

Prediksi Harga Bahan Pangan dengan Metode *Fuzzy Time Series Chen* dan *Markov Chain*

Hana Kartini^{*}, Yani Ramdani, Yurika Permanasari

Prodi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*hanakartini27@gmail.com, yaniramdani66@gmail.com, yurikapermanasari@gmail.com

Abstract. In this study, predictions of food prices in Banten Province were carried out. This food data includes time series data, namely data collected within a certain period of time. Prediction for time series data uses various methods, one of which is *Fuzzy Time Series* which aims to predict the next period's time series data with the actual data of the previous period widely on real time data. There are several models in the *fuzzy time series* method including the Chen and Markov Chain models. Furthermore, to see the level of accuracy of the prediction results, the *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) is used. The smaller the *error* value, the more accurate the prediction will be. The results showed that in some foodstuffs the *Fuzzy Time Series Chen* method had a better accuracy rate and there was one food ingredient with the *Fuzzy Time Seies Markov Chain* method which had a better accuracy level.

Keywords: *Fuzzy Time Series, Fuzzy Time Series Chen, Fuzzy Time Series Markov Chain, Nean Absolute Percentage Error* .

Abstrak. Pada penelitian ini dilakukan prediksi harga bahan pangan di Provinsi Banten. Data bahan pangan ini termasuk data *time series* yaitu data yang dikumpulkan dalam kurun waktu tertentu. Prediksi untuk data *time series* menggunakan berbagai metode salah satunya yaitu *Fuzzy Time Series* yang bertujuan untuk memprediksi data *time series* periode berikutnya dengan data aktual periode sebelumnya secara luas pada data *real time*. Terdapat beberapa model pada metode *fuzzy time series* diantaranya yaitu model *Chen* dan *Markov Chain*. Selanjutnya, untuk melihat tingkat keakuratan dari hasil prediksi maka digunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Semakin kecil nilai *error* yang dihasilkan maka semakin akurat hasil dari prediksi tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada beberapa bahan pangan Metode *Fuzzy Time Series Chen* memiliki tingkat akurasi lebih baik dan terdapat satu bahan pangan dengan metode *Fuzzy Time Seies Markov Chain* memiliki tingkat akurasi lebih baik.

Kata Kunci: *Fuzzy Time Series, Fuzzy Time Series Chen, Fuzzy Time Series Markov Chain, Nean Absolute Percentage Error* .

A. Pendahuluan

Bahan pangan merupakan semua jenis bahan yang dapat digunakan sebagai bahan untuk membuat makanan. Bahan pangan sangatlah penting bagi masyarakat khususnya bagi ibu-ibu yang selalu memasak makanan untuk keluarganya agar mengetahui kualitas bahan yang digunakan lebih aman dibandingkan dengan membeli makanan yang sudah siap saji. Jenis-jenis bahan pangan yang sering diolah menjadi makanan antara lain : beras, daging ayam, daging sapi, bawang putih, bawang merah, cabai merah, cabai rawit, telur ayam, minyak goreng dan gula pasir.

Harga bahan pangan yang dijual sering dipermasalahkan lantaran harganya naik turun dikarenakan adanya gagal panen, hari besar, atau bahkan pengiriman barang yang jauh. Pada hari-hari besar seperti hari raya lebaran, natal, dan hari besar lainnya permintaan masyarakat untuk bahan pangan meningkat sedangkan untuk persediaan bahan pangan bisa saja tidak memadai mengakibatkan harga bahan pangan mengalami kenaikan. Hal ini bisa mengakibatkan masyarakat terutama kalangan bawah tidak bisa membeli bahan-bahan pangan apabila harganya naik tanpa adanya pemberitahuan sebelumnya.

Hal tersebut dapat dicegah dengan cara terus memantau harga bahan pangan kedepannya dalam bentuk peramalan atau prediksi. Peramalan adalah seni dan ilmu dalam memprediksi suatu peristiwa yang akan datang dengan pengambilan data aktual dan memberi perkiraan (perhitungan) keadaan pada masa mendatang dengan menggunakan beberapa bentuk model matematis (Barry & Heizer. 2001).

