

## **Penerapan Metode *Fuzzy Time Series* Model Chen dan Model Singh dalam Meramalkan Harga Cabai Merah Keriting di Provinsi Sumatra Barat**

**Ladyra Saskia Perdani<sup>1</sup>, Riry Sriningsih<sup>2</sup>**

<sup>12</sup>Program Studi Matematika, Universitas Negeri Padang  
e-mail: [ladyrasperdani@gmail.com](mailto:ladyrasperdani@gmail.com)

### **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk meramalkan harga cabai merah keriting menggunakan metode *fuzzy time series* model Chen dan model Singh, serta untuk mengetahui tingkat akurasi dari hasil peramalan yang diperoleh. Penelitian ini merupakan penelitian terapan dengan menggunakan data sekunder, yaitu data bulanan harga cabai merah keriting di Provinsi Sumatra Barat periode Januari 2019 sampai Juli 2024. Tahapan yang dilakukan sebelum menggunakan metode *Fuzzy Time Series* (FTS) yaitu mengumpulkan data dan membuat plot data. Tahap selanjutnya adalah penerapan metode FTS, dengan mencari nilai himpunan semesta, menentukan fungsi linguistik, melakukan peramalan akhir, validasi model, dan mencari hasil ramalan periode selanjutnya. Hasil penelitian diperoleh bahwa model peramalan *Fuzzy Time Series* terbaik adalah FTS model Singh. Nilai MAPE FTS model Singh yaitu sebesar 4,464% lebih kecil dari nilai MAPE model Chen yaitu sebesar 17,117%. Artinya FTS model Singh lebih baik dalam meramalkan harga cabai merah keriting di Provinsi Sumatra Barat. Hasil peramalan harga cabai merah keriting di Provinsi Sumatra Barat menggunakan model Singh untuk tiga bulan berikutnya, yaitu pada bulan Agustus 2024 seharga Rp46.785/kg, bulan September 2024 seharga Rp47.013/kg, dan untuk bulan Oktober 2024 seharga Rp47.195,4/kg.

Kata Kunci : *Fuzzy Time Series, Chen, Singh, Harga Cabai Merah Keriting*

### **Abstract**

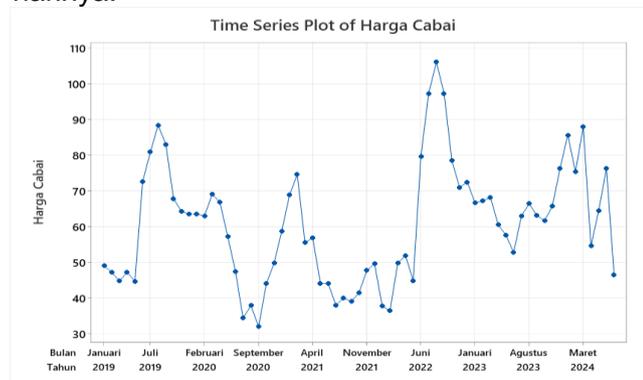
The aim of this research is to predict the price of curly red chilies using the fuzzy time series method Chen model and Singh model, as well as to determine the level of accuracy of the forecasting results obtained. This research is an applied research using secondary data, namely monthly data on curly red chili prices in West Sumatra Province for the period January 2019 to June 2024. The steps taken before using the Fuzzy Time Series (FTS) method are collecting data and making data plots. The next stage is the application of the Fuzzy Time Series method, by finding the value of the universe set, determining the linguistic function, performing final forecasting, model validation, and finding the forecast results for the next period. The results showed that the best Fuzzy Time Series forecasting model is the Singh model FTS. The MAPE value of Singh's FTS model, which is 4.464%, is smaller than the MAPE value of Chen's model, which is 17.117%. This means that the Singh model FTS is better at forecasting the price of curly red chili in West Sumatra Province. The results of forecasting the price of curly red chili in West Sumatra Province using the Singh model for the next three months, namely in August 2024 for IDR46,785/kg, September 2024 for IDR47,013/kg, and for October 2024 for IDR47,195.4/kg.

**Keywords** : *Fuzzy Time series, Chen, Singh, Price of Curly Red Chilies*

## PENDAHULUAN

Sektor pertanian saat ini menjadi salah satu motor penggerak pemulihan ekonomi nasional di tengah pandemi Covid-19. Hal itu ditunjukkan oleh pertumbuhan positif pada sektor pertanian, seperti laporan Menteri Pertanian yang menyebutkan pertumbuhan mencapai 2,15% di kuartal ketiga 2020. Bahkan di kuartal pertama dan kedua pertanian juga cenderung berhasil mempertahankan hasil yang positif. Pentingnya sektor pertanian tak luput dari peran subsektor hortikultura yang telah memberikan kontribusi besar terhadap pertumbuhan sektor pertanian di Indonesia. Cabai merupakan salah satu dari komoditas sayuran yang berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi nasional. Gejolak harga cabai berpengaruh cukup signifikan terhadap inflasi. Cabai juga mempunyai daya adaptasi yang luas, terhadap lahan sawah dataran rendah hingga lahan kering dataran tinggi. (Daryanto, dkk).

