

Prediksi Harga Emas Menggunakan Metode *Fuzzy Time Series*

Samrius Upa^{1*} Melki Garonga^{2*} Robin Pabutungan^{3*}

^{1*}Program Studi Teknik Informatika, Universitas Kristen Indonesia Toraja, Tana Toraja, Sulawesi Selatan
samrius@ukitoraja.ac.id ^{1*} melkigaronga@gmail.com ^{2*}robinpabutungan@gmail.com

Emas adalah instrument investasi yang populer dari masa ke masa karena harga emas secara terus menerus mengalami kenaikan sehingga sangat diperlukan kapan waktu untuk melakukan pembelian sehingga mengoptimalkan keuntungan dalam berinvestasi. *Fuzzy time series* adalah metode data mining yang dipilih untuk digunakan dalam meramalkan harga emas di masa yang akan datang karena metode ini memiliki nilai galat yang cenderung rendah. Tujuan dalam penelitian ini yaitu untuk mengetahui harga emas dimasa yang akan datang dengan menggunakan teknik *data mining* yaitu metode *fuzzy time series* dan juga menggunakan bantuan aplikasi *microsoft excel*. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data harga emas dari bulan Juli 2012 sampai dengan Februari 2023. Hasil dari penelitian yang diperoleh untuk bulan Maret 2023 untuk harga terakhir atau penutupan adalah sebesar 1.873,79 USD dengan nilai MAPE sebesar 3,20%, nilai MAE sebesar 56,03 USD dan nilai RMSE sebesar 64,13 USD. Sedangkan harga pembukaan diperoleh sebesar 1.809,60 USD dengan nilai MAPE sebesar 1,35%, nilai MAE sebesar 24,07 USD dan nilai RMSE sebesar 24,24 USD. Hasil dari nilai tersebut menunjukkan bahwa metode *fuzzy time series* sangat baik digunakan dalam proses peramalan harga emas.

Kata Kunci : *Data Mining, Emas, Fuzzy Time Series, Investasi, Prediksi*

Gold Price Prediction Using Fuzzy Time Series Method

Abstract

Gold is a popular investment instrument from time to time because the price of gold continues to increase so it is very necessary to make a purchase at a time so as to optimize profits in investing. Fuzzy time series is the data mining method chosen to be used in predicting future gold prices because this method has an error value that tends to be low. The aim of this research is to find out the price of gold in the future using data mining techniques, namely the fuzzy time series method and also using the help of the Microsoft Excel application. The data used in this research is gold price data from July 2012 to February 2023. The results of the research obtained for March 2023 for the last or closing price were 1,873.79 USD with a MAPE value of 3.20%, an MAE value of 56.03 USD and an RMSE value of 64.13 USD. Meanwhile, the opening price was obtained at 1,809.60 USD with a MAPE value of 1.35%, an MAE value of 24.07 USD and an RMSE value of 24.24 USD. The results of these values show that the fuzzy time series method is very good for use in the gold price forecasting process.

Keywords: *Data Mining, Gold, Fuzzy Time Series, Investment, Prediction*

I. PENDAHULUAN

Emas adalah logam mulia yang bersifat lunak dan mudah ditempa yang biasanya menjadi bahan perhiasan atau harta benda berharga. Selain itu, emas adalah instrument investasi yang populer dan terpercaya dari masa ke masa. Sebagai harta benda berharga, aset ini juga menjadi instrument investasi yang dapat dilindungi nilai kekayaannya karena nilainya cenderung lebih tinggi dari jenis logam mulia lainnya seperti platinum dan pladium. Saat ini emas sering digunakan sebagai alat tukar dalam dunia perdagangan bahkan emas digunakan sebagai standarisasi keuangan di berbagai negara. Ditengah kondisi ekonomi yang sering bergejolak logam mulia atau emas batangan dapat dijadikan salah satu produk investasi [1].