Data bahan pangan termasuk kedalam data runtun waktu (*time series*) dilihat dari karakteristik kuantitatif dari satu atau kumpulan kejadian yang diambil dalam periode waktu tertentu dengan tujuan untuk menentukan pola yang dapat digunakan dalam meramalkan kejadian mendatang.

Dalam beberapa tahun ini, banyak penelitian tentang metode *Fuzzy Time Series Markov Chain*. Salah satunya adalah penelitian dilakukan oleh Noviani (2020) tentang perbandingan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* dan *Fuzzy Time Series Cheng* (Studi kasus : Rata-rata harga beras). Penelitian ini mengatakan bahwa *Fuzzy Time Series Markov Chain* menghasilkan pola data yang mendekati pola dari data aktual dan metode ini memiliki tingkat akurasi yang lebih baik.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana penerapan metode *Fuzzy Time Series Chen* dan *Fuzzy Time Series Markov Chain* pada prediksi harga bahan pangan?
2. Bagaimana perbandingan tingkat akurasi metode *Fuzzy Time Series Chen* dan *Fuzzy Time Series Markov Chain* pada prediksi harga bahan pangan?
3. Bagaimana hasil prediksi bulan selanjutnya menggunakan metode yang lebih baik pada prediksi bahan pangan ?

B. Metodologi Penelitian

Peneliti ini menggunakan data harga bahan pangan provinsi Banten. Metode yang digunakan adalah metode *Fuzzy Time Series Chen* dan *Fuzzy Time Series Markov Chain* dan untuk menghitung tingkat keakuratan menggunakan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*).

Fuzzy Time Series Chen.

Langkah-langkah peramalan menggunakan metode *Fuzzy Time Series Chen*:

1. Menentukan himpunan semesta U dan menghitung Panjang interval. Himpunan semesta U dibentuk berdasarkan data historis dengan menentukan data maksimal (D_{max}) dan data minimum (D_{min}). (D_{max}) dan (D_{min}) didefinisikan himpunan semesta U seperti persamaan berikut:

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

Mencari jumlah interval dan Panjang interval menggunakan rumus Sturges berikut:

$$n = 1 + 3,322 \log N$$

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

Selanjutnya menentukan batas atas, batas bawah dan nilai tengah setiap interval menggunakan persamaan:

$$u_n = [D_{min} - D_1 + (n - 1)l; D_{min} - D_1 + nl]$$

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

- Menentukan himpunan *fuzzy* untuk seluruh himpunan semesta U . Menurut Boaisa dan Amaitik (2010) seluruh himpunan *fuzzy* dapat ditentukan berdasarkan persamaan dibawah, dimana A_1, A_2, \dots, A_n didefinisikan sebagai berikut:

$$A_n = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + \dots + 0,5/u_{n-1} + 1/u_n\}$$

Aturan untuk menentukan derajat u_i adalah sebagai berikut:

$$A_i = \sum_j^n \frac{\mu_{ij}}{u_{ij}}$$

Dengan μ_{ij} adalah derajat keanggotaan u_{ij} milik A_i yang ditentukan sebagai berikut:

$$\mu_{ij} = \begin{cases} 1; & i = j \\ 0,5; & j = i - 1 \text{ atau } i = j - 1 \\ 0; & \text{lainnya} \end{cases}$$

- Melakukan fuzzifikasi terhadap data aktual apabila data aktual Y_t masuk ke dalam interval U_i dan U_i memiliki derajat keanggotaan 1 ketika berada pada himpunan A_i maka data fuzzifikasi untuk data aktual Y_t adalah A_i . Langkah ini bertujuan untuk menentukan himpunan *fuzzy* yang sesuai untuk setiap data.
- Menentukan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) dan *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG).
- Menghitung hasil keluaran peramalan dengan aturan berikut:
Aturan 1. Jika hasil fuzzifikasi pada tahun ke t adalah A_i dan FLRG dari A_i adalah satu ke satu seperti $A_i \rightarrow A_j$ maka hasil peramalan F_t adalah m_j .
Aturan 2. Jika hasil fuzzifikasi pada tahun ke t adalah A_i dan FLRG dari A_i adalah kosong seperti $A_i \rightarrow \emptyset$ maka hasil peramalan F_t adalah m_i .
Aturan 3. Jika hasil fuzzifikasi pada tahun ke t adalah A_i dan FLRG dari A_i adalah satu ke banyak seperti $A_i \rightarrow A_j, A_{j1}$ maka hasil peramalan $F_t = \frac{m_j + m_{j1} + \dots + m_{jn}}{k}$