Cabai merah keriting merupakan salah satu jenis cabai yang paling banyak dibudidayakan di Indonesia, mencapai 20% dari total lahan penanaman sayuran nasional. Cabai merah keriting adalah salah satu jenis cabai yang populer di Sumatra Barat. Sumatra Barat merupakan salah satu sentra penghasil cabai merah terbesar di Indonesia. Harga cabai merah keriting masih tinggi di pasaran Sumatra Barat. Berdasarkan informasi data dari Pusat Informasi Harga Pangan Strategis Nasional pada tahun 2022 sampai 2023 harga cabai merah keriting mengalami fluktuasi setiap minggu bahkan setiap harinya.



Sumber : PIHPS Nasional

**Gambar 1. Data Harga Cabai Merah Keriting Periode Januari 2019 – Juli 2024 Per Kilogram**

Dari grafik tersebut juga dapat dilihat bahwa grafik harga cabai merah keriting di Provinsi Sumatra Barat berbentuk pola data seasonal/musiman, yang terbentuk akibat faktor musiman, seperti kenaikan harga cabai merah keriting di Sumatra Barat menjelang Ramadan dan hari raya besar seperti Idul Fitri dan Natal, lalu juga dapat mengalami lonjakan tidak terduga akibat faktor lain (Muhammad Zulfikar, 2024). Pola data musiman merupakan fluktuasi data yang terjadi secara berulang pada periode waktu tertentu. Hal ini terlihat jelas dari pergerakan harga cabai merah keriting yang berulang setiap bulannya pada periode yang hampir sama, seperti Januari 2020, 2021, dan 2023 mengalami pola yang hampir sama. Pola musiman ini dipengaruhi oleh adanya pengaruh cuaca pada pertumbuhan tanaman cabai merah keriting, yang dapat menghasilkan cabai merah keriting lebih sedikit ataupun lebih banyak (Lusiana & Yuliarty, 2020).

Fluktuasi harga cabai merah keriting dapat menjadi isu yang penting karena harga cabai merah keriting merupakan salah satu komoditas penting dalam kehidupan sehari-hari masyarakat Indonesia. Naik turunnya harga cabai merah mempengaruhi konsumen dan produsen. Oleh karena itu, fluktuasi harga cabai merah sangat mempengaruhi antara produsen dan konsumen cabai merah keriting (Nasution, dkk. 2019). Penyebab dari kenaikan harga cabai disebabkan oleh beberapa faktor antara lain faktor cuaca, serangan wabah penyakit pada tanaman, permainan harga dari

tengkulak, lemahnya pengolahan pangan nasional dan lemahnya regulasi pengaturan harga oleh pemerintah (Santoso, 2016). Selain faktor itu, yang menyebabkan harga cabai merah keriting tinggi yaitu biaya produksi yang tinggi di tingkat petani. Agar menghindari dampak-dampak negatif dari fluktuasi harga cabai yang dapat mempengaruhi inflasi, maka perlu dilakukan peramalan terhadap harga cabai merah keriting khususnya di Provinsi Sumatera Barat. Dengan kebijakan yang tepat, pemerintah dapat melindungi kepentingan petani dan konsumen terkait harga cabai merah keriting (Sukmawati, 2014).

Peramalan merupakan salah satu teknik untuk memprediksi kejadian yang akan datang dengan mengamati data masa lalu maupun data masa kini. Peramalan terjadi karena adanya kebutuhan pada masa mendatang dengan peristiwa itu sendiri dalam jangka waktu tertentu (Muhammad, dkk., 2021). Data yang digunakan dalam peramalan menggunakan data *time series* (data runtun waktu). Data *time series* merupakan sekumpulan data yang memiliki interval waktu tetap berdasarkan waktu secara teratur (Arumsari & Andrea, 2021). Song Chissom pada tahun 1993 mengusulkan model peramalan *fuzzy time series*. Metode ini dapat mengelola *fuzzy time series* dengan menggabungkan himpunan *fuzzy* dan logika *fuzzy* (Wang, 2016).

Logika *fuzzy* memiliki peran penting dalam konteks peramalan deret waktu karena dapat membantu mengatasi ketidakpastian dan kompleksitas dalam data historis yang digunakan untuk membuat peramalan. Logika *fuzzy* dapat membantu meningkatkan akurasi dan ketepatan prediksi dalam peramalan deret waktu. Istilah *fuzzy* berarti samar, kabur atau tidak jelas. Menurut Zadeh (1965) logika *fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaannya antara 0 dan 1, tingkat keabuan dan juga hitam dan putih, dan dalam bentuk linguistik, konsep tidak pasti seperti "sedikit", "lumayan", dan "sangat". Himpunan *fuzzy* merupakan pengelompokan berdasarkan variabel linguistik, yang dinyatakan dengan fungsi keanggotaan dalam himpunan semesta. Nilai keanggotaan pada himpunan *fuzzy* berada pada rentang [0,1]. Nilai 0 menunjukkan salah dan nilai 1 menunjukkan benar, serta masih ada nilai-nilai yang terletak antara benar dan salah.