Pada investasi saat ini, masyarakat lebih memilih investasi emas karena emas merupakan sebuah investasi yang menjanjikan dimana harga emas akhir-akhir ini terus mengalami kenaikan. Terlebih khusus kepada para pedagang yang bergerak dibidang emas, penentuan waktu pembelian dan harga penjualan sangat diperlukan untuk mendapatkan keuntungan, para pedagang berharap untuk mendapatkan harga yang rendah saat pembelian dan harga yang mahal saat penjualan. Namun para pedagang tidak bisa menentukan harga emas di masa yang akan datang karena harga emas ini dipengaruhi oleh beberapa faktor secara global [2].

Prediksi adalah proses dalam memperkirakan secara sistematis tentang sesuatu yang paling mungkin terjadi dimasa depan berdasarkan informasi dari masa lalu dan sekarang yang dimiliki, agar kesalahan dapat diminimalisir.

Prediksi dapat berdasarkan metode ilmiah atau subjektif belaka, salah satu contoh dari prediksi secara ilmiah adalah prediksi cuaca yang selalu menggunakan data serta informasi terbaru yang diambil berdasarkan pengamatan termasuk pengamatan oleh satelit. Contoh dari prediksi secara subjektif yaitu prediksi skor kemenangan pada pertandingan sepak bola

dengan menggunakan sudut pandang tersendiri. Prediksi yang dilakukan secara ilmiah merupakan proses keilmuan dengan tujuan untuk mendapatkan pengetahuan secara sistematis sesuai dengan bukti fisik. Ilmuan melakukan pengamatan dan juga membentuk hipotesis dalam usahanya untuk menjelaskan fenomena yang terjadi [3].

Metode *fuzzy time series* adalah sebuah metode yang mengambil pola dari data masa lalu untuk digunakan dalam mencari data yang akan datang. Proses dari *fuzzy time series* tidak membutuhkan suatu sistem yang rumit dalam proses pembelajarannya sehingga mudah dalam pengembangan [4].

Sehubungan dengan masalah tersebut, pada penelitian ini diharapkan dapat membantu masyarakat dan para pedagang emas untuk mengetahui pergerakan harga emas di masa yang akan datang dengan menggunakan salah satu teknik data mining yaitu *fuzzy time series*. Sehingga dapat mengoptimalkan keuntungan serta meminimal kerugian dalam investasi atau perdagangan.

A. Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang diatas maka dilakukan sebuah penelitian dengan rumusan masalah bagaimana model Algoritma *fuzzy time series* dalam memprediksi harga emas berdasarkan *history* harga emas dimasa lalu.

B. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang dijabarkan maka tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui harga emas dimasa yang akan datang dengan menggunakan teknik *data mining* yaitu metode *fuzzy time series*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1). Data

Menurut Wahyudi, data merupakan informasi yang berisi angka, huruf bahkan gambar ataupun simbol apa saja yang dapat dimasukkan (*input*) kedalam komputer dan dikeluarkan (*output*) dari komputer [9].

Menurut Whitten *et al.* data merupakan fakta mentah mengenai kebenaran orang, tempat, kejadian dan hal-hal penting lainnya sehingga terbentuk informasi lainnya dari kombinasi data yang ada [10].

Dari defenisi yang dikemukakan para ahli maka dapat disimpulkan bahwa data adalah informasi yang berisi suatu hal penting baik dalam bentuk angka, gambar, huruf maupun simbol yang bisa diproses lebih lanjut sehingga menghasilkan informasi.

2). Data Mining

Menurut Pramudiono, data mining merupakan serangkaian proses untuk menggali nilai tambah dari suatu kumpulan data berupa pengetahuan yang selama ini tidak diketahui secara manual [15].

Menurut Santoso, data mining merupakan metode pengolahan data berskala besar untuk menemukan pola yang tersembunyi dari data tersebut [16].

Berdasarkan pengertian data mining yang telah dikemukakan para ahli diatas, maka dapat disimpulkan bahwa data mining merupakan sebuah rangkaian proses yang digunakan untuk mencari nilai tambah dari sekumpulan data berskala besar berupa pengetahuan dalam suatu data yang besar melalui proses perhitungan statistika, matematika, maupun menggunakan teknologi AI (*Artificial Intelligence*).

