

PERAMALAN HARGA EMAS MENGGUNAKAN METODE *AVERAGE BASED AND FUZZY LOGIC RELATIONSHIP*

A. M. P. Pratiwi¹, S. Musdalifah², dan D. Lusiyanti³

^{1,2,3} Program Studi Matematika Jurusan Matematika FMIPA Universitas Tadulako

Jalan Soekarno-Hatta Km. 09 Tondo, Palu 94118, Indonesia.

¹afriilyaputry@gmail.com, ²selyvmusdalifah@gmail.com, ³desylusiyanti@untad.ac.id

ABSTRACT

Gold is an alternative that most people tend to choose to invest for several reasons, one of which is profitable. To obtain optimal returns, investors must know the movement of gold prices so that the investors know when to buy gold and when to sell gold. Gold price movements can be monitored by forecasting. The forecasting method used in this research is average based and fuzzy logic relationship which is a method with the concept of fuzzy logic. This method provides a level of accuracy calculated using MAPE (Mean Absolute Percentage Error) of 0,0496%. The results showed that forecasting gold price movements in October 2020 – December 2021 in the price range of Rp876.975/gram – Rp909.725/gram with the highest gold price occurred in December 2020.

Keywords : Average Based, Fuzzy Logic Relationship, Gold Price, MAPE, Forecasting.

ABSTRAK

Emas merupakan alternatif yang cenderung dipilih kebanyakan orang untuk berinvestasi karena beberapa alasan, salah satunya menguntungkan. Untuk memperoleh keuntungan yang optimal, pelaku investasi harus mengetahui pergerakan harga emas sehingga pelaku investasi tahu kapan harus membeli emas dan kapan harus menjual emas. Pergerakan harga emas dapat dipantau dengan peramalan. Metode peramalan yang digunakan dalam penelitian ini adalah average based and fuzzy logic relationship yang merupakan salah satu metode dengan konsep fuzzy logic. Metode tersebut memberikan tingkat akurasi yang dihitung menggunakan MAPE (Mean Absolute Percentage Error) sebesar 0,0496%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peramalan pergerakan harga emas pada bulan Oktober 2020 – Desember 2021 dalam rentang harga Rp 876.975/gram – Rp 906.725/gram dengan harga emas tertinggi terjadi pada bulan Desember 2020.

Kata Kunci : Average Based, Fuzzy Logic Relationship, Harga Emas, MAPE, Peramalan.

I. PENDAHULUAN

Pola pikir masyarakat yang semakin maju menimbulkan keinginan untuk terus mengelola pendapatannya agar tetap terjaga guna keperluan yang akan datang. Investasi merupakan salah satu cara yang bisa dilakukan untuk mengembangkan harta kekayaan yang dimiliki secara produktif. Sebagian besar orang melakukan investasi dilandasi oleh banyaknya ketidakpastian yang akan dihadapi di masa depan. Kebutuhan kita di masa yang akan datang sangat mungkin berubah. Bisa saja kita mendadak jatuh sakit, dunia mengalami kelangkaan bahan bakar minyak, harga barang membumbung tinggi, biaya kuliah naik drastis, dan sebagainya. Inilah mengapa perencanaan masa depan melalui investasi perlu dilakukan (Iman, 2008).

Saat ini, kita bisa menentukan banyak pilihan yang dapat digunakan untuk berinvestasi seperti emas, barang antik, properti, saham, dan lain-lain. Emas merupakan alternatif yang cenderung dipilih kebanyakan orang untuk berinvestasi karena beberapa alasan seperti alasan menguntungkan (*profitable*), mudah dicairkan (*high liquidity*), resiko rendah (*low risk*), tidak memerlukan dana besar, mudah dipindahkan (*portable*), kepemilikan dan pengelolaan sendiri (*ownership and stewardship*) (Sitohang dan Siringo, 2018). Emas merupakan objek investasi yang nilainya cenderung selalu naik, sehingga investasi dalam bentuk emas dapat dikatakan hampir selalu menguntungkan dengan resiko yang relatif kecil (Fajri, 2017). Namun, bukan berarti harga emas tidak pernah turun. Oleh sebab itu, pelaku investasi harus mengetahui pergerakan harga emas sehingga pelaku investasi tahu kapan harus membeli emas dan kapan harus menjual emas agar mendapatkan keuntungan yang optimal.