*Fuzzy time series* (FTS) merupakan sebuah metode peramalan yang menggunakan data berupa himpunan *fuzzy*, bersumber dari bilangan *real* terhadap himpunan semesta pada data aktual. Himpunan *fuzzy* mampu menggantikan data historis yang akan diramalkan menjadi peramalan FTS yang tidak memerlukan data historis dalam jumlah yang besar (Muhammad, dkk., 2021). FTS banyak diterapkan dalam memecahkan berbagai macam masalah perkiraan, seperti perkiraan keuangan, penerimaan mahasiswa, perkiraan temperatur, dan lain sebagainya (Fathoni, 2017).

Metode FTS merupakan konsep baru untuk peramalan dengan menggunakan logika *fuzzy* dalam masalah peramalan *time series* yang mampu memberikan penjelasan pada data yang disajikan dalam variabel linguistik. Peranan linguistik memang kurang spesifik dibandingkan angka, namun informasi yang disampaikan lebih informatif.(Setiawan, dkk., 2018). *Fuzzy Time Series* terdiri dari beberapa model, diantaranya model Chen dan model Singh. Model Chen merupakan model peramalan deret waktu yang dikembangkan oleh Chen pada tahun 1996, yang menggunakan representasi *fuzzy* dari data *time series* untuk memprediksi nilai masa depan. Representasi *fuzzy* memungkinkan untuk mengambil keberadaan nilai-nilai yang tidak pasti atau tidak akurat dalam data *time series*. Model Singh pada tahun 2007 merupakan perkembangan dari model Chen yang dapat menyederhanakan kerumitan pada perhitungan *fuzzy* dan mencari proses defuzzifikasi yang diharapkan mampu menghasilkan nilai perkiraan akurasi yang lebih baik. (Zamani, 2020). Konsep dasar dari *fuzzy time series*, yaitu jika  $U = \{u_1, u_2, \dots, u_k\}$  merupakan himpunan semesta dimana  $u_i$  adalah nilai linguistik yang mungkin dari  $U$ . Himpunan *fuzzy*  $A_i$  dalam  $U$ , menurut Singh (2007) dijelaskan sebagai berikut:

$$A_i = \frac{\mu_{A_i}(u_1)}{u_1} + \frac{\mu_{A_i}(u_2)}{u_2} + \frac{\mu_{A_i}(u_3)}{u_3} + \dots + \frac{\mu_{A_i}(u_k)}{u_k}$$

Dimana  $\mu_{A_i}$  menyatakan fungsi keanggotaan himpunan fuzzy  $A_i$  sehingga  $\mu_{A_i}: U \rightarrow [0,1]$ . Jika  $u_j$  adalah anggota dari  $A_i$ , maka  $\mu_{A_i}(u_j)$  adalah derajat keanggotaan dari  $u_j$  terhadap  $A_i$ , dengan  $i, j = 1, 2, \dots, k$  ( $k$  merupakan banyak interval kelas).

*Fuzzy Time Series* awalnya diperkenalkan oleh Song dan Chissom dalam sebuah *paper* pada tahun 1993. Akan tetapi Chen (1996) mengusulkan metode *Fuzzy* Chen yang merupakan pengembangan dari model Song dan Chissom untuk meningkatkan akurasi peramalan dan mengurangi kompleksitas komputasi yang disajikan oleh Song dan Chissom (1993).

Langkah awal dalam peramalan FTS ini yaitu dengan menentukan semesta pembicaraan karena himpunan *fuzzy* diambil berdasarkan anggota himpunan semesta  $U$  dapat ditentukan sebagai berikut:

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

Keterangan:

$D_1$  dan  $D_2$  : Bilangan positif sembarang ditentukan oleh peneliti

$D_{min}$  : Data minimum

$D_{max}$  : Data maksimum

Himpunan  $U$  dibagi menjadi beberapa partisi sehingga perlu menentukan banyak interval ( $k$ ) dan panjang interval ( $l$ ). Banyak interval dan panjang interval berpengaruh terhadap pembentukan *fuzzy logical relationship*. Setelah banyak interval didapatkan berikutnya menentukan panjang interval ( $l$ ) yaitu:

$$l = \frac{[D_{min} - D_1; D_{max} + D_2]}{k}$$

Selanjutnya menentukan himpunan *fuzzy* untuk mengetahui derajat keanggotaan pada interval  $[0,1]$  dan memfuzzifikasi data historis menjadi bentuk linguistik. Kemudian menentukan *fuzzy logical relationship* dan *fuzzy logical relationship group*. Pada *fuzzy time series* Chen, setelah menentukan FLRG dapat dilakukan peramalan berdasarkan nilai tengah setiap fuzzifikasi. Sedangkan pada model Singh dilakukan peramalan dengan beberapa algoritma.