3). Prediksi

Prediksi merupakan suatu kegiatan untuk memperkirakan apa yang akan terjadi di masa mendatang dengan melihat informasi masa lalu dan informasi yang sekarang dimiliki. Prediksi tidak harus memberikan informasi pasti sesuai yang akan terjadi di masa mendatang tetapi prediksi dilakukan untuk mencari jawaban sedekat mungkin tentang apa yang akan terjadi [18]. Prediksi mempunyai kesamaan dengan

klasifikasi, tetapi di dalam prediksi ini berfokus untuk mencari nilai baru di masa yang akan datang dengan mengamati nilai-nilai di masa lalu [19]. Seperti prediksi saham dan harga *crypto currency* karena mempunyai data atau nilai yang selalu berubah tiap harinya (*times series*) sehingga perlu diprediksi untuk nilai yang akan muncul di masa depan. Perhitungan prediksi dapat dilakukan dengan menggunakan metode regresi linear tunggal dan regresi linear ganda [20].

Defenisi prediksi sama dengan peramalan. Menurut kamus besar bahasa Indonesia, prediksi merupakan ramalan atau prakiraan tentang apa yang akan terjadi di masa depan dan merupakan input bagi proses perencanaan dan pengambilan keputusan.

4). Algoritma *Fuzzy Time Series*

Fuzzy time series merupakan sebuah algoritma yang dasar penghitungannya menggunakan konsep *fuzzy set*. Sistem kerja pada metode ini adalah menangkap sebuah pola dari data yang diambil dari masa lalu dan digunakan untuk memproyeksikan data untuk masa depan [5]. Proses pembelajaran dari *fuzzy time series* tidak memerlukan pembelajaran dari sistem yang rumit.

5). Data *Time Series*

Data *times series* merupakan data yang terakumulasi dan berjalan sangat cepat dalam format dan basis data yang berbeda antara lain data penjualan, data pembelian, data peramalan. Data *times series* adalah data yang selalu berubah secara berkala, baik per jam maupun perharinya [22]. Prediksi pada *times series* ini digunakan untuk memprediksi nilai di masa depan dengan pengamatan sesuai dengan urutan waktu data yang ada [23].

6). Emas

Emas merupakan salah satu logam mulia yang berwarna kuning dan dapat ditempa atau dibentuk yang menghasilkan nilai tinggi. Emas juga dapat dijadikan investasi yang menguntungkan karena emas mempunyai tingkat resiko yang rendah. Emas terbagi dua macam

yaitu emas untuk perhiasan dan emas untuk keperluan investasi. Investasi emas merupakan saham atau tanda kepemilikan seseorang dalam jangka waktu.

B. Penelitian Terkait

Pada penelitian ini, penulis mengacuh pada penelitian lain sebagai referensi dalam meneliti. Penelitian yang sejenis dilakukan oleh Nida Hafiyya *et al.* dengan judul “Implementasi Metode *Fuzzy Time Series* Pada Peramalan Harga Emas di Indonesia” [5]. Penelitian tersebut melakukan prediksi dengan teknologi data mining dalam memprediksi harga emas dengan penentuan interval waktu. Hasil dari prediksi tersebut menunjukkan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 0,60515%.

Penelitian berikutnya yang dilakukan oleh Darsono Nababan dan Eric Alexander dengan judul “Implementasi Metode *Fuzzy Time Series* Dengan Model Algoritma *Chen* Untuk Memprediksi Harga Emas” [6]. Penelitian tersebut menghasilkan nilai selisih antara data aktual dan data prediksi tidak lebih dari Rp 2.850.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Fauzan dengan judul “Analisis Harga Peramalan Emas Dunia Menggunakan *Fuzzy Time Series* Model *Chen*” [7]. Hasil penelitian menunjukkan metode yang diusulkan berhasil diimplementasikan untuk menyelesaikan kasus prediksi harga emas dunia dengan tingkat keakuratan peramalan MSE sebesar 2232,832927 dan MAPE sebesar 2,7284%.