Pergerakan harga emas yang akan datang dapat dipantau dengan menggunakan peramalan. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk melakukan peramalan, salah satunya adalah *fuzzy logic*. Penelitian yang terkait dengan metode *fuzzy logic* dalam peramalan harga emas pernah dilakukan sebelumnya oleh Sitohang dan Siringo (2018) yaitu tentang analisis peramalan harga emas dengan metode *automatic clustering and fuzzy logic relationship* dimana *automatic clustering* digunakan untuk menentukan panjang interval dan metode *fuzzy logic relationship* untuk meramalkan harga emas dengan nilai akurasi peramalan yang diperoleh dengan menggunakan MAPE yaitu 5,3%. Akan tetapi, menurut Rukhansah dkk (2016) salah satu metode penentuan panjang interval yang efektif adalah *average based* yang diusulkan oleh Xihao dan Yimin (2008).

Sehingga berdasarkan latar belakang tersebut, penulis tertarik untuk melakukan penelitian yang sama namun menggunakan metode yang berbeda dalam menentukan panjang interval yaitu menggunakan algoritma *average based* kemudian menggunakan metode *fuzzy logic relationship* untuk mendapatkan hasil peramalan harga emas berdasarkan data runtun waktu pergerakan harga emas yang diberi judul "**Peramalan Harga Emas Menggunakan Metode *Average Based and Fuzzy Logic Relationship***".

II. METODE PENELITIAN

Lokasi pengolahan data dilakukan di Laboratorium Komputer Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tadulako. Sumber data yang digunakan merupakan data sekunder yaitu berupa data harga emas 24 karat yang diperoleh dari *link* resmi emas <https://harga-emas.org/>. Jenis data yang digunakan adalah data kuantitatif yaitu data pergerakan harga emas harian dalam kurun waktu 6 tahun 9 bulan terakhir mulai bulan Januari 2014 – September 2020.

Penelitian ini dilakukan dengan tahap menentukan panjang interval data harga emas 24 karat menggunakan *average based* yaitu dengan cara membagi dua nilai rata-rata selisih *absolute*. Selanjutnya, menentukan basis nilai untuk mendapatkan interval berbasis nilai rata-rata. Kemudian melakukan pengolahan data harga emas 24 karat dengan menggunakan metode *fuzzy logic relationship* orde 1, orde 2, orde 3, dan orde 4 untuk memperoleh hasil peramalan harga emas bulan Oktober 2020 – Desember 2021 dalam IDR yaitu dengan cara menentukan himpunan semesta pembicaraan, mendefinisikan himpunan *fuzzy*, *fuzziifikasi* data, menentukan relasi logika *fuzzy*, *defuzzifikasi* dan memperoleh hasil peramalan. Kemudian menguji tingkat akurasi hasil peramalan harga emas 24 karat dengan menggunakan MAPE.

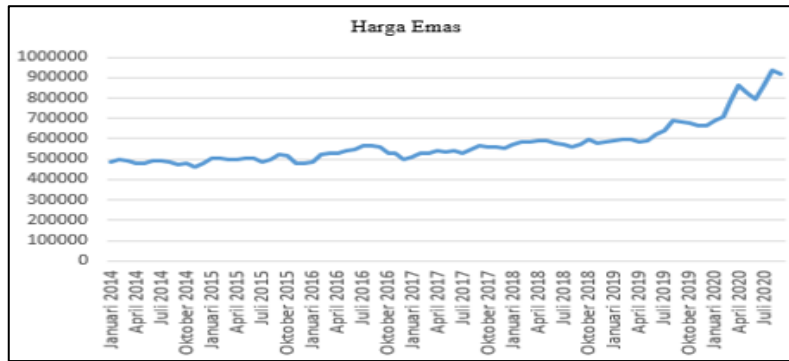
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

Dalam penelitian ini, data yang digunakan adalah data harga emas bulanan yang diambil dari rata-rata data harga emas harian pada bulan Januari 2014 – September 2020 seperti yang disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1 : Data harga emas 24 karat per gram dalam rupiah

No.	Bulan	Tahun						
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1.	Januari	488222	505493	488732	511789	572708	588836	688784
2.	Februari	498420	503124	523878	529941	581538	595777	706989
3.	Maret	491356	495424	526955	527905	586635	593899	779341
4.	April	477877	499576	526177	543109	592341	584345	859511
5.	Mei	477997	505792	542063	533705	589634	593724	824617
6.	Juni	489516	505855	549056	539513	576741	623837	792736
7.	Juli	491844	487095	565540	531047	574235	638401	862791
8.	Agustus	488248	495985	566062	550428	562453	687310	934132
9.	September	472994	521824	559522	563231	572044	684030	917295
10.	Oktober	477667	513833	530766	557419	593777	678863	–
11.	November	460725	476979	528382	557558	576966	665454	–
12.	Desember	480080	476867	496906	552728	583550	667423	–



Gambar 1 : Grafik pergerakan harga emas

3.1.1. Penerapan Algoritma *Average Based*

Langkah 1. Menghitung nilai selisih *absolute*

Perhitungan nilai selisih *absolute* dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Selisih absolute} = |D_{t+1} - D_t| \quad (1)$$

dengan $t = 1, 2, \dots, 80$ dan D_t adalah data ke- t .

