

Comparison Fuzzy Time Series Cheng and Ruey Chyn Tsaur Model for Forecasting Sales at Empat Saudara Store

Muhammad Alif Yustin, Zilrahmi*, Atus Amadi Putra, Fadhilah Fitri

Departemen Statistika, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia

*Corresponding author: zilrahmi@fmipa.unp.ac.id

Submitted : 17 April 2023

Revised : 25 Mei 2023

Accepted : 31 Mei 2023

ABSTRACT

Trading business is a type of business that focuses on buying goods and reselling them with the aim of making a profit without making changes to the condition of the goods being sold. The problem that often occurs at the Toko Empat Saudara is excess or deficiency in the stock of goods owned, where consumer demand is high but goods are insufficient and consumer demand is low but goods are available. One effort to overcome these problems is to make stable sales happen by forecasting to find out future sales. Activities that aim to estimate or foresee what will happen in the future using historical data from the past is a forecasting. The research method used is Fuzzy Time Series (FTS) because this method's forecasting system is to capture patterns from past data and then use it to project future data based on linguistic values. FTS models used are FTS Cheng and FTS Ruey Chyn Tsaur. The data used is daily sales data at the Empat Saudara Store for the period October 2022 to December 2022. Where the FTS Cheng model is better than the FTS model Ruey Chyn Tsaur. The following is the five periods forecasting results for the FTS Cheng model which is IDR 200,668.2, in 1st January, IDR 171.761.5, in 2nd January, IDR 222.412.6, in 3rd January, IDR 214.507.4, in 4th January, IDR 216.294.3, in 5th January and for the FTS Ruey Chyn Tsaur model are IDR 198.600 in 1st January, IDR 229.094.2, in 2nd January, IDR 202.203.05, in 3rd January, IDR 230.804.6, in 4th January IDR 228.008.6, in 5th January. Besides that for the level of accuracy of forecast results obtained is that the FTS Cheng model has a smaller MAPE value of 9.904% compared to the MAPE FTS Ruey Chyn Tsaur model value of 14.01%.

Keywords: Forecasting, Fuzzy Time Series, Sale, Trading.



This is an open access article under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2022 by author and Universitas Negeri Padang.

I. PENDAHULUAN

Usaha Dagang (UD) ialah suatu jenis usaha yang melakukan aktivitas membeli barang dan menjualnya kembali dengan maksud untuk mendapatkan laba tanpa mengalami perubahan pada keadaan pada barang yang akan dijual (Moechthar, 2019). Tujuan UD tersebut adalah bisa tetap bertahan dan terus berkembang, untuk mencapai tujuan tersebut UD harus berusaha mempertahankan dan meningkatkan keuntungan atau laba yang dihasilkan (Sihotang dan Umayyah, 2021). Sebuah UD dapat dikatakan stabil apabila bisa mencapai volume penjualan tertentu, dengan menyediakan produk barang yang berkualitas dan dibutuhkan sehingga dapat dijangkau masyarakat dan memberikan pelayanan yang baik (Margaretha, 2004). Kegiatan UD merupakan ujung tombak perekonomian di setiap daerah karena memiliki potensi yang memberikan sumbangan terbesar setiap daerah dan menyejahterahkan masyarakat (Afif dan Umiyati, 2022). Kota Padang merupakan salah satu daerah yang menjadikan UD sebagai sektor utama dalam menggorekan roda perekonomian Provinsi Sumatera Barat (Suryani, 2019).

Toko Empat Saudara merupakan salah satu Usaha Dagang (UD) yang menjual berbagai jenis *furniture* yang terletak di Jl. Raya Ampang No.52, Kota Padang. Toko ini menjual berbagai jenis *furniture* seperti alat perlengkapan rumah tangga, kasur, kursi dan karpet dengan harga dan merek yang berbeda beda. Toko Empat Saudara sering mengalami masalah dengan kelebihan atau kekurangan stok barang yang dimilikinya, yang dimana permintaan konsumen yang tinggi namun barang tidak mencukupi dan permintaan konsumen yang rendah tetapi barang tersedia. Jadi Toko Empat Saudara tersebut belum bisa menjaga kestabilan barang tersebut, yang mengakibatkan terjadinya penjualan yang fluktuatif setiap harinya yang tidak terlaksananya tujuan dari UD. Kondisi yang harus diperhatikan dari permasalahan tersebut adalah bagaimana pemilik toko bisa mengatur keuntungan dari penjualan. Kalau penjualannya naik maka barang yang dibutuhkan konsumen harus dipenuhi ketersediaannya jika penjualan rendah maka keuntungan disimpan terlebih dahulu untuk modal pada periode yang akan datang (Yulius, 2013). Salah satu

usaha untuk mengatasi permasalahan tersebut agar terjadinya penjualan yang stabil dengan melakukan peramalan agar mengetahui penjualan yang akan datang (Alfarisi, 2017).