Penelitian yang lain juga dilakukan oleh Darwin *et al.* dengan judul penelitian “Prediksi Harga Emas Menggunakan Metode *Fuzzy Time Series* Model Algoritma *Chen*” [8]. Penelitian tersebut menghasilkan nilai selisih antara data aktual dan data prediksi tidak lebih dari Rp 2.850.

Selanjutnya penelitian lain yang juga dilakukan oleh Dessy Kusuma Wardhani tentang “Implementasi Metode *Fuzzy Time Series* Untuk Prediksi Harga Emas”. Berdasarkan hasil

penelitian nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yang diperoleh adalah sebesar 0,443%. Sesuai dengan penjelasan penelitian yang telah dilakukan diatas, maka “Prediksi Harga Emas Menggunakan Metode *Fuzzy Time Series*” diharapkan mampu mengetahui pergerakan harga emas.

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2022 sampai dengan bulan Februari 2023 yang dilaksanakan melalui *website* <https://id.investing.com>.

B. Bahan dan Alat Penelitian

Adapun instrumentasi yang digunakan penulis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1). Alat Penelitian

A. Perangkat Keras (*Hardware*)

1. Satu buah laptop Hp dengan spesifikasi prosesor AMD A4-9125 *Dual Core* dan RAM 4 GB DDR4.

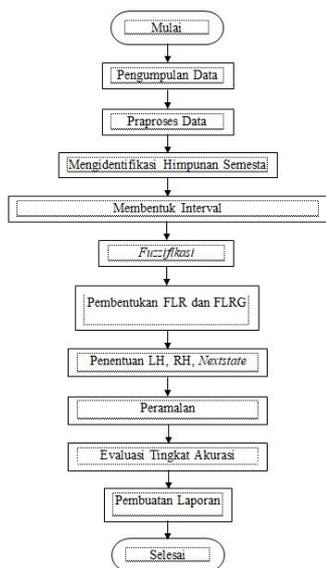
B. Perangkat Lunak (*Software*)

1. Sistem Operasi *Windows 10*
2. *Microsoft Excel*
3. *Browser Windows Internet Explorer*

2). Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang akan digunakan adalah *history* harga emas dalam kurun waktu 127 bulan (Juli 2012 – Februari 2023).

C. Tahapan Penelitian



Gambar 1. *Flowchart* Tahapan Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1). Pengumpulan Data

Data yang diperoleh pada penelitian ini adalah data yang berasal dari *website* <https://id.investing.com> dalam ekstensi *icrosoft excel*. Data tersebut terdiri dari harga terakhir dan harga pembukaan dalam kurun waktu 127 bulan dimulai dari bulan Juli tahun 2012 sampai dengan bulan Februari 2023 yaitu data historis harga emas.

Pada data historis harga emas dalam penelitian ini adalah data harga emas per *troy once* atau per 31,10 gram dalam mata uang *USD*. Data tersebut dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Data Historis Harga Emas

Historis Harga Emas		
Tanggal	Terakhir	Pembukaan
28/02/2023	1.836,70	1.823,90
27/02/2023	1.824,90	1.818,00
26/02/2023	1.818,45	1.817,90
24/02/2023	1.809,20	1.825,20
23/02/2023	1.818,80	1.823,60
:	:	:
06/07/2012	1.580,00	1.607,70
05/07/2012	1.610,50	1.614,00
04/07/2012	1.609,40	1.617,60
03/07/2012	1.622,90	1.609,60
02/07/2012	1.598,80	1.591,60

2). Preprocessing

Pada data awal dari setiap variabel masih dalam skala per hari sehingga pada *processing* data, variabel terakhir dan pembukaan diubah ke dalam skala per bulan. Perhitungan yang dilakukan untuk mendapatkan nilai rata-rata setiap bulan yaitu:

$$\bar{x} = \frac{\text{jumlah data per bulan}}{\text{banyak hari per bulan}} = \frac{40.687,10}{23} = 1.769,00 / \text{bulan}$$