Berdasarkan persamaan (1), maka perhitungan nilai selisih *absolute* dapat disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2 : Perhitungan nilai selisih *absolute*

No.	Periode	Data	Selisih <i>Absolute</i>
1.	Januari 2014	488222	10198
2.	Februari 2014	498420	7064
3.	Maret 2014	491356	13479
4.	April 2014	477877	120
5.	Mei 2014	477997	11519
⋮	⋮	⋮	⋮
80.	Agustus 2020	934132	16837
81.	September 2020	917295	–

Langkah 2. Menghitung rata-rata nilai selisih *absolute*

Untuk memperoleh rata-rata nilai selisih *absolute* yang disajikan dalam tabel 2 dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\bar{D} = \frac{\sum_{t=1}^{80} D_t}{n} \quad \dots (2)$$

dimana D_t adalah data ke- t dan n adalah banyaknya data yaitu 80 data.

Berdasarkan persamaan (2), maka diperoleh perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \bar{D} &= \frac{\sum_{t=1}^{80} D_t}{n} \\ &= \frac{10198+7064+13479+120+11519+\dots+16837}{80} \end{aligned}$$

$$= 15218,4625$$

Sehingga, rata-rata nilai selisih *absolute* yang diperoleh yaitu 15218,4625.

Langkah 3. Menghitung $\frac{1}{2}$ rata-rata nilai selisih *absolute*

Perhitungan $\frac{1}{2}$ rata-rata nilai selisih *absolute* dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\frac{1}{2} \text{ rata} - \text{rata} = \frac{\bar{D}}{2} \quad \dots (3)$$

Berdasarkan persamaan (3), maka diperoleh perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \text{ rata} - \text{rata} &= \frac{\bar{D}}{2} \\ &= \frac{15218,4625}{2} \\ &= 7609,2312 \end{aligned}$$

Sehingga, $\frac{1}{2}$ rata-rata nilai selisih *absolute* yang diperoleh yaitu 7609,2312.

Langkah 4. Menentukan interval berbasis rata-rata.

Tabel 3 : Pemetaan basis peramalan

Range	Basis
0,1 - 1,0	0,1
1,1 - 10	1
11 - 100	10
101 - 1000	100
1001 - 10000	1000

Nilai $\frac{1}{2}$ rata-rata selisih *absolute* yang diperoleh pada langkah sebelumnya yaitu 7609,2312. Berdasarkan tabel 3, nilai tersebut terletak pada range 1001 – 10000 maka basis yang diperoleh adalah 1000. Sehingga berdasarkan basis tersebut, diperoleh panjang interval adalah 1000. Panjang interval tersebut akan digunakan untuk membagi interval himpunan semesta menjadi beberapa interval.

3.1.2. Perhitungan Metode *Fuzzy Logic Relationship* dalam Peramalan Harga Emas pada Data *Training*

Menentukan interval himpunan semesta yang memuat semua data dengan persamaan sebagai berikut :

$$U = [D_{min}, D_{max}] \quad \dots (4)$$

dimana D_{min} adalah data terkecil dan D_{max} adalah data terbesar. Berdasarkan persamaan (4), maka dapat dituliskan sebagai berikut :

$$U = [460725, 934132]$$

Interval himpunan semesta U kemudian dibagi menjadi beberapa interval dengan panjang yang sama. Selanjutnya, setiap interval (u_i) yang terbentuk dihitung nilai tengahnya (m_i) dengan persamaan sebagai berikut :

$$m_i = \frac{\text{batas atas} + \text{batas bawah}}{2} \quad \dots (5)$$

Tabel 4 : Interval dan nilai tengah

No.	Interval (u_i)	Nilai Tengah (m_i)
1.	$u_1 = [460725,461725)$	$m_1 = 461225$
2.	$u_2 = [461725,462725)$	$m_2 = 462225$
3.	$u_3 = [462725,463725)$	$m_3 = 463225$
⋮	⋮	⋮
473.	$u_{473} = [932725,933725)$	$m_{473} = 933225$
474.	$u_{474} = [933725,934725)$	$m_{474} = 934225$

