{u_p} \right\}$$

$$\vdots$$

$$A_p = \left\{ \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_1} + \dots + \frac{0,1}{u_1} + \frac{1}{u_1} \right\}$$

di mana  $u_j$  ( $i = 1, 2, \dots, p$ ) adalah elemen dari himpunan semesta ( $U$ ) dan bilangan yang diberi simbol “/” menyatakan derajat keanggotaan  $\mu_{A_i}(u_j)$  terhadap  $A_i$  ( $i = 1, 2, \dots, p$ ) yang di mana nilainya adalah 0; 0,5 atau 1.

3. Membentuk Fuzzy Logic Relationships (FLR) dan Fuzzy Logic Relationships Group (FLRG).

Menetapkan relasi *fuzzy logic* (FLR) berdasarkan data historis. Pada data yang telah difuzzifikasi dua himpunan *fuzzy* yang berurutan ( $t-1$ ) dan  $A_{(t)}$  dapat dinyatakan sebagai FLR  $A_i \rightarrow t$ . Hubungan diidentifikasi berdasarkan hasil dari fuzzifikasi data time series. Jika variabel time series  $F_{(t-1)}$  merupakan fuzzifikasi sebagai  $A_k$  dan  $F_{(t)}$  merupakan hasil fuzzifikasi sebagai  $A_m$ , maka  $A_k$  dengan  $A_m$  dapat dinotasikan sebagai  $A_k \rightarrow A_m$ , dimana  $A_k$  merupakan data historis saat sekarang (*current state*) dan  $A_m$  merupakan data historis selanjutnya dari waktu sekarang (*next state*). Misalkan jika FLR yang terbentuk adalah  $A1 \rightarrow A1, A1 \rightarrow A2, A1 \rightarrow A3$ , maka FLRG yang terbentuk adalah  $A1 \rightarrow A1, A2, A3$ .

4. Membuat matrik probabilitas transisi. Menemukan berapa peluang dari suatu state menuju ke suatu state berikutnya. 30 Dari peluang-peluang tersebut dapat dibangun matriks transisi probabilitas dengan dimensi matriks transisi adalah  $n \times n$ . Jika state  $A_i$  membuat transisi ke state  $A_j$  dan melewati state lainnya  $A_k, i, j, k = 1, 2, \dots, n$ , maka dapat diperoleh FLRG.

Matriks peluang transisi  $R$  dari state bisa ditulis sebagai berikut:

$$R = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & P_{13} & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & P_{23} & \dots & P_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{n1} & P_{n2} & P_{n3} & \dots & P_{nn} \end{bmatrix}$$

5. Menghitung hasil peramalan. Seluruh sistem transisi terceminan dari matrik  $R$ . Jika  $F(t-1) = A_i$ , proses didefinisikan menjadi state

$A_i$  pada waktu  $t-1$ , maka peramalan untuk  $F(t)$  akan dihitung dengan menggunakan vektor baris  $[Pi_1, Pi_2, \dots, Pin]$ . Hasil peramalan  $F(t)$  sama dengan rata-rata pembobotan dari  $m_1, m_2, \dots, m_n$ . Untuk mencari nilai midpoint dari interval  $u_i$  ( $i=1, 2, \dots, k$ ) suatu himpunan, yaitu sebagai berikut (Yu dan Huang, 2010):

$$m_1 = \frac{[D_{min}-D_1, D_{min}-D_1+l]}{2} = D_{min} - D_1 + \frac{l}{2}$$

$$m_2 = \frac{[D_{min}-D_1+l, D_{min}-D_1+2xl]}{2} = D_{min} - D_1 + \frac{3xl}{2}$$

$$m_3 = \frac{[D_{min}-D_1+2xl, D_{min}-D_1+3xl]}{2} = D_{min} - D_1 + \frac{5xl}{2}$$

⋮

$$m_n = \frac{[D_{min}-D_1+(n-1)xl, D_{min}-D_1+nxl]}{2} = D_{min} - D_1 + \frac{(2x-n-1)xl}{2}$$

Terdapat aturan-aturan dalam menentukan nilai hasil output peramalan pada  $F(t)$ , antara lain:

Aturan 1: jika Fuzzy Logic Relationships Group dari  $A_i$  merupakan himpunan kosong ( $A_j \rightarrow \emptyset$ ), maka peramalan  $F(t)$  adalah  $M_i$ , apabila titik tengah dari interval  $u_i$  dengan persamaan berikut

$$F(t) = m_i$$

Dimana.