Peramalan merupakan suatu aktivitas yang memiliki maksud dalam memperkirakan atau memprediksi kejadian di masa depan dengan menggunakan data historis dari masa lampau (Wulandari, 2020). Tujuan dari Peramalan tersebut adalah untuk memperkirakan penggunaan dan penjualan suatu barang sehingga barang tersebut bisa dijual dalam jumlah yang tepat (Vincent, 2002). Metode penelitian yang digunakan adalah *Fuzzy Time Series* (FTS) yang dimana kerjanya adalah menangkap pola dari data masa lalu kemudian digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang berdasarkan nilai linguistik (Ujianto dan Irawan, 2015). Konsep dari FTS dilihat dari teori himpunan *fuzzy*, logika *fuzzy*, dan penalaran perkiraan. FTS juga melibatkan proses dinamis dari sebuah variabel dengan nilai-nilai linguistik yang terdiri dari himpunan *fuzzy* (Rahmawati, dkk, 2021). FTS terdiri dari beberapa model diantaranya adalah model *Cheng* dan *Ruey Chyn Tsaur* kedua model tersebut mempunyai tingkat keakuratan yang cukup tinggi dan menggunakan dua jenis pembobotan yang berbeda. Hingga saat ini, tidak adanya peneliti yang membandingkan kedua model tersebut.

Beberapa penelitian terdahulu yang dilakukan dengan tujuan memecahkan masalah pada kedua model FTS tersebut adalah Jamaludin (2017) ingin melakukan peramalan terhadap jumlah pinjaman menggunakan metode FTS Cheng dengan MAPE sebesar 16,41% dan Wijaya dkk. (2020) ingin melakukan peramalan untuk mengukur potensi penjualan produk di UD Rama Jaya Water Heater memakai metode FTS Ruey Chyn Tsaur dengan MAPE sebesar 18%. Tujuan peneliti melakukan peramalan tersebut adalah dari data yang digunakan peneliti ingin melihat dari kedua model tersebut mana model yang bagus untuk digunakan dalam memprediksi data.

II. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian terapan, dengan tujuan untuk mendapatkan solusi dari suatu permasalahan. Data yang digunakan adalah data sekunder yang didapatkan dari pembukuan di Toko Empat Saudara, dengan variabel data yang digunakan adalah data harian periode 1 Oktober sampai dengan 31 Desember Tahun 2022, yang memiliki 92 data. Adapun pengolahan data yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah *RStudio*. Berikut langkah-langkah dalam melakukan analisis metode FTS Cheng dan FTS Ruey Chyn.

A. Fuzzy Time Series Model Cheng

FTS Cheng memiliki langkah kerja pada interval yang sedikit berbeda, yaitu menggunakan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR), yang mencakup semua hubungan dan memberikan bobot pada urutan dan pengulangan FLR yang sama (Sumartini dkk, 2017). Berikut adalah tahapan dalam peramalan FTS Cheng:

1. Menentukan himpunan semesta (U) dari data aktual, $U = [D_{min}, D_{max}]$ (1)
dimana D_{min} merupakan data paling kecil dan D_{max} merupakan data paling besar.

2. Menentukan lebar interval, $l = \frac{Range\ data\ (R)}{Benyaknya\ Interval\ (K)}$ (2)

$$\text{dimana, } R = D_{max} - D_{min} \quad (3)$$

$$\text{dan, } K = 1 + 3.3 \log(n) \quad (4)$$

$$\text{dengan nilai tengah pada setiap interval, } m_i = \frac{batas\ atas + batas\ bawah}{2} \quad (5)$$

jika jumlah data pada interval tertentu melebihi dari jumlah rata-rata pada setiap interval, maka interval tersebut dapat dibagi menjadi interval yang lebih kecil dengan membaginya menjadi dua.

