

## IMPLEMENTASI METODE *FUZZY TIME SERIES* PADA PERAMALAN HARGA EMAS DI INDONESIA

Nida Hafiyya<sup>1</sup>, Fitria Virgantari<sup>2</sup>, Maya Widyastiti<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Matematika, Universitas Pakuan

e-mail: [hafiyyamirant8@gmail.com](mailto:hafiyyamirant8@gmail.com)

Diterima: 23 September 2022 , disetujui: 29 September 2022, dipublikasi: 10 Desember 2022

**Abstract:** *Changes in gold prices in Indonesia continue to occur from time to time with uncertain changes and can be said to be volatile. With the condition of the volatile data on changes in gold prices, predictions are needed that are appropriate or close to the existing data. Chen's fuzzy time series method can be used as a solution to this problem because it has a low error rate. The purpose of this study was to predict the price of gold in Indonesia in the coming period by implementing the Chen fuzzy time series method, these steps can be solved using R software. The data used in this study were daily gold price data in Indonesia for the period January 1, 2022, to June 30, 2022. The results obtained are gold price forecasts for the period July 1, 2022, amounting to Rp. 988,313 and the MAPE value of 0.60515%. The MAPE value indicates that Chen's fuzzy time series method was very well used to forecast Indonesia's gold price data.*

**Keywords:** *Forecasting, Gold Price, Fuzzy Time Series*

**Abstrak:** *Perubahan harga emas di Indonesia terus terjadi dari waktu ke waktu dengan perubahan yang tidak menentu dan dapat dikatakan bersifat fluktuatif. Dengan kondisi data perubahan harga emas yang bersifat fluktuatif tersebut maka dibutuhkan prediksi yang sesuai atau mendekati data kenyataan yang ada. Metode fuzzy time series Chen dapat dijadikan solusi atas permasalahan tersebut karena memiliki galat yang cenderung rendah. Tujuan dalam penelitian ini yaitu untuk meramalkan harga emas di Indonesia pada periode mendatang dengan mengimplementasikan metode fuzzy time series Chen, hal tersebut dilakukan dengan menggunakan bantuan software R. Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data harga emas harian di Indonesia periode 1 Januari 2022 hingga 30 Juni 2022. Hasil penelitian yang diperoleh yaitu peramalan harga emas periode 1 Juli 2022 sebesar Rp 988.313 dan nilai MAPE sebesar 0,60515%. Nilai MAPE tersebut menunjukkan bahwa metode fuzzy time series Chen sangat baik digunakan dalam meramalkan data harga emas di Indonesia.*

**Kata Kunci:** *Peramalan, Harga Emas, Fuzzy Time Series*

## 1. PENDAHULUAN

Emas biasanya identik dengan perhiasan khususnya bagi wanita, namun saat ini emas dijadikan salah satu pilihan untuk berinvestasi. Investasi emas merupakan jenis investasi yang banyak diminati oleh investor karena dianggap paling aman atau *safe haven* [1]. Emas termasuk ke dalam jenis investasi yang memiliki risiko rendah karena pergerakan harga emas yang cenderung mengikuti laju inflasi [2]. Semakin tinggi laju inflasi, biasanya harga emas akan mengalami kenaikan. Keunggulan lain dari investasi emas yaitu apabila terjadi krisis ekonomi atau perang nilai emas tetap terjaga dan permintaan akan emas tidak berkurang meski ketersediaannya terbatas. Bagi investor pemula yang ingin menghindari risiko tinggi, maka investasi emas merupakan pilihan yang tepat. Siapapun dapat memulai investasi karena investasi emas tergolong investasi yang mudah dilakukan meski dengan keterbatasan modal [3].