## METODE

Penelitian ini adalah penelitian terapan dengan jenis data merupakan data sekunder dari *website* Pusat Informasi Harga Pangan Strategis (PIHPS) Nasional. Data yang digunakan adalah data harga cabai merah keriting di Provinsi Sumatra Barat dari Januari 2019 sampai dengan Juli 2024. Penyelesaian dalam penelitian ini menggunakan bantuan *software Rstudio*.

### Fuzzy Time Series Model Chen

a. Menentukan himpunan semesta

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

b. Membagi langkah a menjadi beberapa interval. Proses yang dilakukan adalah menentukan banyak interval dan panjang interval. Menentukan panjang interval semesta pembicara  $U$  dibagi kedalam beberapa interval dengan jarak yang sama, dengan banyak interval ditentukan menggunakan aturan sturges :

$$k = 1 + 3,3 \log(n)$$

Setelah banyak interval didapatkan berikutnya menentukan panjang interval ( $l$ ).

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

c. Menentukan himpunan *fuzzy* menggunakan nilai pendekatan keanggotaan himpunan *fuzzy* ( $A_i$ ), yaitu 0; 0,5; 1

d. Fuzzifikasi, dilakukan dengan membentuk data kedalam bahasa linguistik  $A_i$  sesuai dengan interval yang telah dibentuk

e. Membentuk *Fuzzy Logical Relationship* (FLR)

f. Membentuk *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG)

g. Melakukan estimasi peramalan (menggunakan R Studio)

h. Menghitung nilai MAPE

### Fuzzy Time Series Model Singh

a. Menentukan himpunan semesta

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

b. Membagi langkah a menjadi beberapa interval. Proses yang dilakukan adalah menentukan banyak interval dan panjang interval. Menentukan panjang interval semesta pembicara  $U$  dibagi kedalam beberapa interval dengan jarak yang sama, dengan banyak interval ditentukan menggunakan aturan sturges :

$$k = 1 + 3,3 \log(n)$$

Setelah banyak interval didapatkan berikutnya menentukan panjang interval ( $l$ ).

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

c. Menentukan himpunan *fuzzy* menggunakan nilai pendekatan keanggotaan himpunan *fuzzy* ( $A_i$ ), yaitu 0; 0,5; 1

d. Fuzzifikasi, dilakukan dengan membentuk data kedalam bahasa linguistik  $A_i$  sesuai dengan interval yang telah dibentuk

e. Membentuk *Fuzzy Logical Relationship* (FLR)

f. Melakukan estimasi peramalan (menggunakan R Studio)

g. Menghitung nilai MAPE

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang akan di analisis pada penelitian ini menggunakan data harga cabai merah keriting di Provinsi Sumatra Barat periode Januari 2019 sampai dengan Juli 2024. Data diambil secara *online* di situs resmi Pusat Informasi Harga Pangan Strategis (PIHPS) Nasional.

**Tabel 1. Data Harga Cabai Merah Keriting**

Bulan	Harga Cabai Merah Keriting (Rupiah)
Januari 2019	49.200
Februari 2019	47.300
Maret 2019	44.850
April 2019	47.300
⋮	⋮
Mei 2024	64.500
Juni 2024	76.250
Juli 2024	46.500

Secara visual, harga cabai merah keriting juga dapat dilihat melalui plot data yang disajikan pada Gambar 1 di atas. Pada Gambar 1, menjelaskan bahwa harga cabai merah keriting mengalami fluktuatif dari bulan ke bulan. Pergerakan ini juga dapat dilihat sejak bulan Oktober 2021 sampai Desember 2021, dimana harga cabai merah keriting mengalami kenaikan harga yang cukup signifikan yaitu seharga Rp41.650 pada bulan Oktober 2021 sampai Rp49.700 pada bulan Desember 2021. Hal ini disebabkan karena terjadinya penimbunan cabai merah keriting untuk persiapan bulan ramadhan dan terbatasnya pasokan dari petani, sehingga mengakibatkan terjadinya kenaikan harga cabai merah keriting (Zaenal, 2020).

Analisis data peramalan harga cabai merah keriting di Provinsi Sumatra Barat dilakukan dengan dua model peramalan yaitu model Chen dan Singh. Menurut Rachim (2020) metode *fuzzy time series* model Chen dan Singh memiliki model peramalan yang berbeda, model peramalan Chen membutuhkan nilai *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG) untuk melakukan peramalan sedangkan model Singh membutuhkan nilai *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) untuk melakukan peramalan. Namun, untuk

langkah-langkah membentuk nilai *fuzzy*, model Chen dan Singh memiliki proses yang sama.