3. Pendefinisian himpunan *fuzzy* A_i dan memfuzzifikasi data aktual. Misalkan A_1, A_2, \dots, A_p merupakan himpunan fuzzy yang memiliki nilai linguistik dari suatu variabel linguistik, pendefinisian himpunan *fuzzy* A_1, A_2, \dots, A_p pada U sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A_1 &= 1/u_1 + 0,5/u_2 + 0/u_3 + \dots + 0/u_p \\ A_2 &= 0,5/u_1 + 1/u_2 + 0,5/u_3 + \dots + 0/u_p \\ &\vdots \\ A_p &= 0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + \dots + 0/u_{p-1} + 1/u_p \end{aligned} \quad (6)$$

dimana $u_i (i = 1, 2, \dots, p)$ merupakan elemen dari himpunan semesta (U) dan bilangan yang terdapat sebuah symbol “/” mengungkapkan bahwa derajat keanggotaan $A_i(u_i)$ terhadap $A_i (i = 1, 2, \dots, p)$ dengan mendapatkan hasil antara 0-1.

4. Fuzzifikasi dan *Fuzzy Logic Relationship* (FLR) dimana Keadaan FLR tersebut dilambangkan sebagai $A_i \rightarrow A_j$, yang dimana A_i merupakan (*current state*) dan A_j adalah (*next state*) atau data selanjutnya (Hayati & Wahyuningsih, 2017).

- Menentukan *Fuzzy Logic Relationship Group* (FLRG) dengan cara menghubungkan semua anggota *fuzzy* dan menetapkan nilai bobot dilihat dari urutan dan perulangan yang sama. Contohnya terdapat di dalam urutan FLR yang sama.

$$\begin{aligned} (t = 1)A_1 &\rightarrow A_1, \text{ menghasilkan bobot } 1 \\ (t = 2)A_2 &\rightarrow A_1, \text{ menghasilkan bobot } 1 \\ (t = 3)A_2 &\rightarrow A_3, \text{ menghasilkan bobot } 2 \end{aligned} \quad (7)$$

dimana $t =$ waktu
 setelah itu, bobot yang didapatkan dari setiap FLR dimasukkan ke bentuk matriks pembobot (W):

$$W = \begin{bmatrix} W_{11} & W_{12} & \dots & W_{1p} \\ W_{22} & W_{22} & \dots & W_{2p} \\ W_{p1} & W_{p2} & \dots & W_{pp} \end{bmatrix} \quad (8)$$

dimana W_{ij} , merupakan bobot matriks pada baris ke- i dan kolom ke- j dengan ($i=1,2,..p, j=1,2,..p$). setelah itu merubah bentuk matriks pembobot ternstandarisasi (W^*).

$$W^* = \begin{bmatrix} W_{11}^* & W_{12}^* & \dots & W_{1p}^* \\ W_{22}^* & W_{22}^* & \dots & W_{2p}^* \\ W_{p1}^* & W_{p2}^* & \dots & W_{pp}^* \end{bmatrix} \quad (9)$$

dimana W^* merupakan matriks pembobot yang telah di standarisasi dengan rumus $W_i^* = \frac{W_i}{\sum_{j=1}^p w_i}$

- Defuzzifikasi peramalan dari model Cheng. Dengan mengalikan antara bobot terstandarisasi (W^*) yang dimana m_i adalah nilai tengah dari i . maka dari itu perhitungan ramalannya terbentuk persamaan berikut.

$$F_t = W_{i1}^*(m_i) + W_{i1}^*(m_i) + \dots + w_{ip}^*(m_p) \quad (10)$$

jika yang didapatkan hasil nilai fuzzifikasi periode ke- i adalah A_i , tetapi A_i tidak adanya hubungan relasi antara FLR dan FLRG, maka nilai terbesar dari derajat keanggotaan yang terletak pada u_i dan nilai ramalannya adalah nilai tengah dari $u_i (m_i)$.