Fuzzy Time Series Markov Chain

Langkah-langkah peramalan menggunakan metode *fuzzy time series Markov Chen*:

- Menentukan himpunan semesta U dan menghitung Panjang interval

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

Mencari jumlah interval dan Panjang interval menggunakan rumus Sturges berikut:

$$n = 1 + 3,322 \log N$$

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

Selanjutnya menentukan batas atas, batas bawah dan nilai tengah setiap interval menggunakan persamaan:

$$u_n = [D_{min} - D_1 + (n - 1)l; D_{min} - D_1 + nl]$$

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

- Menentukan himpunan *fuzzy* untuk seluruh himpunan semesta U .
- Melakukan fuzzifikasi terhadap data aktual.
- Menentukan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) dan *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG).
- Menghitung peramalan pertama.
Aturan 1. Jika FLRG A_i bertransisi ke satu *state* maka $F(t) = m_k P_{ik} = m_k$.
Aturan 2. Jika FLRG A_i bertransisi ke banyak *state* maka $F(t) = m_1 P_{i1} + m_2 P_{i2} + \dots + m_{in} P_{in}$.

6. Menyesuaikan nilai kecenderungan prediksi.
7. Menentukan nilai prediksi akhir.

MAPE (Mean Absolute Percentage Error)

Mean Absolute Percentage Error merupakan pengukuran kesalahan yang menghitung ukuran persentase penyimpangan antara data aktual dengan hasil peramalan dengan rumus berikut:

$$MAPE = \left(\frac{100\%}{n} \right) \sum_{t=1}^n \left| \frac{X(t)-F(t)}{X(t)} \right|$$

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Fuzzy Time Series Chen

1. Menentukan himpunan semesta U dengan $D_1 = 500$ dan $D_2 = 1000$ maka dihasilkan himpunan semesta pada Tabel 1.

Tabel 1. Himpunan Semesta U

Jenis Bahan Pangan	D_{min}	D_{max}	$U = [D_{min} - D_1; D_{max} + D_2]$
Beras Kualitas Rendah	9.075	10.800	[8.575 ; 11.800]
Beras Kualitas Medium	11.050	12.300	[10.550 ; 13.300]
Beras Kualitas Super	11.325	14.000	[10.825 ; 15.000]

Hasil perhitungan jumlah interval (n) dan panjang interval (l) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah interval (n) dan panjang interval (l)

Jenis Bahan Pangan	n	L
Beras Kualitas Rendah	7	460,714
Beras Kualitas Medium	7	392,857
Beras Kualitas Super	7	596,429

2. Menentukan himpunan *fuzzy*. Hasil perhitungan batas atas, batas bawah, nilai tengah dan fuzzifikasi pada Gambar 1.

Beras Kualitas Rendah				
Kelas	Batas Bawah	Batas Atas	Nilai Tengah	Fuzzifikasi
1	8.575,00	9.036,00	8.805,50	A_1
2	9.036,00	9.496,43	9.266,215	A_2
3	9.496,43	9.957,14	9.726,785	A_3
4	9.957,14	10.418,00	10.187,57	A_4
5	10.418,00	10.879,00	10.648,50	A_5
6	10.879,00	11.339,00	11.109,00	A_6
7	11.339,00	11.800,00	11.569,50	A_7
Beras Kualitas Medium				
Kelas	Batas Bawah	Batas Atas	Nilai Tengah	Fuzzifikasi
1	10.550,00	10.943,00	10.746,50	A_1
2	10.943,00	11.336,00	11.139,50	A_2
3	11.336,00	11.729,00	11.532,50	A_3
4	11.729,00	12.121,00	11.925,00	A_4
5	12.121,00	12.514,00	12.317,50	A_5
6	12.514,00	12.907,00	12.710,50	A_6
7	12.907,00	13.300,00	13.103,50	A_7
Beras Kualitas Super				
Kelas	Batas Bawah	Batas Atas	Nilai Tengah	Fuzzifikasi
1	10.825,00	11.421,00	11.123,00	A_1
2	11.421,00	12.018,00	11.719,50	A_2
3	12.018,00	12.614,00	12.316,00	A_3
4	12.614,00	13.211,00	12.912,50	A_4
5	13.211,00	13.807,00	13.509,00	A_5
6	13.807,00	14.404,00	14.105,50	A_6
7	14.404,00	15.000,00	14.702,00	A_7