Perubahan harga emas di Indonesia terus terjadi dari waktu ke waktu dengan perubahan yang tidak menentu, sehingga data perubahan harga emas termasuk ke dalam jenis data *time series* dan dapat dikatakan bersifat fluktuatif [4]. Pergerakan harga emas yang terus berubah tersebut dapat diperkirakan dengan peramalan. Peramalan merupakan teknik untuk memperkirakan suatu nilai pada periode mendatang dengan memperhatikan data historis maupun data masa kini [5], dengan dilakukannya peramalan dapat membantu para investor dalam perencanaan investasi untuk memperoleh keuntungan maksimal dan meminimalkan kemungkinan kerugian.

Metode peramalan kuantitatif terbagi menjadi dua jenis metode yaitu kausal (regresi) dan *time series* [6]. Peramalan *time series* dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode salah satunya yaitu *fuzzy time series*. Berdasarkan pemaparan paragraf sebelumnya yang menjelaskan bahwa data perubahan harga emas termasuk ke dalam jenis data *time series* dan bersifat fluktuatif, maka data perubahan harga emas dapat dianalisis menggunakan metode *fuzzy time series* karena metode *fuzzy time series* merupakan metode yang baik digunakan dalam meramalkan data yang bersifat fluktuatif atau perubahannya tidak menentu. *Fuzzy time series* merupakan penerapan matematika *fuzzy* di bidang *time series*. *Fuzzy time series* pertama kali dikemukakan oleh Song dan Chissom yang diterapkan dalam konsep logika *fuzzy* untuk mengembangkan dasar dari *fuzzy time series* dengan menggunakan metode *time invariant* dan *time variant* yang digunakan untuk meramalkan jumlah pendaftar di suatu Universitas [7].

Metode peramalan *fuzzy time series* terbagi menjadi beberapa jenis, diantaranya *fuzzy time series* Chen, *fuzzy time series* Cheng, dan *fuzzy time series* Lee. Pada penelitian ini jenis metode peramalan yang digunakan yaitu *fuzzy time series* Chen karena memiliki tingkat galat paling rendah diantara kedua jenis metode *fuzzy time series* lainnya. Sebagai bukti beberapa penelitian yang telah dilakukan seperti pada penelitian [7] menggunakan metode *fuzzy time series* Chen menghasilkan galat sebesar 0,99%, penelitian [8] menggunakan metode *fuzzy time series* Cheng menghasilkan galat sebesar 2,56%, dan penelitian [9] menggunakan metode *fuzzy time series* Lee menghasilkan galat sebesar 3,62%. Berdasarkan pemaparan tersebut, maka penelitian ini diberi judul “**Implementasi Metode Fuzzy Time Series Pada Peramalan Harga Emas di Indonesia**”.

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data harga emas harian di Indonesia periode 1 Januari 2022 hingga 30 Juni 2022 yang diperoleh dari situs <https://harga-emas.org/>. Adapun tujuan dari penelitian ini untuk meramalkan harga

emas di Indonesia pada periode mendatang, yaitu periode 1 Juli 2022 dengan menggunakan metode *fuzzy time series* Chen.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data harga emas harian di Indonesia periode 1 Januari 2022 sampai 30 Juni 2022 yang diperoleh dari situs <https://harga-emas.org/>.

### 2.2 Tahapan Analisis

Penelitian ini menggunakan *software* R dan Microsoft Excel dalam proses analisis data. Berikut ringkasan tahapan penelitian yang akan dilakukan [10] :

1. Pendefinisian semesta pembicara yang dilambangkan dengan  $U$  dengan persamaan berikut :

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

2. Penentuan panjang dan jumlah interval menggunakan persamaan *sturges* [11] dengan formulasi sebagai berikut :

$$n = 1 + 3,3 \log N \quad (2)$$

$$\ell = \frac{[(D_{max} + D_2) - (D_{min} - D_1)]}{n} \quad (3)$$

3. Pendefinisian himpunan *fuzzy* yang dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut [12] :

$$A_1 = \frac{1}{u_1} + \frac{0.5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \dots + \frac{0}{u_p}$$

$$A_2 = \frac{0.5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0.5}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \dots + \frac{0}{u_p} \quad (4)$$

$$\vdots$$

$$A_p = \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \dots + \frac{0.5}{u_4} + \frac{1}{u_p}$$