$$m_i = \text{Nilai Tengah } u_i$$

Aturan 2: Jika fuzzy logical relation group (FLRG) dari  $A_i$  adalah one to one yaitu  $A_1 \rightarrow A_k$ , dengan  $P_{1k} = 1$  dan  $M_k$  merupakan nilai tengah dari  $u_k$  dengan persamaan sebagai berikut

$$F(t) = m_i P_{ij} = m_i$$

Aturan 3: Jika fuzzy logical relation group (FLRG) dari  $A_j$  adalah one to many yaitu ( $A_j \rightarrow A_1, A_2, \dots, A_n$ ) dengan  $Y_{t-1}$  adalah data sebenarnya ( $t-1$ ), maka hasil peramalan dilakukan menggunakan persamaan berikut

$$F(t) = m_1 P_{i1} + m_1 P_{i2} + \dots + m_{i-1} P_{i(i-1)} + Y_{(t-1)} P_i + m_{i+1} P_{i(i+1)} + \dots + m_n P_{ij}$$

6. Menghitung nilai penyesuaian pada peramalan (Adjusted Value). Tujuan dari

tahap ini adalah memperbaiki error peramalan yang disebabkan oleh matrik Markov-chain yang bias. Bias pada matrik ini biasanya disebabkan oleh ukuran sampel yang lebih kecil ketika memodelkan model Fuzzy time series markov-chain. Oleh karena itu, berikut prinsip-prinsip dalam menghitung nilai penyesuaian (Dt) pada peramalan:

Aturan 1: Jika state  $A_i$  berhubungan dengan  $A_i$ , mulai dari state  $A_i$  pada waktu  $t-1$  sebagai  $F(t-1) = A_i$ , dan mengalami peningkatan transisi menuju state  $A_j$  pada waktu  $t$ , ( $i < j$ ), maka nilai  $D_t$  adalah:

$$D = \left(\frac{l}{2}\right)$$

Aturan 2: Jika state  $A_i$  berhubungan dengan  $A_i$ , mulai dari state pada waktu  $t-1$  sebagai  $F(t-1) = A_i$ , dan mengalami penurunan transisi menuju state  $A_j$  pada waktu  $t$ , ( $i > j$ ), maka nilai  $D_t$  adalah:

$$D = -\left(\frac{l}{2}\right)$$

Aturan 3: Jika transisi dimulai dari state  $A_i$  pada waktu  $t-1$ , sebagai  $F(t-1) = A_i$ , dan mengalami lompatan transisi kedepan (maju) menuju state  $A_{i+s}$  pada waktu  $t$ , ( $1 \leq s \leq n - i$ ), maka nilai  $D_t$  adalah:

$$D = \left(\frac{l}{2}\right) s, (1 \leq s \leq n - i)$$

Dimana,  $s$  = jumlah lompatan ke depan.

Aturan 4: Jika transisi dimulai dari state  $A_i$  pada waktu  $t-1$ , sebagai  $F(t-1) = A_i$ , dan mengalami lompatan transisi ke belakang (mundur) menuju state  $A_{i-v}$  pada waktu  $t$ , ( $1 \leq v \leq i$ ), maka nilai  $D_t$  adalah:

$$D = -\left(\frac{l}{2}\right) v, (1 \leq v \leq i)$$

Dimana,  $v$  = jumlah lompatan ke belakang

Aturan 5: jika fuzzy logic relationships  $A_i$  berkomunikasi dengan  $A_j$  dimana,

$i=j$  maka nilai penyesuaian dari peramalan yaitu  $D=0$ .

7. Menghitung Hasil Peramalan Akhir didapatkan dari proses penggabungan fuzzy time series dan markov chain dilakukan dengan perhitungan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut

$$F' t = F_t + D$$

Dimana,

$F' t$  = hasil peramalan akhir

$F_t$  = hasil peramalan awal

$D$  = nilai penyesuaian peramalan

### Ukuran Ketetapan Peramalan

Tujuan dari analisis runtun waktu (time series) adalah untuk meramalkan nilai masa depan (Wei, 2006). Jika tingkat kesalahan yang dihasilkan semakin kecil, maka hasil peramalan akan semakin mendekati nilai aktual.

Tingkat akurasi setiap model peramalan digunakan metode uji antara lain:

1. MSE (Mean Square Error)

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (X_t - F_t)^2$$

2. MAPE (Mean Absolute Percentage Error)

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

keterangan:

$n$  = jumlah data yang digunakan

$X_t$  = data aktual atau data historis pada periode ke -  $t$

$F_t$  = data hasil peramalan pada periode ke -  $t$

Suatu model dikatakan mempunyai kinerja sangat bagus jika nilai MAPE berada di bawah 10% dan mempunyai kinerja bagus jika nilai MAPE berada 37 diantara 10% dan 20% (Makarti, 2018).

Ketepatan hasil peramalan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Ketetapan Peramalan} = 100\% - \text{MAPE}$$

### Nilai Tukar Petani

Nilai tukar petani (NTP) adalah perbandingan/ rasio antara indeks harga yang diterima petani ( $I_t$ ) dengan indeks harga yang dibayar petani ( $I_b$ ) (BPS, 2014). Nilai Tukar Petani (NTP) ditafsirkan sebagai penanda (indikator) kesejahteraan petani. Salah satu unsur kesejahteraan petani adalah kemampuan daya beli dari pendapatan petani untuk memenuhi kebutuhan pengeluaran rumah tangga petani.