B. Fuzzy Time Series Model Ruey Chyn Tsaur

tahapan peramalan pada metode FTS Model Ruey Chyn Tsaur yang harus dikerjakan adalah sebagai berikut (Tsuar, 2012):

- Membentuk Himpunan Semesta seperti persamaan (1)
- Melakukan pembentukan interval, sebanyak K menggunakan persamaan (4) dan panjang interval menggunakan persamaan (2). Setelah dilakukan beberapa tahapan diatas, maka dapat diperoleh interval sebagai berikut:

$$\begin{aligned} u_1 &= [D_{min} ; D_{min} + l] \\ u_2 &= [D_{min} + l ; D_{min} + 2l] \\ &\vdots \\ u_n &= [D_{min} + (n - 1)l ; D_{min} + nl] \end{aligned} \quad (11)$$

lalu mencari nilai tengah (m_i) seperti persamaan (5)

- Membentuk himpunan *fuzzy* terhadap Himpunan Semesta (U) supaya mempermudah kerja semua himpunan *fuzzy* $A_i, i = 1,2,.., n$ dapat diartikan dalam rentang nilai yang sudah diatur sebelumnya, dengan himpunan *fuzzy* A_1, A_2, \dots, A_n sehingga mendapatkan hasil seperti persamaan (6)
- Menentukan Fuzzifikasi dengan mengidentifikasi data ke dalam bentuk *fuzzy set*, Jika sebuah data dimasukkan ke suatu interval u_i , dengan demikian data itu dapat diartikan sebagai fuzzifikasi ke dalam A_i
- Menentukan FLR (*Fuzzy Logic Realtionship*) dilihat dari berdasarkan suatu nilai fuzzifikasi dari data historis, jika $f(t - 1) = A_i$ dan $F(t) = A_j$ maka dapat ditulis $A_i \rightarrow A_j$ yang dimana A_i merupakan *current state* dan A_j merupakan *next state*. Selanjutnya FLRG (*Fuzzy Logic Relationhsip Group*) merupakan pengelompokkan dari FLR. Yang dimana menentukan FLRG dengan cara menggabungkan *current State* dengan *Next State* yang memiliki sifat tetap. Contohnya jika FLR mempunyai bentuk seperti $A_1 \rightarrow A_2, A_1 \rightarrow A_3, A_1 \rightarrow A_4$ maka terbentuklah FLRG dengan persamaan $A_1 \rightarrow A_2, A_3, A_4$.

- Menghitung Matriks Probabilitas Transisi (P_{ij}), dengan $P_{ij} = \frac{M_{ij}}{M_i}, i \text{ dan } j = 1,2,3,.., n$ (12)

dimana, M_{ij} merupakan hasil transisi dari i dan j , dan M_i merupakan keadaan yang ada pada i dan j

- menentukan matriks transisi, $R = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{1n} \\ p_{21} & p_{22} & \dots & p_{2n} \\ p_{n1} & p_{n2} & \dots & p_{nn} \end{bmatrix}$ (13)

dengan $P_{ij} \geq 0$ dan $\sum_{j=0}^{\infty} P_{ij} = 1$

8. Melakukan defuzzifikasi Ruey Chyn Tsaur

a) Peramalan awal $F(t)$ dengan melakukan perhitungan ramalan awal dengan menggunakan FLR, FLRG dan matriks pembobot transisi yang telah didapatkan sebelumnya. Berikut adalah aturan dalam menentukan Ramalan awal $F(t)$.

(1) Apabila FLRG dari A_i adalah himpunan kosong ($A_i \rightarrow \theta$) maka hasil peramalan yang diperoleh adalah m_i yaitu nilai tengah dari u_i , dapat dilihat di persamaan berikut: $F(t) = m_i$ (14)

(2) Apabila FLRG dari A_i adalah himpunan *one to one* ($A_i \rightarrow A_k$) dengan $P_{ij} = 0$ dan $P_{ik} = 1$ dan $j \neq k$ maka hasil peramalan yang diperoleh adalah m_k yaitu nilai tengah dari u_k , dengan persamaan sebagai berikut:

$$F(t) = m_k P_{jk} = m_k \quad (15)$$

(3) Apabila FLRG adalah himpunan *one to many* ($A_i \rightarrow A_1, A_2, \dots, A_n$) diketahui $Y_{(t-1)}$ adalah data *real* ($t - 1$) oleh sebab itu, peramalan dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$F(t) = m_1 P_{i1} + m_2 P_{i2} + m_3 P_{i3} + \dots + m_{i-1} P_{i(i-1)} + Y_{(t-1)} p_{ii} + \dots + m_n P_{in} \quad (16)$$

b) Menghitung nilai penyesuaian peramalan (D)

untuk memperbaiki error nilai error pada peramalan awal $F(t)$.