4. Fuzzifikasi terhadap data historis dengan mendefinisikan data menjadi nilai linguistik ke dalam interval yang sesuai. Andai suatu data historis yang sedang diamati termasuk ke dalam interval  $u_i$ , maka data tersebut dapat difuzzifikasi ke dalam  $A_i$  [13].
5. Pembentukan *Fuzzy Logic Relationship* (FLR)  $A_i \rightarrow A_j$  dari nilai  $A_i$  yaitu himpunan sisi kiri atau pengamatan sebelumnya yaitu  $F(t - 1)$  dan  $A_j$  merupakan himpunan sisi kanan atau pengamatan saat ini yaitu  $F(t)$ .
6. Pengklasifikasian FLR yang telah terbentuk pada tahap ke-5 menjadi grup-grup sehingga terbentuk *Fuzzy Logic Relationship Group* (FLRG).
7. Defuzzifikasi dengan menggunakan nilai tengah dari masing-masing grup *fuzzy*. Andaikan pada grup 1 mengandung FLRG  $A_1$  dan  $A_2$  maka perhitungan untuk defuzzifikasi dilakukan dengan menggunakan nilai tengah dari  $A_1$  ( $m_1$ ) dan nilai

tengah dari  $A_2 (m_2)$ , lalu kedua nilai tengah tersebut dihitung rata-ratanya dengan formulasi sebagai berikut :

$$F_t = \frac{m_1 + m_2}{2} \quad (5)$$

Dan masing-masing nilai tengah dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$m_i = \frac{(\text{batas atas interval} + \text{batas bawah interval})}{2} \quad (6)$$

8. Perhitungan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dengan persamaan berikut [14] :

$$MAPE = \frac{100\%}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right| \quad (7)$$

Adapun kriteria peramalan berdasarkan nilai MAPE [15] disajikan dalam tabel berikut :

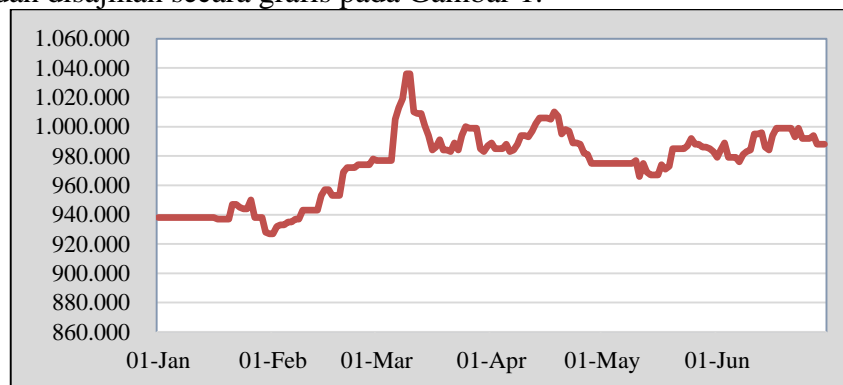
Tabel 1. Kriteria Peramalan

Kategori	Nilai Galat
Baik	< 20%
Sangat Baik	< 10%

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Deskripsi Data

Deskripsi harga emas periode 1 Januari sampai 30 Juni 2022 dinyatakan dalam satuan gram dan disajikan secara grafis pada Gambar 1.



Gambar 1. Harga Emas di Indonesia

Berdasarkan Gambar 1, dapat diketahui bahwa data harga emas di Indonesia pada periode 1 Januari sampai 30 Juni 2022 berpola trend naik dan terus mengalami perubahan yang tidak menentu di setiap harinya atau dapat dikatakan bersifat fluktuatif. Pada rentang waktu 1 Januari sampai 30 Juni harga emas tertinggi berada pada tanggal 9 Maret sampai 10 Maret dengan harga sebesar Rp 1.036.000, dan harga emas terendah berada pada tanggal 31 Januari sampai 1 Februari dengan harga sebesar Rp 927.000. Selain itu, pada rentang waktu tersebut dapat diketahui rata-rata harga emas harian di Indonesia adalah sebesar Rp 974.420.