Gambar 1. Nilai Batas Atas, Batas Bawah, Nilai Tengah dan Fuzzifikasi

3. Melakukan fuzzifikasi terhadap data aktual seperti pada Gambar 2.

Periode	Harga Beras (Rp)					
	Kualitas Rendah		Kualitas Medium		Kualitas Super	
	Y_t	F	Y_t	F	Y_t	F
Jan-18	10.800	A_5	12.300	A_5	13.825	A_6
Feb-18	10.750	A_5	12.275	A_5	14.000	A_6
Mar-18	10.100	A_4	11.675	A_3	13.450	A_5
Apr-18	9.925	A_3	11.425	A_3	13.025	A_4
Mei-18	9.700	A_3	11.350	A_3	12.875	A_4
Jun-18	9.600	A_3	11.325	A_2	11.325	A_1
			⋮			
Feb-22	9.650	A_3	11.525	A_3	13.325	A_5
Mar-22	9.550	A_3	11.450	A_3	13.225	A_5
Apr-22	9.550	A_3	11.450	A_3	13.175	A_4
Mei-22	9.450	A_2	11.350	A_3	13.150	A_4
Jun-22	9.400	A_2	11.275	A_2	13.075	A_4
Jul-22	9.400	A_2	11.275	A_2	13.075	A_4

Gambar 2. fuzzifikasi

4. Menentukan FLR dan FLRG

Hasil *Fuzzy Logical Relationship* dapat dilihat pada Gambar 3 dan *Fuzzy Logical Relationship Grup* dapat dilihat pada Gambar 4.

Periode	FLR		
	Beras Kualitas Rendah	Beras Kualitas Medium	Beras Kualitas Super
Feb - 18	$A_5 \rightarrow A_5$	$A_5 \rightarrow A_5$	$A_6 \rightarrow A_6$
Mar - 18	$A_5 \rightarrow A_4$	$A_5 \rightarrow A_2$	$A_6 \rightarrow A_5$
Apr - 18	$A_4 \rightarrow A_2$	$A_2 \rightarrow A_2$	$A_5 \rightarrow A_4$
Mei - 18	$A_3 \rightarrow A_3$	$A_3 \rightarrow A_3$	$A_4 \rightarrow A_4$
Jun - 18	$A_2 \rightarrow A_2$	$A_2 \rightarrow A_2$	$A_4 \rightarrow A_1$
Jul - 18	$A_2 \rightarrow A_2$	$A_2 \rightarrow A_2$	$A_4 \rightarrow A_4$
		⋮	
Jan - 22	$A_2 \rightarrow A_2$	$A_2 \rightarrow A_2$	$A_4 \rightarrow A_5$
Feb - 22	$A_2 \rightarrow A_2$	$A_2 \rightarrow A_2$	$A_5 \rightarrow A_5$
Mar - 22	$A_2 \rightarrow A_2$	$A_2 \rightarrow A_2$	$A_5 \rightarrow A_5$
Apr - 22	$A_2 \rightarrow A_2$	$A_2 \rightarrow A_2$	$A_5 \rightarrow A_4$
Mei - 22	$A_2 \rightarrow A_2$	$A_2 \rightarrow A_2$	$A_4 \rightarrow A_4$
Jun - 22	$A_2 \rightarrow A_2$	$A_2 \rightarrow A_2$	$A_4 \rightarrow A_4$
Jul - 22	$A_2 \rightarrow A_2$	$A_2 \rightarrow A_2$	$A_4 \rightarrow A_4$