(1) Apabila FLR A_i berkaitan dengan A_j , mulai dari FLR A_i pada waktu ke $t - 1$ dengan $F(t - 1) = A_i$ dan menyatakan pergerakan naik ke FLR A_j pada waktu t dimana $i < j$, menghasilkan persamaan berikut:

$$D = \frac{l}{2}, \quad D = \left(\frac{l}{2}\right) s \quad (17)$$

(2) Apabila FLR A_i berkaitan dengan A_j , mulai dari FLR A_i pada waktu ke $t - 1$ sebagai $F(t - 1) = A_i$ dan menyatakan pergerakan mundur ke FLR A_j pada waktu t dengan $i > j$, menghasilkan persamaan berikut:

$$D = -\left(\frac{l}{2}\right), \quad D = -\left(\frac{l}{2}\right) v \quad (18)$$

dimana l merupakan panjang interval, s merupakan transisi naik ≥ 2 , dan v merupakan transisi mundur ≥ 2 .

(3) Apabila FLR A_i berkaitan dengan A_j dimana $i = j$ dalam hal ini, nilai peramalannya adalah $D = 0$

c) Menghitung hasil peramalan akhir (F^*t), $F^*t = Ft + D$ (19)
dimana, Ft adalah peramalan awal, dan D adalah nilai penyesuaian.

C. Pengukuran Ketepatan Hasil Peramalan

Ketepatan hasil peramalan dapat dihitung dengan menggunakan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) .

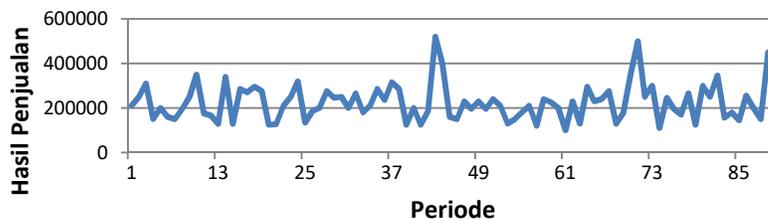
$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|F(t) - F'(t)|}{F(t)} \times 100 \quad (20)$$

Dengan, n = jumlah seluruh data, $F(t)$ adalah data asli pada waktu ke t sedangkan $F'(t)$ adalah hasil peramalan pada waktu ke t .

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Data

merupakan grafik dari data penjualan di Toko Empat Saudara periode Oktober 2022 sampai dengan Desember 2022 Gambar 1.



Gambar 1. Data Penjualan Periode Oktober 2022 – Desember 2022

Pada Gambar 1 yang dimana terlihat pergerakan yang tidak menentu setiap harinya yang menyebabkan terjadinya fluktuatif. Hal ini terjadi karena sedikitnya persediaan barang yang diminati dan berlebihnya stok barang yang tidak dibutuhkan konsumen yang mengakibatkan penjualan kurang stabil. Jumlah semua data yang digunakan adalah sebanyak 92 data. Penjualan yang paling rendah terjadi pada tanggal 30 November sebesar 100.000 rupiah, dan penjualan yang paling tinggi terjadi pada tanggal 13 November 2022 sebesar 520.000 rupiah.

B. Analisis FTS Model Cheng

Langkah-langkah FTS Cheng dapat dilakukan sebagai berikut.

- (1) Menentukan himpunan semesta (U), dengan hasil $U = [D_{max}, D_{min}] = [100.000 . 520.000]$
- (2) Menentukan Interval

Dengan cara mencari panjang interval dengan distribusi frekuensi, lalu mencari nilai tengah dan menetapkan frekuensi di setiap interval, hasil dari frekuensi didapatkan dari banyak data pada setiap interval. Dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Nilai Tengah dan Frekuensi

Interval	Nilai Tengah	Frekuensi	Kondisi
$U_1 = [100.000 ; 130.000]$	m_1 115.000	12	Kedua
$U_2 = [130.000 ; 160.000]$	m_2 145.000	10	Kedua
$U_3 = [160.000 ; 190.000]$	m_3 175.000	12	Kedua
$U_4 = [190.000 ; 220.000]$	m_4 205.000	16	Kedua
$U_5 = [220.000 ; 250.000]$	m_5 235.000	11	Kedua
$U_6 = [250.000 ; 280.000]$	m_6 265.000	13	Kedua
$U_7 = [280.000 ; 340.000]$	m_7 310.000	10	Pertama
$U_8 = [340.000 ; 400.000]$	m_8 370.000	4	Pertama
$U_9 = [400.000 ; 460.000]$	m_9 430.000	2	Pertama
$U_{10} = [460.000 ; 520.000]$	m_{10} 490.000	2	Pertama

Berdasarkan Tabel 1, dapat dilihat hasil interval yang telah dibagi menjadi dua bagian, karena pada interval pertama terdapat rata-rata pada setiap interval yang melebihi jumlah frekuensi sehingga harus dibagi menjadi dua bagian.