Secara umum ada tiga macam pengertian NTP yaitu

1.  $NTP > 100$ , berarti petani mengalami surplus. Harga produksinya naik lebih besar dari kenaikan harga konsumsinya. Pendapatan petani naik lebih besar dari pengeluarannya, dengan demikian tingkat kesejahteraan petani lebih baik dibanding tingkat kesejahteraan petani sebelumnya.
2.  $NTP = 100$ , berarti petani mengalami impas/break even. Kenaikan/penurunan harga produksinya sama dengan persentase kenaikan/penurunan harga barang konsumsinya. Tingkat kesejahteraan petani tidak mengalami perubahan.
3.  $NTP < 100$ , berarti petani mengalami defisit. Kenaikan harga barang produksinya relatif lebih kecil dibandingkan dengan kenaikan harga barang konsumsinya. Tingkat kesejahteraan petani pada suatu periode mengalami penurunan dibanding tingkat kesejahteraan petani pada periode sebelumnya.

## METODE PENELITIAN

### Sumber Data

Sumber data penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Tengah. Data yang digunakan adalah data nilai nilai tukar petani dari bulan Januari 2008 sampai dengan Desember 2020.

### Variabel dan Struktur Data

Variabel penelitian ini menggunakan sebanyak 156 data dengan nilai tukar petani sebagai variabel X. Unit penelitian yang digunakan adalah nilai tukar petani di Provinsi Jawa Tengah pada kurun waktu 1 bulan selama lebih dari 12 tahun adapun struktur datanya sebagai berikut:

Tabel 1. Struktire Data Penelitian

No	Waktu	X
1	Januari (2008)	$X_1$
2	Februari (2008)	$X_2$
3	Maret (2008)	$X_3$
⋮	⋮	⋮
154	Oktober (2020)	$X_{154}$
155	November (2020)	$X_{155}$
156	Desember (2020)	$X_{156}$

## Langkah Penelitian:

Adapun langkah penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Melakukan analisis deskriptif.
2. Melakukan permodelan menggunakan peramalan deret waktu fuzzy model Cheng dan Ruey Chyn Tsaur dengan langkah sebagai berikut

Model Cheng:

- a. Mendefinisikan himpunan fuzzy pada data historis yang diamati.
- b. Pembentukan interval, fuzzifikasi data historis, dan menetapkan fuzzy logical relationship group (FLRG).
- c. Menetapkan Pembobotan lalu dinormalisasi
- d. Melakukan peramalan berdasarkan himpunan fuzzy, dan melakukan defuzzifikasi data fuzzy.
- e. Menghitung nilai error menggunakan MSE dan MAPE.

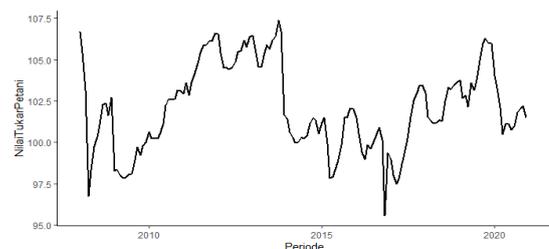
Model Ruey Chyn Tsaur:

- a. Mendefinisikan himpunan fuzzy pada data historis yang diamati.
- b. Pembentukan interval, fuzzifikasi data historis, dan menetapkan fuzzy logical relationship group (FLRG).
- c. Melakukan Peramalan Probabilitas Matriks Transisi, melakukan defuzzifikasi data fuzzy.
- d. Menghitung nilai error menggunakan MSE dan MAPE.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Statistika Deskriptif

Berdasarkan analisa didapatkan bahwa NTP tertinggi sebesar 107,37 pada Oktober 2013 sedangkan NTP terendah sebesar 95,55 pada November 2016 dengan rata – rata NTP sebesar 102,07 dan nilai standar deviasi sebesar 2,60724255.



Plot NTP Provinsi Jawa Tengah membentuk pola siklis yang terjadi akibat data yang dipengaruhi fluktuatif jangka panjang. Berbagai factor yang mempengaruhi fluktuasi

tersebut diantaranya seperti gejala produksi pertanian maupun gejala yang terjadi akibat adanya distorsi pasar yang mempengaruhi harga-harga pasar.