### Fuzzy Time Series Chen

Langkah pertama dalam peramalan adalah menyiapkan data harga cabai merah keriting di Provinsi Sumatra Barat dengan data yang digunakan adalah 67 periode yaitu Januari 2019 sampai Juli 2024. Analisis peramalan pada penelitian ini dilakukan langkah-langkah sebagai berikut

#### 3.1 Menentukan semesta pembicara U (*Universe of Discourse*)

Berdasarkan data harga cabai didapatkan nilai minimum ( $D_{min}$ ) sebesar 32.100 pada bulan Februari 2021 dan nilai maksimum ( $D_{max}$ ) sebesar 105.950 dengan nilai  $D_1 = 0$  dan  $D_2 = 0$ . Sehingga  $U = [32.100; 105.950]$

#### 3.2 Menentukan panjang interval dan banyak interval

Perhitungan banyak interval dapat dilakukan dengan rumus berikut:

$$k = 1 + 3,3 \log (n) \\ = 1 + 3,3 \log (67) \approx 7$$

Sehingga diperoleh panjang interval ( $l$ ) sebagai berikut :

$$l = \frac{[(D_{max} + D_2) - (D_{min} - D_1)]}{k} \\ = \frac{[(105.950 + 0) - (32.100 - 0)]}{7} \\ = 10.550$$

Dari perhitungan panjang interval yang telah dilakukan, maka kita dapat membagi data menjadi beberapa interval  $u_1, u_2, \dots, u_n$  berdasarkan banyak interval dengan panjang yang sama, yaitu sebagai berikut:

**Tabel 2. Interval Harga Cabai Merah Keriting Fuzzy Model Chen**

Interval	Batas Bawah	Batas Atas	Nilai Tengah (m)
$u_1$	32.100	42.650	$m_1 = 37.375$
$u_2$	42.650	53.200	$m_2 = 47.925$
$u_3$	53.200	63.750	$m_3 = 58.475$
$u_4$	63.750	74.300	$m_4 = 69.025$
$u_5$	74.300	84.850	$m_5 = 79.575$
$u_6$	84.850	95.400	$m_6 = 90.125$
$u_7$	95.400	105.950	$m_7 = 100.675$

#### 3.3 Menentukan Himpunan Fuzzy

Himpunan *fuzzy* didefinisikan menggunakan nilai pendekatan keanggotaan himpunan *fuzzy* ( $A_i$ ), yaitu 0; 0,5; 1. Himpunan semesta *fuzzy*  $A_1, A_2, \dots, A_n$  ditentukan berdasarkan jumlah interval yang telah diperoleh.

$$A_1 = \{1/u_1 + 0.5/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7\} \\ A_2 = \{0.5/u_1 + 1/u_2 + 0.5/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7\} \\ A_3 = \{0/u_1 + 0.5/u_2 + 1/u_3 + 0.5/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7\} \\ A_4 = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0.5/u_3 + 1/u_4 + 0.5/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7\} \\ A_5 = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0.5/u_4 + 1/u_5 + 0.5/u_6 + 0/u_7\} \\ A_6 = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0.5/u_5 + 1/u_6 + 0.5/u_7\} \\ A_7 = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0.5/u_6 + 1/u_7\}$$

Dengan memperhatikan interval  $u_1 = [32.100; 42.650]$  dapat didefinisikan fuzzifikasinya  $A_1$  merupakan data asli yang terdapat dalam interval  $u_1$  dari batas bawah sampai batas atasnya.

#### 3.4 Fuzzifikasi

Langkah ini dilakukan dengan membentuk data kedalam bahasa linguistik  $A_i$ .

**Tabel 3. Fuzzifikasi Harga Cabai Merah Keriting**

Bulan	Harga Cabai Merah Keriting (Rupiah)	Fuzzifikasi
Januari 2019	49.200	$A_2$
Februari 2019	47.300	$A_2$
Maret 2019	44.850	$A_2$
April 2019	47.300	$A_2$
⋮	⋮	⋮
Mei 2024	64.500	$A_4$
Juni 2024	76.250	$A_5$
Juli 2024	46.500	$A_2$

Pada data harga cabai merah keriting di Provinsi Sumatra Barat bulan Februari 2019 didapatkan fuzzifikasi  $A_2$  karena data harga cabai merah keriting di Provinsi Sumatra Barat seharga 47.300 berada pada interval  $u_2 = [42.650 ; 53.200]$ . Dan seterusnya sampai dengan data harga cabai merah keriting di Provinsi Sumatra Barat bulan Juli 2024 dengan fuzzifikasi  $A_2$  karena data harga cabai merah keriting di Provinsi Sumatra Barat seharga 46.500 berada pada interval  $u_2 = [42.650 ; 53.200]$ .

3.5 Menentukan Fuzzy Logical Relationship (FLR) dan Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG)

FLR ditentukan dengan mensubstitusikan data historis dengan periode  $F(t - 1) \rightarrow F(t)$ . FLR dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

**Tabel 4. Hasil FLR Harga Cabai Merah Keriting**

Bulan	Harga Cabai Merah Keriting (Rupiah)	Fuzzifikasi	FLR (Current State $\rightarrow$ Next State)
Januari 2019	49.200	$A_2$	-
Februari 2019	47.300	$A_2$	$A_2 \rightarrow A_2$
Maret 2019	44.850	$A_2$	$A_2 \rightarrow A_2$
April 2019	47.300	$A_2$	$A_2 \rightarrow A_2$
⋮	⋮	⋮	⋮
Mei 2024	64.500	$A_4$	$A_3 \rightarrow A_4$
Juni 2024	76.250	$A_5$	$A_4 \rightarrow A_5$
Juli 2024	46.500	$A_2$	$A_5 \rightarrow A_2$

Selanjutnya yaitu menentukan *Fuzzy Logical Relation Grup (FLRG)*. FLRG dikelompokkan dengan data yang memiliki nilai di sisi kiri atau  $F(t - 1)$  yang sama, kemudian dikelompokkan menjadi satu grup kelompok  $F(t)$ .