- (3) Membentuk *Fuzzy Logical Relationhsip Group* (FLRG)

FLRG dapat dilakukan dengan cara mengelompokkan himpunan *fuzzy* yang memiliki *current state* yang sama, lalu dikelompokkan menjadi satu grup. Dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil FLRG

Group	FLRG
Group 1	$A_1 \rightarrow A_1, A_3, A_4, A_5, A_7, A_8$
Group 2	$A_2 \rightarrow A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7, A_9$
Group 3	$A_3 \rightarrow A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_8, A_{10}$
Group 4	$A_4 \rightarrow A_1, A_2, A_3, A_5, A_6, A_7$
Group 5	$A_5 \rightarrow A_2, A_4, A_5, A_6, A_7$
Group 6	$A_6 \rightarrow A_1, A_3, A_4, A_5, A_7, A_8$
Group 7	$A_7 \rightarrow A_1, A_2, A_5, A_6, A_7$
Group 8	$A_8 \rightarrow A_1, A_2, A_3, A_{10}$
Group 9	$A_9 \rightarrow A_3$
Group 10	$A_{10} \rightarrow A_6, A_9$

- (4) Menetapkan pembobotan

Tabel 3. Pembobotan Tertandarisasi Model Cheng

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
A1	1/12	0	2/12	3/12	3/12	0	2/12	1/12	0	0
A2	0	1/10	3/10	2/10	1/10	1/10	1/10	0	1/10	0
A3	2/12	3/12	1/12	3/12	0	1/12	0	1/12	0	1/12
A4	3/15	2/15	2/15	0	2/15	5/15	1/15	0	0	0
A5	0	1/11	0	5/11	2/11	2/11	1/11	0	0	0
A6	3/13	0	1/13	2/13	1/13	0	4/13	2/13	0	0
A7	2/10	2/10	0	0	2/10	3/10	1/10	0	0	0
A8	1/4	1/4	1/4	0	0	0	0	0	0	1/4
A9	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
A10	0	0	0	0	0	1/2	0	0	1/2	0

Berdasarkan Tabel 3, didapatkan nilai pembobotan. Nilai bobot didapatkan dari FLRG yang telah diperoleh sebelumnya. Kemudian dimasukkan ke dalam matriks yang akan di standarisasikan (W^*).

- (5) Defuzzifikasi Peramalan Model Cheng

Defuzzifikasi dapat hitung dengan menggunakan perkalian antara matriks defuzzifikasi (l_{df}) berupa nilai tengah dengan matriks pembobot yang tertstandarisasi (W^*). Hasil Defuzzifikasi ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Defuzzifikasi

Group	Defuzzifikasi
Group 1	231.250,0
Group 2	232.000,0
Group 3	215.000,0
Group 4	200.668,2
Group 5	225.454,4
Group 6	241.923,0
Group 7	209.500,0
Group 8	231.250,0
Group 9	175.000,0
Group 10	347.000,0

Berdasarkan Tabel 4, nilai defuzzifikasi tersebut dapat diperoleh nilai peramalan penjualan di Toko Empat Saudara, hasil peramalan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Peramalan

Periode	Peramalan
1 Januari 2023	200.668,2
2 Januari 2023	171.761,5
3 Januari 2023	222.412,6
4 Januari 2023	214.507,4
5 Januari 2023	216.294,3

C. Analisis FTS Model Ruey Chyn Tsaur

Ada beberapa tahapan peramalan FTS Ruey Chyn Tsaur yang mirip dengan FTS Cheng yaitu pada tahapan ke 1 sampai dengan tahapan ke 5. Perbedaannya terdapat pada menggunakan matriks probabilitas transisi karena bertujuan untuk mendapatkan nilai probabilitas yang terbesar. Berikut adalah tahapan dalam model FTS Ruey Chyn Tsaur sebagai berikut:

(6) Menghitung Matriks Probabilitas Transisi

Dilihat dari interval pertama sebelum dilakukannya pembagian pada interval kedua, terdapat matriks probabilitas transisi berorde 7x7. Matriks transisi probabilitas dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Matriks Probabilitas Transisi