### Penerapan FTS Logika Cheng

Tahapan forecasting data time series menggunakan *fuzzy time series* terboboti berdasarkan cara Cheng adalah sebagai berikut:

#### 1. Menentukan *Universe of Discourse*.

Nilai minimal ( $D_{min}$ ) dari data Nilai Tukar Petani Provinsi Jawa Tengah adalah sebesar 95,55 dan maksimal ( $D_{max}$ ) nya adalah sebesar 107,37. Menentukan himpunan semesta menggunakan formula  $U = [D_{min} - D_1, D_{max} + D_2]$ . Nilai minimal sudah diketahui sebesar 95,55 dan peneliti ingin membulatkannya menjadi 95, sehingga nilai  $D_1$  yang diperoleh sebesar  $95,55 - 95$  dan diperoleh nilai  $D_1$  nya sebesar 0,55. sedangkan untuk nilai maksimal sudah diketahui sebesar 107,37 dan peneliti ingin membulatkannya menjadi 109, sehingga nilai  $D_2$  yang diperoleh sebesar  $109 - 107,37$  dan diperoleh nilai  $D_2$  nya sebesar 1,63. Setelah diketahui nilai  $D_1$  dan  $D_2$  diperoleh himpunan semesta dengan persamaan (2.23) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} U &= [D_{min} - D_1 ; D_{max} + D_2] \\ &= [95,55-0,55 ; 107,37+1,63] \\ &= [95 ; 109] \end{aligned}$$

#### 2. Menentukan Interval

Prastisi himpunan semesta.

$u = 1+3,322 \log (156) = 8,285559916 \approx 8$  didapatkan panjang interval dari 156 data adalah sebesar 8,285 dan dibulatkan menjadi 8.

Selanjutnya penentuan panjang interval. Penentuan interval sangat berpengaruh untuk langkah selanjutnya, yang tentunya akan memberikan dampak perbedaan hasil perhitungan peramalan.

Penentuan interval didefinisikan dengan menggunakan rumus persamaan (2.26).

$$l = \frac{[(107,37 + 1,63)(D_{95,55} - 0,55)]}{8} = 1,75$$

Setelah mendapatkan panjang intervalnya ( $l = 1,75$ ). Dicari definisi  $u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6, u_7$ , dan  $u_8$ . dari himpunan semesta  $U$  dengan persamaan (2.26). berikut definisi interval sebagai berikut:

$$\begin{aligned} u_1 &= [D_{min} - D_1 ; D_{min}-D_1 + l] \\ &= [(95,55-0,55) ; (95,55-0,55) + 1,75] \\ &= [95,00 ; 96,75] \end{aligned}$$

Kemudian dilakukan perhitungan nilai tengah atau *mid point* ( $m$ ) dari setiap himpunan semesta  $U$  dengan menggunakan rumus persamaan (2.27).

$$\begin{aligned} m_1 &= \frac{(95,00 + 96,75)}{2} \\ &= \frac{191,75}{2} = 95,88 \end{aligned}$$

Tabel 2. Pembagian Himpunan Semesta U dan Nilai Tengah

Semesta Pembicara	Batas Bawah	Batas Atas	Nilai Tengah
(1)	(2)	(3)	(4)
$u_1$	95,00	96,75	95,88
$u_2$	96,75	98,50	97,63
$u_3$	98,50	100,25	99,38
$u_4$	100,25	102,00	101,13
$u_5$	102,00	103,75	102,88
$u_6$	103,75	105,50	104,63
$u_7$	105,50	107,25	106,38
$u_8$	107,25	109,00	108,13

#### 3. Menentukan himpunan fuzzy pada semesta pembicara U.

Berikut adalah bentuk persamaan himpunan fuzzy.

$$A_1 = \frac{1}{U_1} + \frac{0,5}{U_2} + \frac{0}{U_3} + \frac{0}{U_4} + \frac{0}{U_5} + \frac{0}{U_6} + \frac{0}{U_7} + \frac{0}{U_8}$$

$$A_2 = \frac{0,5}{U_1} + \frac{1}{U_2} + \frac{0,5}{U_3} + \frac{0}{U_4} + \frac{0}{U_5} + \frac{0}{U_6} + \frac{0}{U_7} + \frac{0}{U_8}$$

$$A_3 = \frac{0}{U_1} + \frac{0,5}{U_2} + \frac{1}{U_3} + \frac{0,5}{U_4} + \frac{0}{U_5} + \frac{0}{U_6} + \frac{0}{U_7} + \frac{0}{U_8}$$

$$A_4 = \frac{0}{U_1} + \frac{0}{U_2} + \frac{0,5}{U_3} + \frac{1}{U_4} + \frac{0,5}{U_5} + \frac{0}{U_6} + \frac{0}{U_7} + \frac{0}{U_8}$$

$$A_5 = \frac{0}{U_1} + \frac{0}{U_2} + \frac{0}{U_3} + \frac{0,5}{U_4} + \frac{1}{U_5} + \frac{0,5}{U_6} + \frac{0}{U_7} + \frac{0}{U_8}$$

$$A_6 = \frac{0}{U_1} + \frac{0}{U_2} + \frac{0}{U_3} + \frac{0}{U_4} + \frac{0,5}{U_5} + \frac{1}{U_6} + \frac{0,5}{U_7} + \frac{0}{U_8}$$

$$A_7 = \frac{0}{U_1} + \frac{0}{U_2} + \frac{0}{U_3} + \frac{0}{U_4} + \frac{0}{U_5} + \frac{0,5}{U_6} + \frac{1}{U_7} + \frac{0,5}{U_8}$$

$$A_8 = \frac{0}{U_1} + \frac{0}{U_2} + \frac{0}{U_3} + \frac{0}{U_4} + \frac{0}{U_5} + \frac{0}{U_6} + \frac{0,5}{U_7} + \frac{1}{U_8}$$