Langkah 1. Proses *fuzzifikasi*

- a. Mendefinisikan himpunan *fuzzy* A_i dari himpunan U

$$A_1 = \left\{ \frac{1}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \dots + \frac{0}{u_{473}} + \frac{0}{u_{474}} \right\}$$

$$A_2 = \left\{ \frac{0,5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0,5}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \dots + \frac{0}{u_{473}} + \frac{0}{u_{474}} \right\}$$

$$A_3 = \left\{ \frac{0}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{1}{u_3} + \frac{0,5}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \dots + \frac{0}{u_{473}} + \frac{0}{u_{474}} \right\}$$

$$\vdots$$

$$A_{474} = \left\{ \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \dots + \frac{0,5}{u_{473}} + \frac{1}{u_{474}} \right\}$$

- b. *Fuzzifikasi* setiap data numerik kedalam himpunan *fuzzy* A_i

Tabel 5 : Himpunan *fuzzy* A_i terhadap interval u_i

No.	Interval	Himpunan <i>Fuzzy</i>
1.	u_1	A_1
2.	u_2	A_2
3.	u_3	A_3
⋮	⋮	⋮
473.	u_{473}	A_{473}
474.	u_{474}	A_{474}

Tabel 6 : *Fuzzifikasi* data

No.	Interval	Himpunan <i>Fuzzy</i>
1.	u_1	A_1
2.	u_2	A_2
3.	u_3	A_3
⋮	⋮	⋮
473.	u_{473}	A_{473}
474.	u_{474}	A_{474}

Langkah 2. Proses *fuzzy logic relationship*

- a. Membuat *fuzzy logic relationship* orde 1, orde 2, orde 3, dan orde 4 berdasarkan formula berikut :

$$F(t - n), \dots, F(t - 2), F(t - 1) \rightarrow F(t) \quad \dots (6)$$

Tabel 7 : *Fuzzy logic relationship* orde 1, orde 2, orde 3, dan orde 4

No	Periode	FLR Orde 1	FLR Orde 2	FLR Orde 3	FLR Orde 4
1.	Jan 2014	–	–	–	–
2.	Feb 2014	$A_{28} \rightarrow A_{38}$	–	–	–
3.	Mar 2014	$A_{38} \rightarrow A_{31}$	$A_{28}, A_{38} \rightarrow A_{31}$	–	–
4.	Apr 2014	$A_{31} \rightarrow A_{18}$	$A_{38}, A_{31} \rightarrow A_{18}$	$A_{28}, A_{38}, A_{31} \rightarrow A_{18}$	–
5.	Mei 2014	$A_{18} \rightarrow A_{18}$	$A_{31}, A_{18} \rightarrow A_{18}$	$A_{38}, A_{31}, A_{18} \rightarrow A_{18}$	$A_{28}, A_{38}, A_{31}, A_{18} \rightarrow A_{18}$
6.	Jun 2014	$A_{18} \rightarrow A_{29}$	$A_{18}, A_{18} \rightarrow A_{29}$	$A_{31}, A_{18}, A_{18} \rightarrow A_{29}$	$A_{38}, A_{31}, A_{18}, A_{18} \rightarrow A_{29}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
71.	Nov 2019	$A_{219} \rightarrow A_{205}$	$A_{224}, A_{219} \rightarrow A_{205}$	$A_{227}, A_{224}, A_{219} \rightarrow A_{205}$	$A_{178}, A_{227}, A_{224}, A_{219} \rightarrow A_{205}$
72.	Des 2019	$A_{205} \rightarrow A_{207}$	$A_{219}, A_{205} \rightarrow A_{207}$	$A_{224}, A_{219}, A_{205} \rightarrow A_{207}$	$A_{227}, A_{224}, A_{219}, A_{205} \rightarrow A_{207}$

- b. Membuat *fuzzy logic relationship groups* yaitu dengan cara mengelompokkan *fuzzy logic relationship* yang memiliki sisi kiri yang sama

Tabel 8 : *Fuzzy logic relationship groups* orde 1, orde 2, orde 3, dan orde 4

Grup	FLRG Orde 1	FLRG Orde 2	FLRG Orde 3	FLRG Orde 4
1	$A_1 \rightarrow A_{20}$	$A_1, A_{20} \rightarrow A_{45}$	$A_1, A_{20}, A_{45} \rightarrow A_{43}$	$A_1, A_{20}, A_{45}, A_{43} \rightarrow A_{35}$
2	$A_{13} \rightarrow A_{17}$	$A_{13}, A_{17} \rightarrow A_1$	$A_{13}, A_{17}, A_1 \rightarrow A_{20}$	$A_{13}, A_{17}, A_1, A_{20} \rightarrow A_{45}$
3	$A_{17} \rightarrow A_1, A_{17}, A_{29}$	$A_{17}, A_1 \rightarrow A_{20}$	$A_{17}, A_1, A_{20} \rightarrow A_{45}$	$A_{17}, A_1, A_{20}, A_{45} \rightarrow A_{43}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
68	-	$A_{219}, A_{205} \rightarrow A_{207}$	$A_{224}, A_{219}, A_{205} \rightarrow A_{207}$	$A_{227}, A_{224}, A_{219}, A_{207} \rightarrow A_{207}$
69	-	$A_{224}, A_{219} \rightarrow A_{205}$	$A_{227}, A_{224}, A_{219} \rightarrow A_{205}$	-
70	-	$A_{227}, A_{224} \rightarrow A_{219}$	-	-