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
A1	0.09	0.45	0.22	0.13	0.04	0.04	0
A2	0.37	0.22	0.29	0.03	0.03	0	0.03
A3	0.16	0.33	0.2	0.2	0.08	0	0
A4	0.4	0	0.5	0.1	0	0	0
A5	0.5	0.25	0	0	0	0	0.25
A6	0	1	0	0	0	0	0
A7	0	0	0.5	0	0	0.5	0

(7) Defuzzifikasi Peramalan Ruey Chyn Tsaur

Ramalan awal dilakukan oleh matriks probabilitas transisi dilihat dari nilainya, maka dari itu didapatkan perhitungan untuk meramalkan pada data historis. penjumlahan pertama dilakukan pada data aktual $t = 2$ pada periode 2 Oktober 2022. Maka hasil perhitungannya ditampilkan pada Tabel 7:

Tabel 7. Peramalan Awal

Periode	Penjualan	Fuzzifikasi	Peramalan Awal
1 Oktober 2022	210.000	-	-
2 Oktober 2022	250.000	A_3	217.100
3 Oktober 2022	310.000	A_4	202.000
⋮	⋮	⋮	⋮
30 Desember 2022	120.000	A_1	229.000
31 Desember 2022	195.000	A_2	184.080
⋮	⋮	⋮	⋮
5 Januari 2022	-	-	198.600

(a) Mencari nilai penyesuaian

Penjumlahan untuk periode 2 Oktober 2022 diketahui FLR nya $A_4 \rightarrow A_6$. Berikut peroleh nilai penyesuaiannya:

$$D_{(t=2)}(A_2 \rightarrow A_3) = \binom{t}{2} = \binom{60.000}{2} = 30.000$$

- (b) Kemudian untuk mendapatkan peramalan akhir dilakukan perhitungan antara Peramalan Awal F(t) ditambahkan dengan nilai penyesuaian (D). dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Peramalan Akhir

Periode	Peramalan
1 Januari 2023	198.600
2 Januari 2023	229.094,2
3 Januari 2023	202.203,05
4 Januari 2023	230.804,6
5 Januari 2023	228.008,6

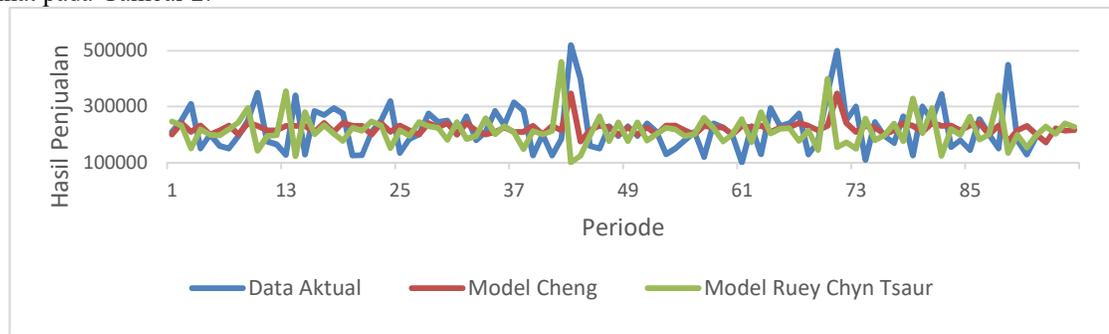
D. Ukuran Ketepatan Peramalan

Setelah dilakukan analisis peramalan penjualan di Toko Empat Saudara pada periode Oktober 2022 hingga Desember 2022 dengan menggunakan metode FTS Cheng dan FTS Ruey Chyn Tsaur, selanjutnya dilakukan perbandingan dari kedua model tersebut. Perbandingan kedua model tersebut dilihat dari nilai MAPE untuk melihat model terbaik. Berikut merupakan hasil kedua metode peramalan pada Tabel 9.