Setelah tahap *processing* selesai, selanjutnya dibagi menjadi 2 bagian yaitu 120 bulan sebagai data training dan 7 bulan sebagai data testing. Data tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Preprocessing Data Historis Harga Emas

Rata-Rata /Bulan Historis Harga Emas		
Periode	Terakhir	Pembukaan
Aug-22	1.769,00	1.769,93
Jul-22	1.736,76	1.742,27
Jun-22	1.839,20	1.841,20
May-22	1.850,01	1.853,86
Apr-22	1.937,89	1.941,23
:	:	:
Nov-12	1.724,28	1.724,60
Oct-12	1.746,22	1.748,62
Sep-12	1.747,82	1.744,16
Aug-12	1.631,06	1.628,27
Jul-12	1.594,76	1.593,76

3). Pembentukan Himpunan Semesta

Perhitungan yang dilakukan untuk memperoleh nilai himpunan semesta (U) yaitu:

$$= [1.068,61-50, 1.971,76+100] = [1.018,61, 2.071,76]$$

Nilai dari D_{min} diperoleh dari nilai terkecil dari semua data pada variabel tersebut, nilai dari D_{max} diperoleh dari nilai terbesar dari semua data pada variabel tersebut, nilai D_1 dan D_2 adalah bilangan bulat yang ditentukan oleh peneliti, nilai D_{min1} adalah hasil dari D_{min} dikurang dengan D_1 dan nilai dari D_{max1} merupakan hasil dari D_{max} ditambah dengan D_2 .

Sehingga akan mendapatkan nilai himpunan semesta dari masing-masing variabel yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Himpunan Semesta Data Historis Harga Emas

Himpunan Semesta (U) Historis Harga Emas			
Terakhir		Pembukaan	
D min	1.068,61	D min	1.067,64
D max	1.971,76	D max	1.974,25

D1	50	D1	50
D2	100	D2	100
D min1	1.018,61	D min1	1.017,64
D max2	2.071,76	D max2	2.074,25
U	[1.018,61 , 2.071,76]	U	[1.017,64 , 2.074,25]

4). Penentuan Kelas Interval

Perhitungan yang dilakukan untuk memperoleh jumlah kelas interval yaitu:

$$n = 1 + 3,322 \log 122$$

$$n = 7,930887357502$$

Hasil dari perhitungan tersebut adalah sebesar 7,930887357502 sehingga peneliti membulatkan hasil nilai tersebut menjadi 8. Sehingga jumlah kelas interval yang peneliti gunakan yaitu sebanyak 8 interval kelas.

Selanjutnya setelah peneliti memperoleh banyaknya interval kelas pada masing-masing kelompok data, langkah berikutnya yaitu menentukan panjang kelas interval. Penentuan panjang kelas interval menggunakan persamaan 2.3 yaitu:

$$l = \frac{2.071,76 - 1.018,61}{8}$$

$$l = 131,64$$

Berikut adalah hasil dari jumlah kelas interval dan panjang kelas interval dari masing-masing variabel yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Interval Data Historis Harga Emas

Interval Historis Harga Emas			
Terakhir		Pembukaan	
D min	1.068,61	D min	1.067,64
D max	1.971,76	D max	1.974,25
D1	50	D1	50
D2	100	D2	100
D min1	1.018,61	D min1	1.017,64
D max2	2.071,76	D max2	2.074,25
U	[1.018,61 , 2.071,76]	U	[1.017,64 , 2.074,25]
Jumlah K.	8	Jumlah K.	8
Lebar K.	131,64	Lebar K.	132,08

5). Fuzzifikasi

Berikutnya pada tahapan ini akan menjelaskan hasil dari pembentukan *fuzzifikasi* sesuai dengan jarak interval yang diperoleh, nilai *linguistic* sesuai dengan jarak interval yang terbentuk. *Fuzzifikasi* data aktual dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Fuzzifikasi