Langkah 3. Proses *defuzzifikasi*

Proses *defuzzifikasi* mengubah suatu besaran *fuzzy* menjadi besaran tegas. Keluaran dalam proses ini yaitu suatu peramalan dengan prinsip sebagai berikut :

1. FLRG ($A_i \rightarrow A_j$), $F(t) = m_j$
2. FLRG ($A_i \rightarrow A_1(x_1), \dots, A_p(x_p)$), $F(t) = \frac{x_1 m_1 + \dots + x_p m_p}{x_1 + \dots + x_p}$
3. FLRG ($A_i \rightarrow \emptyset$), $F(t) = m_i$

dimana m_j, m_p, m_i adalah nilai tengah dari masing-masing interval u_j, u_p, u_i dan x_p adalah jumlah dari *fuzzy logic relationship* $A_i \rightarrow A_p$.

Tabel 9 : Hasil perhitungan peramalan pada data *training*

No.	Periode	Data Aktual	Peramalan Orde 1	Peramalan Orde 2	Peramalan Orde 3	Peramalan Orde 4
1.	Jan 2014	488222	–	–	–	–
2.	Feb 2014	498420	485725	–	–	–
3.	Mar 2014	491356	491225	491225	–	–
4.	Apr 2014	477877	478225	478225	478225	–
5.	Mei 2014	477997	483725	478225	478225	478225
6.	Jun 2014	489516	483725	489225	489225	489225
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
71.	Nov 2019	665454	665225	665225	665225	665225
72.	Des 2019	667423	667225	667225	667225	667225

3.1.3. Perhitungan Tingkat Akurasi Metode *Fuzzy Logic Relationship*

Nilai MAPE untuk metode *fuzzy logic relationship* dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut :

$$MAPE = \frac{1}{72} \sum_{t=1}^{72} \left| \frac{X(t) - F(t)}{X(t)} \right| \times 100\% \quad \dots (7)$$

dimana $X(t)$ adalah data aktual dari masing-masing periode dan $F(t)$ adalah data peramalan dari masing-masing periode.

Tabel 10 : Perbandingan tingkat akurasi metode *fuzzy logic relationship*

No.	Metode	MAPE
1.	<i>Fuzzy logic relationship</i> orde 1	0,6693%
2.	<i>Fuzzy logic relationship</i> orde 2	0,0509%
3.	<i>Fuzzy logic relationship</i> orde 3	0,0506%
4.	<i>Fuzzy logic relationship</i> orde 4	0,0496%

3.1.4. Perhitungan Peramalan Harga pada Data *Testing*

Perhitungan peramalan harga emas pada data *testing* dalam membentuk *fuzzy logic relationship*, hasil *fuzzifikasi* data 4 periode sebelumnya direlasikan dengan \emptyset karena dalam perhitungan ini seolah-olah penulis tidak mengetahui harga emas pada waktu t seperti yang disajikan dalam Tabel 11.

Tabel 11 : *Fuzzy logic relationship* dan *Fuzzy logic relationship groups* data *testing*

No.	Periode	FLR	FLRG
1.	Januari 2020	$A_{224}, A_{219}, A_{205}, A_{207} \rightarrow \emptyset$	$A_{224}, A_{219}, A_{205}, A_{207} \rightarrow \emptyset$
2.	Februari 2020	$A_{219}, A_{205}, A_{207}, A_{229} \rightarrow \emptyset$	$A_{219}, A_{205}, A_{207}, A_{229} \rightarrow \emptyset$
3.	Maret 2020	$A_{205}, A_{207}, A_{229}, A_{247} \rightarrow \emptyset$	$A_{205}, A_{207}, A_{229}, A_{247} \rightarrow \emptyset$
4.	April 2020	$A_{207}, A_{229}, A_{247}, A_{319} \rightarrow \emptyset$	$A_{207}, A_{229}, A_{247}, A_{319} \rightarrow \emptyset$
5.	Mei 2020	$A_{229}, A_{247}, A_{319}, A_{399} \rightarrow \emptyset$	$A_{229}, A_{247}, A_{319}, A_{399} \rightarrow \emptyset$
6.	Juni 2020	$A_{247}, A_{319}, A_{399}, A_{364} \rightarrow \emptyset$	$A_{247}, A_{319}, A_{399}, A_{364} \rightarrow \emptyset$
7.	Juli 2020	$A_{319}, A_{399}, A_{364}, A_{333} \rightarrow \emptyset$	$A_{319}, A_{399}, A_{364}, A_{333} \rightarrow \emptyset$
8.	Agustus 2020	$A_{399}, A_{364}, A_{333}, A_{403} \rightarrow \emptyset$	$A_{399}, A_{364}, A_{333}, A_{403} \rightarrow \emptyset$
9.	September 2020	$A_{364}, A_{333}, A_{403}, A_{474} \rightarrow \emptyset$	$A_{364}, A_{333}, A_{403}, A_{474} \rightarrow \emptyset$