#### 4. Melakukan fuzzifikasi pada pola data historis.

Data bulan januari 2008 ( $t=1$ ) sebesar 106,69 masuk interval  $U_7 = [105.50 - 107.25]$ . setelah menentukan data tersebut masuk ke dalam interval  $U_7$ , maka data tersebut difuzzifikasikan ke dalam  $A_7$ , begitu juga seterusnya untuk NTP hingga pada data ke 156.

Tabel 3. Fuzzifikasi

No	Periode	NTP	Fuzzifikasi
(1)	(2)	(3)	(4)
1	Jan-08	106,69	$A_7$
2	Feb-08	105,41	$A_6$
3	Mar-08	103,17	$A_5$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
154	Oct-20	102,08	$A_5$
155	Nov-20	102,19	$A_5$
156	Dec-20	101,49	$A_4$

5. Membentuk Fuzzy Logic Relationships (FLR) dan Fuzzy Logic Relationships Group (FLRG).

Data ke 1 (Januari 2008) fuzzifikasi  $A_7$  dan data kedua (Februari 2008) fuzzifikasi  $A_6$  sehingga terbentuk FLR ( $A_7 \rightarrow A_6$ ) dan seterusnya.

Tabel 4. Fuzzy Logic Relationships (FLR)

No	Periode	NTP	FLR
(1)	(2)	(3)	(4)
1	Jan-08	106,69	*
2	Feb-08	105,41	$A_7 \rightarrow A_6$
3	Mar-08	103,17	$A_6 \rightarrow A_5$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
154	Oct-20	102,08	$A_4 \rightarrow A_5$
155	Nov-20	102,19	$A_5 \rightarrow A_5$
156	Dec-20	101,49	$A_5 \rightarrow A_4$

FLRG merupakan pengelompokkan dari setiap perpindahan state yang bertujuan untuk mempermudah perhitungan dari FLR. Berikut merupakan FLRG dari seluruh data

Tabel 5. Fuzzy Logic Relationships Group (FLRG)

Curent State	Next State	FLRG
(1)	(2)	(3)

$A_1$	$A_2, A_3$	$A_1 \rightarrow A_2, A_3$
$A_2$	$10(A_2), 4(A_3)$	$A_2 \rightarrow 10(A_2), 4(A_3)$
$A_3$	$A_1, 2(A_2), 14(A_3), 8(A_4)$	$A_3 \rightarrow A_1, 2(A_2), 14(A_3), 8(A_4)$
$A_4$	$6(A_3), 25(A_4), 7(A_5)$	$A_4 \rightarrow 6(A_3), 25(A_4), 7(A_5)$
$A_5$	$A_1, A_2, 5(A_4), 25(A_5), 3(A_6)$	$A_5 \rightarrow A_1, A_2, 5(A_4), 25(A_5), 3(A_6)$
$A_6$	$3(A_5), 11(A_6), 4(A_7)$	$A_6 \rightarrow 3(A_5), 11(A_6), 4(A_7)$
$A_7$	$A_4, 4(A_6), 16(A_7), A_8$	$A_7 \rightarrow A_4, 4(A_6), 16(A_7), A_8$
$A_8$	$A_7$	$A_8 \rightarrow A_7$

6. Menetapkan pembobot

Berdasarkan FLRG tersebut, maka akan diketahui nilai pembobotannya. Nilai masing-masing pembobot diperoleh dari FLRG yang telah didapatkan, seperti contoh untuk current state  $A_1$  yang mempunyai nilai next state  $A_2$  dan  $A_3$  sehingga bisa diperoleh nilai pembobot untuk  $A_1 \rightarrow A_2$  ialah 1, dan  $A_1 \rightarrow A_3$  juga memiliki pembobot 1.

Tabel 6. Pembobotan Fuzzy

$X_{(t-1)}$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$A_6$	$A_7$	$A_8$
$A_1$	0	1	1	0	0	0	0	0
$A_2$	0	10	4	0	0	0	0	0
$A_3$	1	2	14	8	0	0	0	0
$A_4$	0	0	6	25	7	0	0	0
$A_5$	1	1	0	5	25	3	0	0
$A_6$	0	0	0	0	3	11	4	0
$A_7$	0	0	0	1	0	4	16	1
$A_8$	0	0	0	0	0	0	1	0

Setelah mendapatkan pembobot, selanjutnya menentukan pembobot ternormalisasi diperoleh dengan cara masing-masing pembobot dibagi total pembobot masing-masing current state.