Tabel 9. Perbandingan Metode Peramalan

Model	FTS Cheng	FTS Ruey Chyn Tsaur
MAPE	9,904 %	14,01 %

Pada Tabel 9, dapat dilihat bahwa metode FTS Cheng lebih baik karena memiliki tingkat akurasi yang bagus jika dibandingkan dengan metode FTS Ruey Chyn Tsaur dilihat dari nilai MAPE sebesar 9,904% dan nilai ketepatan peramalan sebesar 90,096%. Untuk melihat hasil perbandingan peramalan kedua metode tersebut dengan data aktual dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Perbandingan FTS Cheng FTS Ruey Chyn Tsaur dengan Data Aktual

Pada Gambar 2, menunjukkan bahwa perbandingan kedua model dengan data aktual tidak jauh perbedaannya, namun pada grafik model Cheng lebih mengikuti grafik data aktual. Dapat dilihat dari grafik tersebut menunjukkan peramalan yang meningkat tetapi tidak terlalu jauh. Hal tersebut terjadi disebabkan tingkat akurasi yang dimiliki oleh Cheng lebih besar dibandingkan dengan Ruey Chyn Tsaur.

IV. KESIMPULAN

Dilihat dari pembahasan di atas, bisa diambil kesimpulan bahwa untuk hasil ramalan menggunakan FTS Cheng diperoleh MAPE sebesar 9,904% dan ketepatan peramalan sebesar 90,096 %. Dari hasil peramalan tersebut diperoleh grafik yang meningkat tetapi tidak terlalu jauh maka dapat disimpulkan bahwa Model FTS Cheng lebih baik karena memiliki MAPE yang lebih kecil dan dikategorikan sangat baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Afif, S., dan Umiyati, S. (2022). Analisis Program Pemberdayaan Usaha Mikro Dinas Perdagangan Kota Surabaya Dalam Peningkatan Ekonomi. *Policy and Maritime Review*, 70-77
- Alfarisi, S. (2017). Sistem Prediksi penjualan gamis toko qitaz menggunakan metode single exponential smoothing. *JABE (Journal of Applied Bussiness and Economic)*. 4 (1), 80-95.

- Hayati, M. N., dan Wahyuningsih, S. (2017). Peramalan Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Cheng Forecasting Using Fuzzy Time Series Cheng Method. *Jurnal EKSPONENSIAL*, 8, 51–56.
- Jamaludin A. (2017). Peramalan Jumlah Pinjaman Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Cheng. *SYNTAX Jurnal Informatika*. Vol 6(2), 13-21.
- Margaretha Strandmark, K. (2004). Ill health is powerlessness: a phenomenological study about worthlessness, limitations and suffering. *Scandinavian Journal of Caring Sciences*, 18(2), 135-144.
- Moechthar, O. (2019). *Teknik Pembuatan Akta Badan Hukum dan Badan Usaha di Indonesia*. Surabaya: Airlangga University press.
- Rahmawati, R., Sari, D.E., Rahma, A.N., dan Soleh, M. (2021). Prediksi Curah Hujan di PPKS Bukit Setang Dengan Menggunakan Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaur. *Jurnal Matematika Integratif*, 17(1), 51-61.
- Sihotang, M. K., dan Umayyah, E. (2021). Analisis Pelaksanaan Strategi Positioning Pada Toko Roti Master Bread Perdagangan. *Jurnal Ekonomi Islam*, 03 (02).
- Sumartini., dkk. (2017). Peramalan Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Cheng. *Jurnal EKSPONENSIAL*. 8(1), 51-56.
- Suryani, Y., dan Rinaldy, R. (2019). Perkembangan PDRB Kota Padang Atas Dasar Harga Berlaku Menurut Lapangan Usaha Tahun 2014–2018. *Jurnal Ilmiah Poli Bisnis*. 95-111.
- Tsaur, R. C. (2012). A Fuzzy Time Series Markov Chain Model With an Application To Forecast The Exchange Rate Between Taiwan and US Dollar, *ICIC International*, 8(7), 4931-4942.
- Ujianto, Y., dan Irawan, M. I. (2015). Perbandingan Performansi Metode Peramalan Fuzyy Time Series yang dimodifikasi dan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation (Studi Kasus: Penutupan Harga IHSG). *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 4.(2), 31-36.
- Vincent, G. (2002). *Production Planing and Inventory Control*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Wijaya I.D., Prasetyo A., dan Lyani C.N.P (2020). Implementasi Metode Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaur Untuk Mengukur Potensi Penjualan Produk di UD. Rama Jaya Water Heater. SEMINAR INFORMATIKA APLIKATIF POLINEMA (SIAP). ISSN 2460-1160.
- Wulandari, W. (2020). Implementasi Sistem Peramalan Persediaan Barang Menggunakan Metode Moving Average. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 707-714.
- Yulius, L. (2013). Tanggung Jawab Pelaku Usaha Atas Produk Yang Merugikan Konsumen. *Lex Privatum*, 1(3).