Gambar 3. Fuzzy Logical Relationship

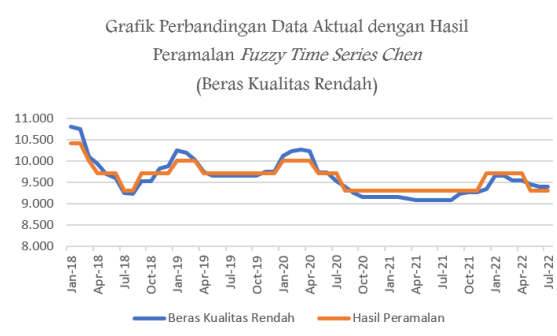
Grup	FLR	FLRG		
		Beras Kualitas Rendah	Beras Kualitas Medium	Beras Kualitas Super
1	A_1	-	-	A_2
2	A_2	$19(A_2), 2(A_3)$	$19(A_2), 2(A_3)$	-
3	A_3	$3(A_2), 18(A_2), 2(A_4)$	$3(A_2), 18(A_2), 2(A_4)$	-
4	A_4	$3(A_2), 5(A_4)$	$2(A_2), 6(A_4)$	$A_1, 24(A_4), 2(A_5)$
5	A_5	A_4, A_5	A_3, A_5	$3(A_4), 16(A_5), A_6$
6	A_6	-	-	$2(A_5), 4(A_6)$
7	A_7	-	-	-

Gambar 4. Fuzzy Logical Relationship Group

5. Hasil peramalan *Fuzzy Time Series Chen* dapat dilihat pada Gambar 5.

Periode	Harga Beras (Rp)		
	Kualitas Rendah		
	Y_t	F	Hasil Peramalan
Jan-18	10.800	A_5	10.418,035
Feb-18	10.750	A_5	10.418,035
Mar-18	10.100	A_4	10.014,777
Apr-18	9.925	A_3	9.706,78
Mei-18	9.700	A_3	9.706,78
Jun-18	9.600	A_3	9.706,78
⋮			
Feb-22	9.650	A_2	9.310,08
Mar-22	9.550	A_2	9.310,08
Apr-22	9.550	A_2	9.310,08
Mei-22	9.450	A_2	9.310,08
Jun-22	9.400	A_2	9.310,08
Jul-22	9.400	A_3	9.706,78

Gambar 5. Hasil Peramalan *Fuzzy Time Series Chen*



Gambar 6. Grafik Perbandingan Data Aktual dengan Hasil Peramalan

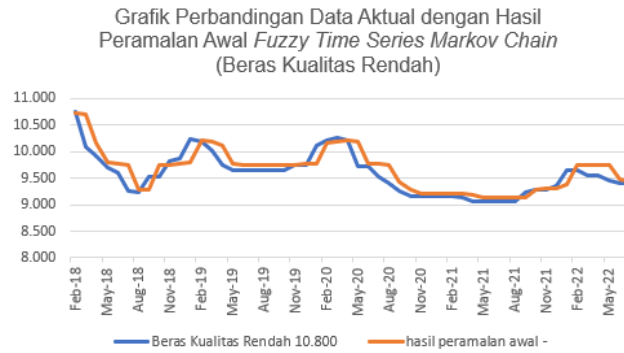
Fuzzy Time Series Markov Chain

Prediksi harga bahan pangan menggunakan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* hamper sama dengan metode *Fuzzy Time Series Chen*. Perbedaan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* terletak pada peramalan awal, nilai kecendrungan prediksi dan peramalan akhir sebagai berikut:

1. Peramalan Awal *Fuzzy Time Series Markov Chain* dapat dilihat pada Gambar 7 dan grafik perbandingan dapat dilihat pada gambar 8.