Tabel 7 Bobot Ternormalisasi

$X_{(t-1)}$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$A_6$	$A_7$	$A_8$
$A_1$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	0	0	0	0	0
$A_2$	0	$\frac{10}{14}$	$\frac{4}{14}$	0	0	0	0	0

$A_3$	$\frac{1}{25}$	$\frac{2}{25}$	$\frac{41}{25}$	$\frac{8}{25}$	0	0	0	0
$A_4$	0	0	$\frac{6}{38}$	$\frac{7}{38}$	0	0	0	0
$A_5$	$\frac{1}{35}$	$\frac{1}{35}$	0	$\frac{1}{35}$	$\frac{3}{35}$	$\frac{3}{11}$	0	0
$A_6$	0	0	0	0	$\frac{3}{18}$	$\frac{11}{18}$	$\frac{4}{18}$	0
$A_7$	0	0	0	$\frac{1}{22}$	0	$\frac{4}{22}$	$\frac{16}{22}$	$\frac{1}{22}$
$A_8$	0	0	0	0	0	0	0	$\frac{1}{1}$

Berdasarkan tabel 4.7 didapatkan nilai peramalan NTP Provinsi Jawa Tengah periode bulan Februari 2008 sebesar 104,7222 berdasarkan defuzzifikasi  $A_6$ , begitu juga untuk periode bulan maret 2008 dikarenakan fuzzifikasi nya adalah  $A_5$  sehingga hasil peramalan diperoleh dari nilai defuzzifikasi  $A_5$ . Untuk peramalan periode selanjutnya yaitu Januari 2021 menggunakan fuzzifikasi bulan Desember 2020 yaitu  $A_5$  dengan hasil peramalan sebesar 101.1711.

7. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi dapat dihitung dengan mengalikan matriks defuzzifikasi ( $L_{df}$ ) berupa nilai tengah dengan matriks pembobot ( $W_n(t)$ ).

Tabel 8. Defuzzifikasi

Himpunan Fuzzy	Defuzzifikasi
(1)	(2)
$A_1$	98,500
$A_2$	98,125
$A_3$	99,655
$A_4$	101,171
$A_5$	102,425
$A_6$	104,722
$A_7$	105,898
$A_8$	106,375

Berdasarkan nilai defuzzifikasi tersebut diperoleh nilai peramalan NTP Provinsi Jawa Tengah, tersaji dalam table 9 sebagai berikut:

Tabel 9 Hasil Peramalan

Periode	Fuzzifikasi	Nilai Aktual	Peramalan
(2)	(3)	(4)	(5)
Jan-08	$A_7$	106,69	*
Feb-08	$A_6$	105,41	104,7222
Mar-08	$A_5$	103,17	102,4250
Apr-08	$A_1$	96,74	98,5000
May-08	$A_2$	98,32	98,1250
...	...	...	...
Sep-20	$A_4$	101,82	101,1711
Oct-20	$A_4$	102,08	102,4250
Nov-20	$A_5$	102,19	102,4250
Dec-20	$A_5$	101,49	101,1711
Jan-21	*	*	101,1711

Penerapan FTS Logika Ruey Chyn Tsaur

Ada beberapa Langkah-langkah peramalan Fuzzy Time Series Logika Ruey Chyn Tsaur yang sama dengan Fuzzy Time Series Logika Cheng. Perbedaannya Fuzzy Time Series Logika Ruey Chyn Tsaur adalah menggunakan matriks probabilitas transisi karena bertujuan untuk memperoleh probabilitas terbesar. **Langkah 1 sampai dengan langkah 5 memiliki persamaan dengan langkah Fuzzy Time Series Logika Cheng.** Kemudian perbedaan muncul pada langkah kelima, dimana pada langkah ini Fuzzy Time Series Logika Ruey Chyn Tsaur dihitung dengan cara :

6. Menghitung Matriks Probabilitas Transisi

Matriks probabilitas transisi pada data berorde  $8 \times 8$  berdasarkan interval sebelumnya. Matriks transisi probabilitas sebagai berikut.