### 3.2 Hasil Perhitungan Fuzzy Time Series Chen

1. Pendefinisian semesta pembicara  $U$

Berdasarkan data harga emas di Indonesia periode 1 Januari sampai 30 Juni 2022 diperoleh nilai  $X_{min}$  sebesar Rp 927.000 dan nilai  $X_{max}$  sebesar Rp 1.036.000, serta ditentukan bilangan  $D_1$  dan  $D_2$  masing-masing bernilai 0.

sehingga semesta pembicara  $U$  dapat didefinisikan dengan  $U = [927.000 , 1.036.000]$

2. Pembentukan jumlah dan panjang interval

Perhitungan jumlah kelas interval yang terbentuk dapat dilakukan sebagai berikut :

$$\text{banyak kelas} = 1 + 3,3 \log 181$$

$$\text{banyak kelas} = 8,450339297 \approx 8 \text{ kelas}$$

Dengan panjang interval sebagai berikut :

$$\text{panjang interval} = \frac{[(1.036.000+0)-(927.000-0)]}{8}$$

$$\text{panjang interval} = 13.625$$

Interval-interval yang terbentuk dan nilai tengah ( $m$ ) dari masing-masing interval dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah dan Nilai Tengah Interval

No	Interval	Nilai Tengah
1	$U_1 = [927.000 , 940.625]$	$m_1 = 933.812,5$
2	$U_2 = [940.625 , 954.250]$	$m_2 = 947.437,5$
3	$U_3 = [954.250 , 967.875]$	$m_3 = 961.062,5$
4	$U_4 = [967.875 , 981.500]$	$m_4 = 974.687,5$
5	$U_5 = [981.500 , 995.125]$	$m_5 = 988.312,5$
6	$U_6 = [995.125 , 1.008.750]$	$m_6 = 1.001.937,5$
7	$U_7 = [1.008.750 , 1.022.375]$	$m_7 = 1.015.562,5$
8	$U_8 = [1.022.375 , 1.036.000]$	$m_8 = 1.029.187,5$

3. Pendefinisian himpunan fuzzy  $A_i$

Hasil dari pendefinisian fuzzy yang terbentuk adalah sebagai berikut :

$$A_1 = \frac{1}{u_1} + \frac{0.5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} + \frac{0}{u_8}$$

$$A_2 = \frac{0.5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0.5}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} + \frac{0}{u_8}$$

$$A_3 = \frac{0}{u_1} + \frac{0.5}{u_2} + \frac{1}{u_3} + \frac{0.5}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} + \frac{0}{u_8}$$

$$A_4 = \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0.5}{u_3} + \frac{1}{u_4} + \frac{0.5}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} + \frac{0}{u_8}$$

$$A_5 = \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0.5}{u_4} + \frac{1}{u_5} + \frac{0.5}{u_6} + \frac{0}{u_7} + \frac{0}{u_8}$$

$$A_6 = \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0.5}{u_6} + \frac{1}{u_7} + \frac{0.5}{u_8}$$

$$A_7 = \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0.5}{u_7} + \frac{1}{u_8}$$

$$A_8 = \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0.5}{u_7} + \frac{1}{u_8}$$

4. Fuzzifikasi terhadap data historis

Andai suatu data yang sedang diamati berada pada interval  $U_i$  maka data tersebut dapat difuzzifikasi menjadi  $A_i$ . Hasil dari fuzzifikasi yang telah dilakukan disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Fuzzifikasi