Fuzzy logic relationship groups yang telah terbentuk kemudian dilakukan proses *defuzzifikasi* dengan prinsip sebagai berikut :

1. FLRG $(A_i, A_h, A_f, A_g \rightarrow A_j), F(t) = m_j$
2. FLRG $(A_i, A_h, A_f, A_g \rightarrow A_1(x_1), \dots, A_p(x_p)), F(t) = \frac{x_1 m_1 + \dots + x_p m_p}{x_1 + \dots + x_p}$
3. FLRG $(A_i, A_h, A_f, A_g \rightarrow \emptyset), F(t) = \frac{m_i + m_h + m_f + m_g}{4}$

dimana $m_j, m_p, m_i, m_h, m_g, m_f$ adalah nilai tengah dari masing-masing interval $u_i, u_p, u_i, u_h, u_g, u_f$ dan x_p adalah jumlah dari *fuzzy logic relationship* $A_i, A_h, A_f, A_g \rightarrow A_p$.

Tabel 12 : Hasil perhitungan peramalan pada data *testing*

No.	Bulan	Data aktual	Peramalan
1.	Januari 2020	688784	673975
2.	Februari 2020	706989	675225
3.	Maret 2020	779341	682225
4.	April 2020	859511	710725
5.	Mei 2020	824617	758725
6.	Juni 2020	792736	792475
7.	Juli 2020	862791	813975
8.	Agustus 2020	934132	834975
9.	September 2020	917295	853725

3.1.5. Perhitungan Peramalan Harga Emas

Perhitungan peramalan harga emas bulan Oktober 2020 – Desember 2021 menggunakan metode *fuzzy logic relationship* orde 4 yang memiliki nilai MAPE sebesar 0,0496 dimulai dengan pembentukan *fuzzy logic relationship*.

Tabel 13 : *Fuzzy logic relationship* dan *Fuzzy logic relationship groups*

No.	Periode	FLR	FLRG
1.	Oktober 2020	$A_{333}, A_{403}, A_{474}, A_{457} \rightarrow \emptyset$	$A_{333}, A_{403}, A_{474}, A_{457} \rightarrow \emptyset$
2.	November 2020	$A_{403}, A_{474}, A_{457}, A_{417} \rightarrow \emptyset$	$A_{403}, A_{474}, A_{457}, A_{417} \rightarrow \emptyset$
3.	Desember 2020	$A_{474}, A_{457}, A_{417}, A_{438} \rightarrow \emptyset$	$A_{474}, A_{457}, A_{417}, A_{438} \rightarrow \emptyset$
4.	Januari 2021	$A_{457}, A_{417}, A_{438}, A_{466} \rightarrow \emptyset$	$A_{457}, A_{417}, A_{438}, A_{466} \rightarrow \emptyset$
5.	Februari 2021	$A_{417}, A_{438}, A_{466}, A_{444} \rightarrow \emptyset$	$A_{417}, A_{438}, A_{466}, A_{444} \rightarrow \emptyset$
6.	Maret 2021	$A_{438}, A_{466}, A_{444}, A_{441} \rightarrow \emptyset$	$A_{438}, A_{466}, A_{444}, A_{441} \rightarrow \emptyset$
7.	April 2021	$A_{466}, A_{444}, A_{441}, A_{447} \rightarrow \emptyset$	$A_{466}, A_{444}, A_{441}, A_{447} \rightarrow \emptyset$
8.	Mei 2021	$A_{444}, A_{441}, A_{447}, A_{449} \rightarrow \emptyset$	$A_{444}, A_{441}, A_{447}, A_{449} \rightarrow \emptyset$
9.	Juni 2021	$A_{441}, A_{447}, A_{449}, A_{445} \rightarrow \emptyset$	$A_{441}, A_{447}, A_{449}, A_{445} \rightarrow \emptyset$
10.	Juli 2021	$A_{447}, A_{449}, A_{445}, A_{446} \rightarrow \emptyset$	$A_{447}, A_{449}, A_{445}, A_{446} \rightarrow \emptyset$
11.	Agustus 2021	$A_{449}, A_{445}, A_{446}, A_{447} \rightarrow \emptyset$	$A_{449}, A_{445}, A_{446}, A_{447} \rightarrow \emptyset$
12.	September 2021	$A_{445}, A_{446}, A_{447}, A_{447} \rightarrow \emptyset$	$A_{445}, A_{446}, A_{447}, A_{447} \rightarrow \emptyset$
13.	Oktober 2021	$A_{446}, A_{447}, A_{447}, A_{446} \rightarrow \emptyset$	$A_{446}, A_{447}, A_{447}, A_{446} \rightarrow \emptyset$
14.	November 2021	$A_{447}, A_{447}, A_{446}, A_{447} \rightarrow \emptyset$	$A_{447}, A_{447}, A_{446}, A_{447} \rightarrow \emptyset$
15.	Desember 2021	$A_{447}, A_{447}, A_{447}, A_{447} \rightarrow \emptyset$	$A_{447}, A_{447}, A_{447}, A_{447} \rightarrow \emptyset$