Tabel 10. Matriks Probabilitas

	$j$							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,7143	0,2857	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	0,0400	0,0800	0,5600	0,3200	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4	0,0000	0,0000	0,1579	0,6579	0,1842	0,0000	0,0000	0,0000
5	0,0286	0,0286	0,0000	0,1429	0,7143	0,0857	0,0000	0,0000
6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1667	0,6111	0,2222	0,0000
7	0,0000	0,0000	0,0000	0,0455	0,0000	0,1818	0,7273	0,0455
8	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000

7. Defuzzifikasi

Peramalan awal dapat dilihat pada matriks probabilitas transisi berdasarkan nilai probabilitas, kemudian dapat dilakukan perhitungan untuk peramalan berdasarkan data histori. Perhitungan ini menggunakan data aktual sebelumnya  $t - 1$  yang dimulai dari  $t = 2$  yaitu bulan Februari 2011. Pada data tersebut memiliki FLR  $A_2$  bertransisi

pada A1 sehingga dapat dihitung peramalannya sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 F(2) &= A_6 \rightarrow 3(A_5), 11(A_6), 4(A_7) \\
 &= M_5(P_{65}) + Y_{t-1}(P_{66}) + M_7(P_{67}) \\
 &= (104,625 * 0,1667) + (106,69 * 0,6111) + \\
 &\quad (106,375 * 0,2222) \\
 &= 106,27500
 \end{aligned}$$

Tabel 11. Peramalan awal sebelum disesuaikan

No	Periode	Nilai Aktual	Peramalan Awal
(1)	(2)	(3)	(5)
1	Jan-08	106,69	*
2	Feb-08	105,41	106,27500
3	Mar-08	103,17	105,20194
4	Apr-08	96,74	102,63571
...	...	...	...
154	Oct-20	102,08	101,62829
155	Nov-20	102,19	101,85714
156	Dec-20	101,49	101,93571
157	Jan-21	*	101,41118

8. Menghitung nilai penyesuaian pada peramalan (adjusted value) dan peramalan akhir.

Perhitungan untuk bulan Februari 2008, diketahui bahwa FLR-nya adalah  $A_7 \rightarrow A_6$ . Berikut diperoleh nilai penyesuaian:

$$\begin{aligned}
 D_{t(\text{februari } 2008)}(A_7 \rightarrow A_6) &= -\left(\frac{1}{2}\right) = -\left(\frac{1,75}{2}\right) = -0,875 \\
 D_{t(\text{april } 2008)}(A_5 \rightarrow A_1) &= -\left(\frac{1}{2}\right) v = -\left(\frac{1,75}{2}\right) 4 = -3,500
 \end{aligned}$$

Kemudian untuk menghitung peramalan akhir yang didapat dari tahap peramalan awal dan nilai penyesuaian, misalnya pada peramalann akhir  $t=2$  (Februari 2008) adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 F'_2 &= F_2 + D \\
 &= 106,2750 - 0,875 \\
 &= 105,400
 \end{aligned}$$

Tabel 12. Peramalan akhir

No	Periode	Peramalan Awal	Nilai Penyesuaian	Peramalan Akhir
(1)	(2)	(5)	(4)	(5)
1	Jan-08	*	*	*
2	Feb-08	106,2750	-0,875	105,4000
3	Mar-08	105,2019	-0,875	104,3269
4	Apr-08	102,6357	-3,500	99,1357
5	May-08	98,5000	0,875	99,3750
...	...	...	...	...
153	Sep-20	101,0820	0,000	101,0820

154	Oct-20	101,6282	0,875	102,5032
155	Nov-20	101,8571	0,000	101,8571
156	Dec-20	101,9357	-0,875	101,0607
157	Jan-21	101,4112	0,000	101,4112

Berdasarkan tabel 4.11 didapatkan nilai peramalan akhir NTP Provinsi Jawa Tengah periode bulan Februari 2008 sebesar 105,4000 dan periode bulan maret 2008 hasil peramalan akhir nya diperoleh sebesar 104,3269. Peramalan periode selanjutnya yaitu Januari 2021 sebesar 100,53616.

### Ketepatan Metode Peramalan

Setelah dilakukan analisis peramalan NTP Provinsi Jawa Tengah bulan Januari 2008 sampai Desember 2020 menggunakan FTS Logika Cheng dan FTS Logika Ruey Chyn Tsaur akan dilakukan uji ketepatan metode peramalan yaitu dengan melihat nilai MSE dan MAPE.

Tabel 13. Perbandingan Akurasi Metode Peramalan

Metode	MSE	MAPE
(1)	(2)	(3)
<b>FTS Logika Cheng</b>	<b>0.3331</b>	<b>0.4300%</b>
FTS Logika Ruey Chyn Tsaur	0.4054	0.4793%

Berdasarkan Tabel 4.12 untuk perhitungan nilai peramalan NTP Provinsi Jawa Tengah lebih sesuai dengan menggunakan metode FTS Cheng karena nilai MSE dan MAPE yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan menggunakan FTS Ruey Chyn Tsaur. Nilai MAPE metode FTS Logika Cheng diperoleh sebesar 0,43% dan metode FTS Logika Ruey Chyn Tsaur sebesar 0,4793.