Periode	Harga (gr)	Fuzzifikasi
01-Jan	938.000	A1
02-Jan	938.000	A1
03-Jan	938.000	A1
04-Jan	938.000	A1
⋮	⋮	⋮
27-Jun	994.000	A5
28-Jun	988.000	A5
29-Jun	988.000	A5
30-Jun	988.000	A5

5. Penentuan *Fuzzy Logic Relationship* (FLR)

Hasil dari pembentukan *Fuzzy Logic Relationship* dengan notasi  $A_i \rightarrow A_j$  disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. *Fuzzy Logic Relationship* (FLR)

Periode	Harga (gr)	Fuzzifikasi	FLR
01-Jan	938.000	A1	NA $\rightarrow$ A1
02-Jan	938.000	A1	A1 $\rightarrow$ A1
03-Jan	938.000	A1	A1 $\rightarrow$ A1
⋮	⋮	⋮	⋮
27-Jun	994.000	A5	A5 $\rightarrow$ A5
28-Jun	988.000	A5	A5 $\rightarrow$ A5
29-Jun	988.000	A5	A5 $\rightarrow$ A5
30-Jun	988.000	A5	A5 $\rightarrow$ A5

6. Pembentukan *Fuzzy Logic Relationship Group* (FLRG)

Mengklasifikasikan FLR yang telah terbentuk pada tahap sebelumnya dengan cara melihat setiap FLR yang memiliki sisi kiri atau  $F(t - 1)$  yang sama ke dalam grup yang sesuai. Hasil pembentukan FLRG dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. *Fuzzy Logic Relationship Group* (FLRG)

Grup 1	A1 $\rightarrow$ A1, A2
Grup 2	A2 $\rightarrow$ A1, A2, A3, A4
Grup 3	A3 $\rightarrow$ A2, A3, A4
Grup 4	A4 $\rightarrow$ A3, A4, A5, A6
Grup 5	A5 $\rightarrow$ A4, A5, A6
Grup 6	A6 $\rightarrow$ A5, A6, A7
Grup 7	A7 $\rightarrow$ A6, A7, A8
Grup 8	A8 $\rightarrow$ A7, A8

7. Defuzzifikasi dengan Menggunakan Nilai Tengah  
 Hasil perhitungan defuzzifikasi disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Perhitungan Defuzzifikasi

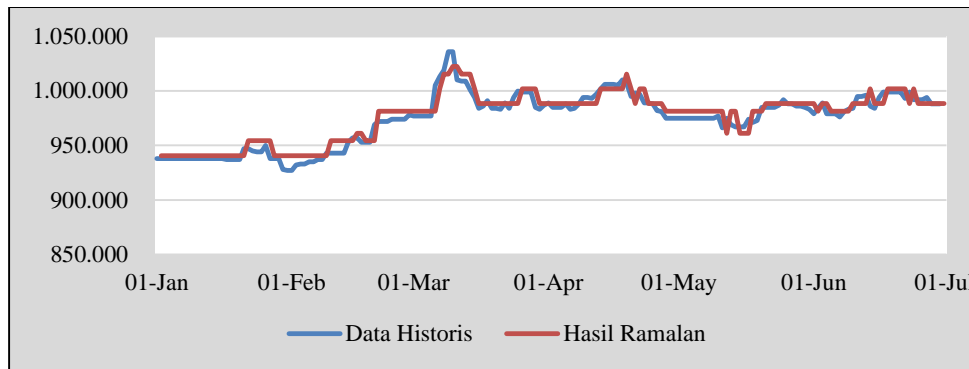
FLRG		Formulasi F(t)	Nilai Ramalan
Grup 1	A1 → A1, A2	$\frac{m_1 + m_2}{2}$	940.625
Grup 2	A2 → A1, A2, A3, A4	$\frac{m_1 + m_2 + m_3 + m_4}{4}$	954.250
⋮	⋮	⋮	⋮
Grup 7	A7 → A6, A7, A8	$\frac{m_6 + m_7 + m_8}{3}$	1.015.562,5
Grup 8	A8 → A7, A8	$\frac{m_7 + m_8}{2}$	1.022.375