**Tabel 5. Hasil FLRG Model Chen Harga Cabai Merah Keriting**

Grup	FLRG
1	$A_1 \rightarrow A_1, A_2$
2	$A_2 \rightarrow A_1, A_2, A_3, A_4, A_5$
3	$A_3 \rightarrow A_2, A_3, A_4$
4	$A_4 \rightarrow A_3, A_4, A_5$
5	$A_5 \rightarrow A_2, A_3, A_4, A_6, A_7$

6	$A_6 \rightarrow A_3, A_5$
7	$A_7 \rightarrow A_5, A_7$

### 3.6 Peramalan Defuzzifikasi

Nilai peramalan didapat dengan mengkalkulasikan hasil FLRG. Dimana  $m_1$  hingga  $m_n$  merupakan nilai tengah dari interval  $u_1$  hingga  $u_n$ . Pada Tabel 5 grup 1 terdapat relasi FLRG ke  $A_1$  dan  $A_2$ , sehingga dapat dihitung rata-rata sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 F_1 &= \frac{m_1 + m_2}{n} \\
 &= \frac{37.375 + 47.925}{2} \\
 &= 42.650
 \end{aligned}$$

**Tabel 6. Hasil Peramalan Variabel Linguistik Model Chen**

Grup	FLRG	Nilai Peramalan
1	$A_1 \rightarrow A_1, A_2$	42.650
2	$A_2 \rightarrow A_1, A_2, A_3, A_4, A_5$	58.475
3	$A_3 \rightarrow A_2, A_3, A_4$	58.475
4	$A_4 \rightarrow A_3, A_4, A_5$	69.025
5	$A_5 \rightarrow A_2, A_3, A_4, A_6, A_7$	73.245
6	$A_6 \rightarrow A_3, A_5$	69.025
7	$A_7 \rightarrow A_5, A_7$	90.125

Seluruh hasil peramalan akhir ditampilkan pada tabel berikut:

**Tabel 7. Hasil Peramalan Model Chen Harga Cabai Merah Keriting dengan R Studio**

Bulan	Harga Cabai Merah Keriting (Rupiah)	Nilai Linguistik	Hasil Peramalan
Januari 2019	49.200	$A_2$	-
Februari 2019	47.300	$A_2$	58.475
Maret 2019	44.850	$A_2$	58.475
April 2019	47.300	$A_2$	58.475
⋮	⋮	⋮	⋮
Mei 2024	64.500	$A_4$	58.475
Juni 2024	76.250	$A_5$	69.025
Juli 2024	46.500	$A_2$	73.245

Nilai peramalan untuk data pertama merupakan data lag karena tidak ada data sebelumnya yang mempengaruhi harga cabai merah keriting periode mendatang. FTS model Chen hanya dapat meramalkan satu periode ke depan, yaitu pada bulan Agustus 2024, dengan cara melihat FLR dari bulan Juli 2024. Hasil peramalan menggunakan metode fuzzy time series model Chen untuk harga cabai merah keriting di Provinsi Sumatra Barat untuk periode berikutnya, yaitu bulan Agustus 2024 adalah Rp58.475/kg.

### 3.7 Validasi Model

Validasi model yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) untuk mengukur tingkat keakuratan model pada data. nilai MAPE dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} MAPE &= \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right| \times 100\% \\ &= \frac{(0,236+0,304+\dots+0,094)}{67} \times 100 = 17,117\% \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan menggunakan MAPE yang diperoleh, nilai kesalahan prediksi menggunakan metode *Fuzzy Time Series Model Chen* yang didapat sebesar 17,117%. Hasil yang diperoleh menjelaskan hasil prediksi baik.

#### Fuzzy Time Series Model Singh

Pada analisis *Fuzzy Time Series Model Singh*, untuk menentukan himpunan semesta hingga *fuzzy logical relationship*, langkah pengerjaan FTS model Singh sama dengan FTS model Chen yaitu dari langkah a sampai langkah e. Selanjutnya ntuk menentukan model mana yang akan digunakan untuk peramalan, terlebih dahulu tentukan nilai  $Y_i, YY_i, X_i$  dan  $XX_i$  dimana untuk mendapatkan nilai tersebut tentukan nilai  $D_i$  terlebih dahulu sebagai berikut (Singh, 2007) :

$$\begin{aligned} D_i &= \left| |(E_i - E_{i-1})| - |(E_{i-1} - E_{i-2})| \right| \\ X_i &= E_i + D_i/2 \\ XX_i &= E_i - D_i/2 \\ Y_i &= E_i + D_i \\ YY_i &= E_i - D_i \end{aligned}$$