Fuzzy logic relationship groups yang telah terbentuk kemudian dilakukan proses *defuzzifikasi* dengan prinsip sebagai berikut :

1. FLRG $(A_i, A_h, A_f, A_g \rightarrow A_j), F(t) = m_j$
2. FLRG $(A_i, A_h, A_f, A_g \rightarrow A_1(x_1), \dots, A_p(x_p)), F(t) = \frac{x_1 m_1 + \dots + x_p m_p}{x_1 + \dots + x_p}$
3. FLRG $(A_i, A_h, A_f, A_g \rightarrow \emptyset), F(t) = \frac{m_i + m_h + m_f + m_g}{4}$

dimana $m_j, m_p, m_i, m_h, m_g, m_f$ adalah nilai tengah dari masing-masing interval $u_j, u_p, u_i, u_h, u_g, u_f$ dan x_p adalah jumlah dari *fuzzy logic relationship* $A_i, A_h, A_f, A_g \rightarrow A_p$.

Tabel 14 : Hasil perhitungan peramalan

No.	Periode	Peramalan
1.	Oktober 2020	876975
2.	November 2020	897975
3.	Desember 2020	906725
4.	Januari 2021	899975
5.	Februari 2021	895725
6.	Maret 2021	900475

7.	April 2021	900975
8.	Mei 2021	899475
9.	Juni 2021	899225
10.	Juli 2021	899975
11.	Agustus 2021	899975
12.	September 2021	899725
13.	Oktober 2021	899975
14.	November 2021	900225
15.	Desember 2021	900225

3.2. Pembahasan

Dalam penelitian ini, perhitungan metode *average based and fuzzy logic relationship* dimulai dari orde 1, orde 2, orde 3 dan seterusnya. Namun, dikarenakan nilai MAPE pada masing-masing orde terus menurun, maka peramalan dilakukan sampai dengan orde 4 yang sudah memiliki tingkat akurasi sangat baik yaitu 0,0496% dan juga dapat meramalkan 15 periode sehingga *Fuzzy Logic Relationship* orde 4 digunakan untuk menghitung data *testing* dan data peramalan. Hasil peramalan menggunakan metode *average based and fuzzy logic relationship* orde 4 menunjukkan bahwa pada bulan Oktober 2020 harga emas mengalami penurunan dibandingkan dengan harga emas sebelumnya yaitu Rp 876.975/gram. Sehingga, bulan tersebut merupakan waktu yang tepat bagi investor membeli emas agar memperoleh keuntungan. Berdasarkan tabel 16, investor dapat menjual emas sekitar bulan November 2020 – Desember 2021 karena harga emas berada pada kisaran Rp 897.975/gram – Rp 906.725/gram.