### SIMPULAN DAN SARAN

#### Simpulan

Hasil peramalan menggunakan FTS logika Cheng untuk NTP Provinsi Jawa Tengah memiliki nilai yang hampir sepola dengan nilai aktual NTP Provinsi Jawa Tengah bulan Januari 2008 sampai Desember 2020. Sedangkan peramalan untuk periode selanjutnya yaitu bulan Januari 2021 diperoleh sebesar 101,1711. peramalan untuk periode selanjutnya yaitu bulan Januari 2021 diperoleh sebesar 101,41118. Metode FTS Logika Cheng mempunyai hasil peramalan yang lebih akurat dibandingkan metode FTS Logika Ruey Chyn

Tsaur pada kasus ini. Karena memiliki nilai MSE (Mean Square Error) dan MAPE (Mean Absolute Percentage Error) terkecil, yaitu berturut-turut adalah 0.3331 (MSE), dan 0,4300 (MAPE). Diperoleh nilai ketepatan hasil peramalan FTS logika Cheng sebesar 99,57% dan ketepatan hasil peramalan FTS logika Ruey Chyn Tsaur sebesar 99,52%.

#### Saran

peramalan data NTP Provinsi Jawa Tengah ini dapat dicoba dibandingkan dengan metode lain selain FTS Logika Cheng dan FTS Logika Ruey Chyn Tsaur sehingga dapat diketahui metode yang memiliki tingkat kesalahan yang paling kecil. dan mencoba dengan menggunakan objek yang sama diharapkan dapat melakukan analisis FTS pada data NTP Provinsi Jawa Tengah dengan menggunakan berbagai jumlah interval linguistic yang berbeda-beda.

#### Daftar Pustaka

- Anggriani, 2019. *Comparison Of Triple Exponential Smoothing And Fuzzy Time Methods Series Of Ruey Chyn Tsaur Logic In Forecasting Domestic Plants In Soekarno-Hatta International Airport*. Skripsi. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta
- Anwary, 2011. *Prediksi Kurs Rupiah Terhadap Dollar Amerika Menggunakan Metode Fuzzy Time Series*. Skripsi. Universitas Diponegoro (UNDIP). Semarang.
- Badan Pusat Statistik. 2020. *Nilai Tukar Petani (Dinamis): Nilai Tukar Petani menurut Bulan, Tahun 2008-2020, 2 Desember 2020*. BPS Jawa Tengah. Jawa Tengah.
- Churrohmah, 2020. *Peramalan Penjualan Mobil Di Indonesia Menggunakan Data Runtun Waktu Dengan Logika Ruey Chyn Tsaur*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel. Surabaya.
- Elfajar, 2017. *Peramalan Jumlah Kunjungan Wisatawan Kota Batu Menggunakan Metode Time Invariant Fuzzy Time Series*. Sarjana thesis, Universitas Brawijaya. Jawa Timur.
- Fitria, 2019. *Pengaplikasian Fuzzy Time Series Cheng dalam Memprediksi Kurs Rupiah Terhadap Dollar Singapura*. [Skripsi]. Jakarta: Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Hansun, S. 2012. *Peramalan Data IHSG Menggunakan Fuzzy Time Series*. Dalam *Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems (IJCCS)*, Vol. 6, No. 2, pp 79-88
- Heizer & Render, 2011. *Facility Location Decisions Based on Driving Distances on Spherical Surface*. Prentice Hall, Upper Saddle River.
- Kusumadewi, S. dan H. Purnomo. 2010. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Lestari, 2018. *Penggunaan Metode Fuzzy Time Series Untuk Meramalkan Produksi Padi Di Kabupaten Majalengka*. Skripsi. Bandung : Universitas Padjajaran.
- Normalita. 2016. *Peramalan Menggunakan Fuzzy Time Series Cheng (Studi Kasus : Curah Hujan Kota Samarinda)*. Skripsi. Universitas Mulawarman Samarinda.
- Song, Q. dan B. S. Chissom. 1993. *Fuzzy time series and its models*. *International Journal of Fuzzy Sets and System* 54(3): 269-277.
- Simatupang, dkk. 2008. *Industrialisasi Pertanian Sebagai Strategi Agribisnis dan Pembangunan Pertanian dalam Era Globalisasi*. Badan Penelitian dan Pembangunan Pertanian. Bogor.
- Sumartini., Hayati, M. N. dan Wahyuningsih, S. 2017. *Peramalan Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Cheng*. *Jurnal Ekspansional* 8(1)
- Tauryawati, M.L dan Irawan, M. I . 2014. *Perbandingan Metode Fuzzy Time Series Cheng dan Metode Box-Jenkins untuk Memprediksi IHSG*. *Jurnal Sains Dan Seni Pomits* 3(2)
- Tsaur, R. C. 2012. *A Fuzzy Time Series-Markov Chain Model With an Application to Forecast the Exchange Rate Between the Taiwan and US Dollar*. *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*. 8(7)