Nilai ramalan yang dihasilkan dari proses defuzzifikasi pada Tabel 6, kemudian diolah ke dalam seluruh data penelitian berdasarkan hasil fuzzifikasi data periode sebelumnya. Adapun hasil ramalan harga emas di Indonesia disajikan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Ramalan Pada Data Harga Emas di Indonesia

Periode	Harga (gr)	Fuzzifikasi	Ramalan
01-Jan	938.000	A1	NA
02-Jan	938.000	A1	940625
03-Jan	938.000	A1	940625
04-Jan	938.000	A1	940625
05-Jan	938.000	A1	940625
06-Jan	938.000	A1	940625
07-Jan	938.000	A1	940625
⋮	⋮	⋮	⋮
25-Jun	992.000	A5	988313
26-Jun	992.000	A5	988313
27-Jun	994.000	A5	988313
28-Jun	988.000	A5	988313
29-Jun	988.000	A5	988313
30-Jun	988.000	A5	988313
01-Jul	-	-	988313

Selanjutnya hasil ramalan dari keseluruhan data dibandingkan dengan data historis yang ditunjukkan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Perbandingan Data Historis dan Hasil Ramalan

Berdasarkan Gambar 2, data historis ditunjukkan dengan garis berwarna biru dan hasil ramalan ditunjukkan dengan garis berwarna merah. Dapat terlihat bahwa antara garis berwarna merah dan biru memiliki perbedaan tetapi masih mendekati nilai data historis.

### 3.3 Perhitungan MAPE

Perhitungan MAPE (*Mean Absolute Precentage Error*) bertujuan untuk melihat seberapa baik penerapan metode peramalan *fuzzy time series* Chen yang digunakan terhadap data harga emas di Indonesia. Hasil perhitungan MAPE terhadap data harga emas di Indonesia disajikan dalam Tabel 8.

Tabel 8. Perhitungan MAPE

Periode	Harga (gr)	Ramalan	Galat
01-Jan	938.000	NA	NA
02-Jan	938.000	940625	0,27985
03-Jan	938.000	940625	0,27985
04-Jan	938.000	940625	0,27985
⋮	⋮	⋮	⋮
27-Jun	994.000	988313	0,57218
28-Jun	988.000	988313	0,03163
29-Jun	988.000	988313	0,03163
30-Jun	988.000	988313	0,03163
MAPE			0,60515

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Implementasi metode *Fuzzy Time Series* Chen untuk meramalkan data harga emas di Indonesia pada periode 1 Januari sampai 30 Juni 2022 menghasilkan nilai galat 0,60515%. Nilai galat tersebut berada jauh di bawah 10%, artinya metode *Fuzzy Time Series* Chen sangat baik digunakan untuk meramalkan data harga emas di Indonesia.