T	Periode	Harga Beras (Rp)		
		Kualitas Rendah		
		Y_t	F	Peramalan Awal $F(t)$
1	Jan-18	10.800	A_5	-
2	Feb-18	10.750	A_5	10.724,25
3	Mar-18	10.100	A_4	10.699,25
4	Apr-18	9.925	A_3	10.154,73
5	Mei-18	9.700	A_3	9.792,7
6	Jun-18	9.600	A_3	9.763,36
⋮				
50	Feb-22	9.650	A_3	9.756,83
51	Mar-22	9.550	A_3	9.756,83
52	Apr-22	9.550	A_3	9.743,79
53	Mei-22	9.450	A_2	9.743,79
54	Jun-22	9.400	A_2	9.476,36
55	Jul-22	9.400	A_3	9.431,12

Gambar 7. Peramalan Awal *Fuzzy Time Series Markov Chain*



Gambar 8. Grafik Perbandingan Peramalan Awal dengan Data Aktual

2. Hasil nilai penyesuaian kecenderungan hasil prediksi dapat dilihat pada Gambar 9.

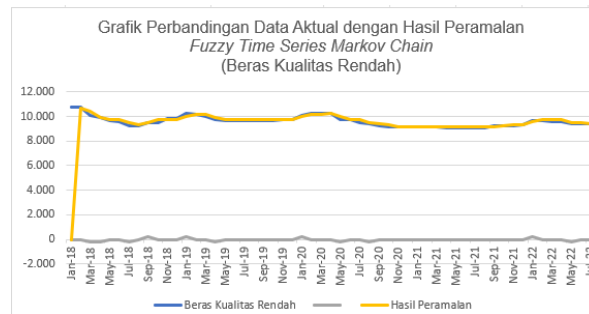
Urutan Data	Beras Kualitas Rendah	Nilai	Beras Kualitas Medium	Nilai	Beras Kualitas Super	Nilai
1 → 2	$A_5 \rightarrow A_5$	0	$A_5 \rightarrow A_5$	0	$A_6 \rightarrow A_6$	0
2 → 3	$A_5 \rightarrow A_4$	-230,36	$A_5 \rightarrow A_2$	-392,86	$A_6 \rightarrow A_5$	-298,21
3 → 4	$A_4 \rightarrow A_3$	-230,36	$A_3 \rightarrow A_2$	0	$A_5 \rightarrow A_4$	-298,21
4 → 5	$A_3 \rightarrow A_2$	0	$A_3 \rightarrow A_2$	0	$A_4 \rightarrow A_4$	0
5 → 6	$A_3 \rightarrow A_2$	0	$A_3 \rightarrow A_2$	-196,43	$A_4 \rightarrow A_1$	-894,64
6 → 7	$A_2 \rightarrow A_2$	-230,36	$A_2 \rightarrow A_2$	0	$A_1 \rightarrow A_4$	894,64
⋮						
49 → 50	$A_3 \rightarrow A_2$	0	$A_3 \rightarrow A_2$	0	$A_5 \rightarrow A_5$	0
50 → 51	$A_3 \rightarrow A_2$	0	$A_3 \rightarrow A_2$	0	$A_5 \rightarrow A_5$	0
51 → 52	$A_3 \rightarrow A_2$	0	$A_3 \rightarrow A_2$	0	$A_5 \rightarrow A_4$	-298,21
52 → 53	$A_3 \rightarrow A_2$	-230,36	$A_2 \rightarrow A_2$	0	$A_4 \rightarrow A_4$	0
53 → 54	$A_2 \rightarrow A_2$	0	$A_3 \rightarrow A_2$	-196,43	$A_4 \rightarrow A_4$	0
54 → 55	$A_2 \rightarrow A_2$	0	$A_2 \rightarrow A_2$	0	$A_4 \rightarrow A_4$	0

Gambar 9. Nilai Penyesuaian Kecenderungan Prediksi

3. Hasil peramalan akhir *Fuzzy Time Series Markov Chain* terdapat pada Gambar 10.

T	Periode	Kualitas Rendah			
		Y_t	$F(t)$	D_t	F
1	Jan-18	10.800	0	0	0
2	Feb-18	10.750	10.724.25	0	10.724.25
3	Mar-18	10.100	10.699.25	-230,36	10.468.89
4	Apr-18	9.925	10.154.73	-230,36	9.924.37
5	Mei-18	9.700	9.792.71	0	9.792.71
6	Jun-18	9.600	9.763.36	0	9.763.36
⋮					
50	Feb - 22	9.650	9.756.84	0	9.756.83
51	Mar - 22	9.550	9.756.84	0	9.756.83
52	Apr - 22	9.550	9.743.79	0	9.743.79
53	Mei - 22	9.450	9.743.79	-230,36	9.513.43
54	Jun - 22	9.400	9.476.36	0	9.476.36
55	Jul - 22	9.400	9.431.12	0	9.431.12