Tabel 15 : Hasil perhitungan peramalan harga emas 24 karat

No.	Periode	Peramalan
1.	Oktober 2020	Rp 876.975/gram
2.	November 2020	Rp 897.975/gram
3.	Desember 2020	Rp 906.725/gram
4.	Januari 2021	Rp 899.975/gram
5.	Februari 2021	Rp 895.725/gram
6.	Maret 2021	Rp 900.475/gram
7.	April 2021	Rp 900.975/gram
8.	Mei 2021	Rp 899.475/gram
9.	Juni 2021	Rp 899.225/gram
10.	Juli 2021	Rp 899.975/gram
11.	Agustus 2021	Rp 899.975/gram

12.	September 2021	Rp 899.725/gram
13.	Oktober 2021	Rp 899.975/gram
14.	November 2021	Rp 900.225/gram
15.	Desember 2021	Rp 900.225/gram

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan dalam meramalkan harga emas 24 karat menggunakan metode *average based and fuzzy logic relationship*, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Hasil perhitungan peramalan harga emas 24 karat menggunakan metode *average based and fuzzy logic relationship* orde 4 pada bulan Oktober 2020 – Januari 2021 dapat disajikan dalam Tabel 5.
2. Nilai tingkat akurasi metode *average based and fuzzy logic relationship* orde 4 menggunakan MAPE diperoleh sebesar 0,0496% yang artinya metode ini sangat baik digunakan untuk meramalkan harga emas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Aditya, F., Devianto, D., dan Maiyastri. (2019). Peramalan Harga Emas Indonesia Menggunakan Metode *Fuzzy Time Series Klasik*. Matematika UNAND, VIII, 45-52.
- [2]. Fajri, A. (2017). Analisis Prinsip Ekonomi Islam Terhadap Operasional Produk Investasi Emas Pada Penggadaian Syariah. Skripsi. Fakultas Ekonomi Dan Bisnis Islam, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. http://repositori.uinalauddin.ac.id/view/creators/Fajri=3AA=2E_Nur_Wahana=3A=3A.html.
- [3]. Fauziah, N., Wahyuningsih, S., dan Nasution, Y. (2016). Peramalan Menggunakan *Fuzzy Time Series Chen* (Studi Kasus : Curah Hujan Kota Samarinda). Statistika, 4(2).
- [4]. Febriana, E. (2018). Fuzzy Time Series Chen Orde Tinggi Untuk Meramalkan Jumlah Penumpang dan Kendaraan Kapal. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia. <https://dspace.uii.ac.id>.
- [5]. Handayani, L., dan Anggriani, D. (2015). Perbandingan Model *Chen* Dan Model *Lee* Pada Metode *Fuzzy Time Series* Untuk Prediksi Harga Emas. Jurnal Pseudocode, 2(1), 2355-5920.
- [6]. Ikhsanto, H. (2016). Perbandingan Tingkat Akurasi Metode Automatic Clustering, Average Based, dan Markov Chain Fuzzy Time Series pada Nilai Tukar (Kurs) Rupiah. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang. <https://lib.unnes.ac.id>

- [7]. Iman, N. (2008). Panduan Singkat dan Praktis Memulai Investasi. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- [8]. Kasmir dan Jakfar. (2013). Studi Kelayakan Bisnis. Jakarta : Kencana Prenada Media Group.
- [9]. Kurniawan, I. (2019). Analisis Keuntungan Investasi Emas dengan IHSG. Jurnal Manajemen Bisnis dan Kewirausahaan, 3(2), 16-23.
- [10]. Purnama, D. (2014). Emas : Antara Mata Uang dan Komoditas. Jurnal Ekonomi dan Hukum Islam, 4(1), 2088-6365.
- [11]. Rahmawati, D. (2013). Peramalan Permintaan Jamu Dengan Mengimplementasikan Metode *Average-Based Fuzzy Time Series*. Skripsi. Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang. <http://etheses.uin-malang.ac.id>
- [12]. Rukhansah, N., Muslim, M., dan Arifudin, R. (2016). Peramalan Harga Emas Menggunakan Fuzzy Time Series Markov Chain Model. Komputaki, 1(1).
- [13]. Sitohang, S., dan Siringo, A. M. (2018). Analisis Peramalan Harga Emas Dengan Metode *Automatic Clustering And Fuzzy Logic Relationship*. *Information System Development [ISD]*, 3, 104-115.
- [14]. Sujarwata. (2014). Buku Ajar System *Fuzzy* dan Aplikasinya. Semarang : Universitas Negeri Semarang.
- [15]. Surya, M. dan Fauziyah, A. (2016). Peluang Investasi Emas Jangka Panjang Melalui Produk Pembiayaan BSM Cicil Emas. Jurnal Pemikiran Islam, XVI (1), 57-73.
- [16]. Xihao, S. And Yimin, L. (2008). *Average-Based Fuzy Time Series* Models For Forecasting Shanghai Compound Index. *World Journal Of Modelling And Simulation*, 4(2), 104-111.
- [17]. Yani, A. (2017). Minat Masyarakat Terhadap Investasi Logam Mulia di Pegadaian Syariah Upc Semangka Kota Bengkulu. Skripsi. Fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam, Institut Agama Islam Negeri Bengkulu. <https://repository.iainbengkulu.ac.id>