2. Hasil analisis yang telah diperoleh, peramalan harga emas di Indonesia pada periode mendatang yakni periode 1 Juli 2022 dengan mengimplementasikan metode *Fuzzy Time Series* Chen menghasilkan nilai ramalan sebesar Rp 988.313.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ali, K., Sari, D. R., Putri, R. 2019. Pengaruh Inflasi Nilai Tukar Rupiah dan Harga Emas Dunia Terhadap Indeks Harga Saham Pertambangan Pada Bursa Efek Indonesia (Periode Tahun 2016-2018). *Jurnal Bisnis Darmajaya*. **5(2)**: 90-113. <https://doi.org/10.30873/jbd.v5i2.1591>
- [2] Zifi, M. P., Arfan, T. 2021. Pengaruh Harga Emas Terhadap Indeks Harga Saham Gabungan dengan Inflasi Sebagai Variabel Moderating. *Jurnal Akuntansi Berkelanjutan Indonesia*. **4(2)**: 196-203. <http://dx.doi.org/10.32493/JABI.v4i2.y2021.p196-203>
- [3] Shaid, N. J. 2022. Mau Investasi Emas? Simak Keuntungan dan Kerugiannya. <https://money.kompas.com/read/2022/02/13/203103026/mau-investasi-emas-simak-keuntungan-dan-kerugiannya?page=all> [diakses 2 Maret 2022]
- [4] Elvina, L. 2021. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Naik Turunnya Harga Emas. <https://www.kompas.tv/article/178190/faktor-faktor-yang-mempengaruhi-naik-turunnya-harga-emas> [diakses 31 Maret 2022]
- [5] 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>
- [6] Fauziah, N., Wahyuningsih, S., Nasution, Y. N. 2016. Peramalan Menggunakan Fuzzy Time Series Chen (Studi Kasus: Curah Hujan Kota Samarinda). *Jurnal Statistika UNIMUS*. **4(2)**: 52-61. <https://doi.org/10.26714/jsunimus.4.2.2016.%25p>
- [7] Aditya, F., Devianto, D., Maiyastri. 2019. Peramalan Harga Emas Indonesia Menggunakan Metode Fuzzy Time Series. *Jurnal Matematika UNAND*. **8(2)**: 45-52. <https://doi.org/10.25077/jmu.8.2.45-52.2019>
- [8] Sumartini., Hayati, M. N., Wahyuningsih, S. 2017. Peramalan Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Cheng. *Jurnal Eksponensial*. **8(1)**: 51-56. <http://jurnal.fmipa.unmul.ac.id/index.php/exponensial/article/view/75>
- [9] Pramana, M. W., Purnamasari, I., Prangga, S. 2021. Peramalan Data Ekspor Nonmigas Provinsi Kalimantan Timur Menggunakan Metode Weighted Fuzzy Time Series Lee. *Jurnal Ilmiah Teori dan Aplikasi Statistika*. **14(1)**: 1-10. <https://doi.org/10.36456/jstat.vol14.no1.a3747>
- [10] Fahmi, T., Sudarno., Wilandari, Y. 2013. Perbandingan Metode Pemulusan Eksponensial Tunggal dan Fuzzy Time Series untuk Memprediksi Indeks Harga Saham Gabungan. *Jurnal Gaussian*. **2(2)**: 137-146. <https://doi.org/10.14710/j.gauss.v2i2.2779>
- [11] Febriyanti, A. 2020. Penerapan Metode Fuzzy Time Series Chen dan Cheng dalam Peramalan Rata-Rata Harga Beras di Tingkat Perdagangan Besar

(Grosir) di Indonesia. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

- [12] Muhammad, M. 2016. Sebaran dan Peramalan Mahasiswa Baru Pendidikan Matematika Universitas Muhammadiyah Purwokerto dengan Metode Time Invariant Fuzzy Time Series. *Matematika Jurnal*. **3(2)**: 48-58. <https://www.ejournal.stkipbbm.ac.id/index.php/mtk/article/view/98>
- [13] Elfajar, A. B., Setiawan, B. D., Dewi, C. 2017. Peramalan Jumlah Kunjungan Wisata Kota Batu Menggunakan Metode Time Invariant Fuzzy Time Series. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. **1(2)**: 85-94. <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/19>
- [14] Pajriati, N. H. 2021. Penerapan Metode Average Based Fuzzy Time Series Lee untuk Peramalan Harga Emas di PT. X. *Jurnal Riset Matematika*. **1(1)**: 73-81. <https://doi.org/10.29313/jrm.v1i1.221>
- [15] Listiowarni, I., Dewi, N. P., & Hapantenda, A. K. W. 2020. Perbandingan Metode Double Exponential Smoothing dan Double Moving Average untuk Peramalan Harga Beras Eceran di Kabupaten Pamekasan. *Jurnal Komputer Terapan*. **6(2)**: 158-169. <https://doi.org/10.35143/jkt.v6i2.3634>