### 3.6 Peramalan Defuzzifikasi

Dapat dilihat bahwa FLR untuk Maret 2019 adalah  $A_2 \rightarrow A_2$ . Dimana dari data diketahui  $E_i = 44.850$  kemudian  $E_{i-1} = 47.300$ , dan  $E_{i-2} = 49.200$  sehingga didapatkan sebagai berikut.:

- $u_2 = [42.650; 53.200]$  adalah interval yang bersesuaian dengan  $A_2$ , dengan batas bawah interval  $u_2$  adalah  $L[* A_2] = 42.650$ , batas atas interval adalah  $U[* A_2] = 53.200$ , dan nilai tengah interval adalah  $M[* A_2] = 47.925$
- Data aktual periode Maret 2019 adalah  $E_i = 44.850$ , periode Februari 2019 adalah  $E_{i-1} = 47.300$ , dan periode Januari 2019 adalah  $E_{i-2} = 49.200$ .
- Menentukan nilai prediksi untuk  $F_j$  dengan cara sebagai berikut

#### Hitung nilai $D_i$

$$\begin{aligned} D_i &= \left| |(E_i - E_{i-1})| - |(E_{i-1} - E_{i-2})| \right| \\ D_i &= \left| |(44.850 - 47.300)| - |(47.300 - 49.200)| \right| \\ D_i &= |2.450 - 1.900| \\ D_i &= 550 \end{aligned}$$

#### Hitung nilai $Y_i, YY_i, X_i$ dan $XX_i$

$$\begin{aligned} X_i &= E_i + D_i/2 & Y_i &= E_i + D_i \\ &= 44.850 + 550/2 & &= 44.850 + 550 \\ &= 45.125 & &= 45.400 \\ XX_i &= E_i - D_i/2 & YY_i &= E_i - D_i \\ &= 44.850 - 550/2 & &= 44.850 - 550 \\ &= 44.575 & &= 44.300 \end{aligned}$$

#### Untuk $l = 1$ sampai 4 lakukan pengkondisian sebagai berikut:

- Untuk  $l = 1$ , maka lakukan:  
 $X_i = 45.125 \geq L[* A_j] = 42.650$  dan  $X_i = 45.125 \leq U[* A_j] = 53.200$  maka definisikan  $P_1 = X_i = 45.125, m = 1$ .
- Untuk  $l$  selanjutnya yaitu  $l = 2$ , maka lakukan:  
Jika  $XX_i = 44.575 \geq L[* A_j] = 42.650$  dan  $XX_i = 44.575 \leq U[* A_j] = 53.200$  maka definisikan  $P_2 = XX_i = 44.575, n = 1$ .
- Untuk  $l$  selanjutnya yaitu  $l = 3$ , maka lakukan:

Jika  $Y_i = 45.400 \geq L[*A_j] = 42.650$  dan  $Y_i = 45.400 \leq U[*A_j] = 53.200$  maka definisikan  $P_3 = Y_i = 45.400, p = 1$ .

4. Untuk  $l$  selanjutnya yaitu  $l = 4$ , maka periksa:

Jika  $YY_i = 44.300 \geq L[*A_j] = 42.650$  dan  $YY_i = 44.300 \leq U[*A_j] = 53.200$  maka definisikan  $P_4 = YY_i = 44.300, q = 1$ .

**Hitung nilai B**

$$B = P_1 + P_2 + P_3 + P_4$$

$$B = 45.125 + 44.575 + 45.400 + 44.300$$

$$B = 179.400$$

**Hitung nilai prediksi  $F_j$**

$$F_j = \frac{B+M[*A_j]}{m+n+p+q+1}$$

$$F_j = \frac{179.400+47.925}{1+1+1+1+1}$$

$$F_j = 45.465$$

Sehingga berdasarkan perhitungan di atas, diperoleh nilai peramalan harga cabai merah keriting periode April 2019 adalah seharga 45.465.

**Tabel 8. Hasil Peramalan Model Singh Harga Cabai Merah Keriting dengan R Studio**

Bulan	Harga Cabai Merah Keriting (Rupiah)	Peramalan
Januari 2019	49.200	-
Februari 2019	47.300	-
Maret 2019	44.850	-
April 2019	47.300	45.087
⋮	⋮	⋮
April 2024	54.650	58.475
Mei 2024	64.500	67.012
Juni 2024	76.250	77.887
Juli 2024	46.500	47.925

Nilai peramalan untuk data pertama, kedua dan ketiga tidak ada karena merupakan data lag dari ramalan harga cabai merah keriting yang akan mempengaruhi ramalan untuk bulan mendatang. Untuk meramalkan beberapa periode kedepan yaitu dengan menganggap setiap hasil peramalan akhir dijadikan data masukan baru untuk peramalan periode selanjutnya. Dari hasil peramalan menggunakan model Singh didapatkan peramalan untuk bulan Agustus 2024 seharga Rp46.785/kg, bulan September 2024 seharga Rp47.013/kg, dan untuk bulan Oktober 2024 seharga Rp47.195,4/kg.