Gambar 10. Hasil Peramalan Akhir *Fuzzy Time Series Markov Chain*



Gambar 11. Grafik Perbandingan Data Aktual dengan Hasil Peramalan

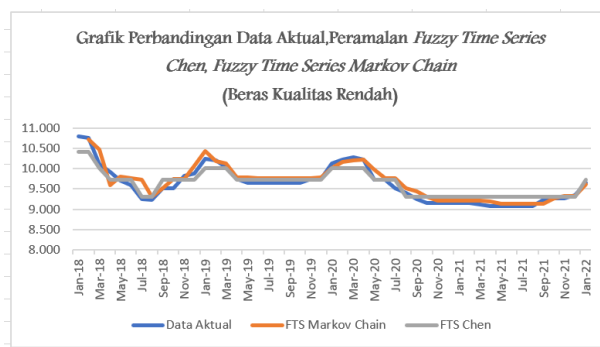
MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*)

Misalkan untuk menghitung tingkat akurasi/error peramalan Beras kualitas rendah pada Juni 2018 dengan data aktual Rp 9.600 dan hasil peramalan Rp 9.726,812 maka menggunakan persamaan (2.32). Adapun hasil perhitungan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dapat dilihat pada Gambar 12.

Bahan Pangan	<i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i>	
	<i>Fuzzy Time Series Chen</i>	<i>Fuzzy Time Series Markov Chain</i>
Beras Kualitas Rendah	1,4%	2,84%
Beras Kualitas Medium	1,08%	2,59%
Beras Kualitas Super	1,2%	2,89%
Daging Sapi Kualitas I	0,99%	2,75%
Daging Sapi Kualitas II	1,42%	5,58%
Daging Ayam Segar	2,03%	4,29%
Telur Ayam	4,12%	7,49%
Bawang Merah	6,6%	12,13%
Bawang Putih	3,9%	9,75%
Cabai Merah Besar	10,4%	14,52%
Cabai Merah Keriting	13,08%	15,28%
Cabai Rawit Hijau	10,99%	18,55%
Cabai Rawit Merah	21,82%	25,58%
Gula Lokal	2,55%	4,15%
Gula Premium	2,25%	4,74%
Minyak Goreng Curah	3,37%	5,04%
Minyak Goreng Merk I	3,07%	4,02%
Minyak Goreng Merk II	3,57%	3,36%

Gambar 12. Hasil *Mean Absolute Percentage Error*

Menunjukkan bahwa metode *Fuzzy Time Series Chen* pada beras kualitas rendah memperoleh nilai MAPE sebesar 1,4% yang berarti tingkat akurasinya mencapai 98,6% dari data aktual. Pada metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* memperoleh nilai MAPE sebesar 2,84% yang berarti tingkat akurasinya mencapai 97,16% dari data aktual. Sedangkan *Fuzzy Time Series Chen* pada minyak goreng merk II memperoleh nilai MAPE sebesar 3,57% yang berarti tingkat akurasinya mencapai 96,43% dan untuk *Fuzzy Time Series Markov Chain* memperoleh nilai MAPE sebesar 3,36% yang berarti tingkat akurasinya mencapai 96,64%. Maka hasil prediksi menggunakan metode *Fuzzy Time Series Chen* dan *Fuzzy Time Series Markov Chain* yang memiliki nilai MAPE < 10% (sangat baik), nilai MAPE 10% - 20% (baik). Grafik perbandingan data aktual, hasil peramalan metode *Fuzzy Time Series Chen* dan *Fuzzy Time Series Markov Chain* dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Grafik Perbandingan Data Aktual, *Fuzzy Time Series Chen* dan *Fuzzy Time Series Markov Chain*