**3.7 Validasi Model**

Nilai MAPE peramalan FTS Model Singh adalah sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right| \times 100\%$$

$$= \frac{(0,047+0,057+\dots+0,021)}{62} \times 100$$

$$= 4,464\%$$

## SIMPULAN

Simpulan yang diperoleh dalam penelitian ini ialah FTS model Singh lebih mengikuti data aktualnya dibandingkan dengan FTS model Chen. Peramalan untuk periode berikutnya menggunakan model terbaik yaitu model Singh. Hasil peramalan yang diperoleh pada data harga cabai merah keriting di Provinsi Sumatera Barat periode Januari 2019 – Juli 2024 untuk periode berikutnya yaitu Agustus 2024 dengan menggunakan metode FTS model Chen seharga Rp58.475/kg, sedangkan pada metode FTS model Singh untuk bulan Agustus 2024 seharga Rp46.785/kg, bulan September 2024 seharga Rp47.013/kg, dan untuk bulan Oktober 2024 seharga Rp47.195,4/kg. Pada FTS model Chen diperoleh nilai MAPE sebesar 17,117% sedangkan pada model Singh diperoleh nilai MAPE sebesar 4,464%, artinya FTS model Singh lebih baik dalam meramalkan harga cabai merah keriting di Provinsi Sumatera Barat periode Januari 2019 – Juli 2024.

## DAFTAR PUSTAKA

- A H Nasution, H. P. R. (2019). Keragaan Pemasaran Cabai Merah Di Sumatera Utara Kasus Kecamatan Beringin, Kabupaten Deli Sedang.
- Arumsari, M., Tri, A., & Dani, R. (2021). Peramalan Data Runtun Waktu menggunakan Model Hybrid Time Series Regression-Autoregressive Integrated Moving Average. In *Jurnal Siger Matematika* (Vol. 02, Issue 01).
- Badan Pusat Statistik (2020). "Inflasi Terjadi Pada Oktober 2020" diakses dari <https://www.bps.go.id>
- Daryanto, A., Daryanto, H. K., & Kuntjoro, Dan. (2010). Analisis Efisiensi Teknis Produksi Usahatani Cabai Merah Besar Dan Perilaku Petani Dalam Menghadapi Risiko.
- Fathoni, M. Y. (2017). Implementasi Metode Fuzzy Time Series Cheng untuk prediksi Kosentrasi Gas NO<sub>2</sub> Di Udara. *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, 7(1), 17. <https://doi.org/10.21456/vol7iss1pp17-23>
- Lusiana, A., & Yuliarty, P. (2020). Penerapan Metode Peramalan (Forecasting) Pada Permintaan Atap Di Pt X.
- Muhammad, M., Wahyuningsih, S., & Siringoringo, M. (2021). Peramalan Nilai Tukar Petani Subsektor Peternakan Menggunakan Fuzzy Time Series Lee. *Jambura Journal of Mathematics*, 3(1), 1–15. <https://doi.org/10.34312/jjom.v3i1.5940>
- Pusat Informasi Harga Pangan Strategis Nasional. <https://hargapangan.id/tabel-harga/pasar-tradisional/daerah>
- Santoso, I. B. 2016. Ini 5 Penyebab Naiknya Harga Cabai Di Pasaran
- Setiawan, Agung. (2018). Logika Fuzzy dengan MATLAB (Contoh Kasus Penelitian Penyakit Bayi dengan Fuzzy Tsukamoto). Denpasar: Jayapangus Press.
- Singh, Pritpal. 2016. Applications of Soft Computing in Time Series Forcaseting. Patiala: Departement of Computer Science and Engineering.
- Singh, S. R. (2007). A simple method of forecasting based on fuzzy time series. *Applied Mathematics and Computation*, 186(1), 330–339. <https://doi.org/10.1016/j.amc.2006.07.128>
- Song, Q., & Chissom, B. S. (1993). Fuzzy time series and its models. In *Fuzzy Sets and Systems* (Vol. 54).
- Sukmawati, D. (2014). Fluktuasi Harga Cabai Merah Keriting (*Capsicum Annum L*) Di Sentra Produksi Dan Pasar Induk (Tinjauan Harga Cabai Merah Keriting di Kecamatan Cikajang dan Pasar Induk Kramat Jati Jakarta) 1.
- Wang, Y., Lei, Y., Fan, X., & Wang, Y. (2016). Intuitionistic Fuzzy Time Series Forecasting Model Based on Intuitionistic Fuzzy Reasoning. *Mathematical Problems in Engineering*, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/5035160>
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy S E T S \*. In *Infor~Atio~ And Control* (Vol. 8).
- Zamani, H. (2020). Perbandingan Metode Fuzzy Time Series Model Chen Dan Singh Pada Nilai Ekspor Indonesia Tahun. <http://repository.unimus.ac.id>