Hasil Peramalan dengan Metode yang Lebih Baik

Berdasarkan penerapan metode yang telah dilakukan serta perhitungan tingkat akurasi, maka diketahui metode *Fuzzy Time Series Chen* yang lebih baik pada data harga beras kualitas rendah, beras kualitas medium, beras kualitas super, daging sapi kualitas I, daging sapi kualitas II, daging ayam segar, telur ayam, bawang merah, bawang putih, cabai merah besar, cabai merah keriting, cabai rawit hijau, cabai rawit merah, gula local, gula premium, minyak goreng curah, minyak goreng merk I pada data provinsi Banten. Sedangkan untuk harga minyak goreng merk II metode yang lebih baik yaitu *Fuzzy Time Series Markov Chain*. Hasil peramalan metode terbaik dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Peramalan *Fuzzy Time Series Chen* Periode Selanjutnya

Periode	Beras Kualitas Rendah	FLR	FLRG	Nilai Peramalan
Jul - 22	9.400	$A_2 \rightarrow A_2$	$A_2 \rightarrow 19(A_2), 2(A_3)$	9.310,08
Agt - 22		A_2	$19(A_2), 2(A_3)$	9.310,08
Jul - 22	11.275,00	$A_2 \rightarrow A_2$	$A_2 \rightarrow 19(A_2), 2(A_3)$	11.176,93
Feb - 22		A_2	$19(A_2), 2(A_3)$	11.176,93
Jul - 22	13.075,00	$A_4 \rightarrow A_4$	$A_4 \rightarrow A_1, 24(A_4), 2(A_5)$	12.890,41
Feb - 22		A_4	$A_1, 24(A_4), 2(A_5)$	12.890,41

Tabel 4. Peramalan *Fuzzy Time Series Markov Chain* periode Selanjutnya

Periode	Minyak Goreng Merk II	FLR	FLRG	Nilai Peramalan Awal	Nilai Penyesuaian	Nilai Peramalan
Jul - 22	22.350	A_6	$2(A_5), 4(A_6)$	23.028,47	0	23.028,47
Agt -22				22.695,13	0	22.695,13

D. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian sebagai berikut:

Penerapan metode *Fuzzy Time Series Chen* dan *Fuzzy Time Series Markov Chain* pada prediksi harga bahan pangan memiliki beberapa proses yang berbeda. Pada metode *Fuzzy Time Series Chen* setelah tahap fuzzifikasi → menentukan FLR → menentukan FLRG → hasil prediksi. Sedangkan untuk *Fuzzy Time Series Markov Chain* setelah fuzzifikasi → menentukan FLR → menentukan FLRG → menentukan prediksi awal → menyesuaikan nilai kecendrungan prediksi → hasil akhir prediksi.

Metode *Fuzzy Time Series Chen* memiliki tingkat akurasi lebih baik untuk bahan beras kualitas rendah, beras kualitas medium, beras kualitas super, daging sapi kualitas I, daging sapi kualitas II, daging ayam segar, telur ayam, bawang merah, bawang putih, cabai merah besar, cabai merah keriting, cabai rawit hijau, cabai rawit merah, gula lokal, gula premium, minyak goreng curah, minyak goreng merk I dan untuk minyak goreng merk II metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* memiliki tingkat akurasi yang lebih baik.

Nilai prediksi periode selanjutnya yaitu bulan Agustus 2022 menggunakan metode yang lebih baik yaitu *Fuzzy Time Series Chen* pada beras kualitas rendah seharga Rp 9.310,08/ kg, beras kualitas medium seharga Rp 11.176,93/ kg dan beras kualitas super seharga Rp 12.890,41/ kg. *Fuzzy Time Series Markov Chain* pada minyak goreng merk II seharga Rp 22.695,13/l.

Daftar Pustaka

- [1] Noviani. (2020). Perbandingan Metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* dan *Fuzzy Time Series Cheng* (Studi Kasus : Rata - Rata Harga Beras). *Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang*.
- [2] Faroh, R. A. (2016). Penerapan Model *Fuzzy Time Series- Markov Chain* untuk Peramalan Inflasi. *Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim*.
- [3] Aliana Dinda Salsabilla Nur, Permanasari Yurika. (2021). *Prediksi Curah Hujan di Kota Bandung Menggunakan Model Logika Fuzzy Time Series*. *Jurnal Riset Matematika*, 1(1), 65-72.