Fuzzifikasi Data Historis Harga Emas				
Periode	Terakhir	Fuzzifikasi	Pembukaan	Fuzzifikasi

Jul-12	1.594,76	A5	1.593,76	A5
Aug-12	1.631,06	A5	1.628,27	A5
Sep-12	1.747,82	A6	1.744,16	A6
Oct-12	1.746,22	A6	1.748,62	A6
Nov-12	1.724,28	A6	1.724,60	A6
:	:	:	:	:
Apr-22	1.937,89	A7	1.941,23	A8
May-22	1.850,01	A7	1.853,86	A7
Jun-22	1.839,20	A7	1.841,20	A7
Jul-22	1.736,76	A6	1.742,27	A6
Aug-22	1.769,00	A6	1.769,93	A6

6). Penentuan FLR

Setelah itu peneliti mengidentifikasi hubungan terhadap hasil dari *fuzzifikasi* data *time series*, *fuzzy logical relationship* $A_i \rightarrow A_j$ sesuai dengan nilai A_i yang sudah ditentukan pada tahap sebelumnya, dimana A_i merupakan tahun n dan A_j merupakan tahun $n + 1$ pada data *time series* yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. FLR Data Historis Harga Emas

FLR Data Historis Harga Emas						
Periode	Terakhir	FZ	FLR	Pembukaan	FZ	FLR
Jul-12	1.594,76	A5	A5->A5	1.593,76	A5	A5->A5
Aug-12	1.631,06	A5	A6->A5	1.628,27	A5	A6->A5
Sep-12	1.747,82	A6	A6->A6	1.744,16	A6	A6->A6
Oct-12	1.746,22	A6	A6->A6	1.748,62	A6	A6->A6
Nov-12	1.724,28	A6	A6->A6	1.724,60	A6	A6->A6
:	:	:	:	:	:	:
Apr-22	1.937,89	A7	A7->A7	1.941,23	A8	A7->A8
May-22	1.850,01	A7	A7->A7	1.853,86	A7	A7->A7
Jun-22	1.839,20	A7	A6->A7	1.841,20	A7	A6->A7
Jul-22	1.736,76	A6	A6->A6	1.742,27	A6	A6->A6
Aug-22	1.769,00	A6	-	1.769,93	A6	-

7). Penentuan Batas Kiri dan Kanan

Tahap selanjutnya yaitu menentukan nilai batas kiri LH dan batas kanan RH dengan melihat hasil dari FLR.

A5 → A5, LH yaitu A5 dan RH yaitu A5

A6 → A5, LH yaitu A6 dan RH yaitu A5

A6 → A6, LH yaitu A6 dan RH yaitu A6

dan seterusnya.

Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. LH dan RH Historis Harga Emas

LH RH Data Historis Harga Emas								
Period e	Terakhi r	...	L H	R H	Pembukaa n	...	L H	R H

Jul-12	1.594,76	...	A5	A5	1.593,76	...	A5	A5
Aug-12	1.631,06	...	A6	A5	1.628,27	...	A6	A5
Sep-12	1.747,82	...	A6	A6	1.744,16	...	A6	A6
Oct-12	1.746,22	...	A6	A6	1.748,62	...	A6	A6
Nov-12	1.724,28	...	A6	A6	1.724,60	...	A6	A6
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Apr-22	1.937,89	...	A7	A7	1.941,23	...	A7	A8
May-22	1.850,01	...	A7	A7	1.853,86	...	A7	A7
Jun-22	1.839,20	...	A6	A7	1.841,20	...	A6	A7
Jul-22	1.736,76	...	A6	A6	1.742,27	...	A6	A6
Aug-22	1.769,00	...	-	-	1.769,93	...	-	-

G2	1.215,25	A2	A1,A2,A3,A8	1.413,37
G3	1.347,33	A3	A2,A3,A4	1.347,33
G4	1.479,41	A4	A3,A4,A5	1.479,41
G5	1.611,48	A5	A4,A5,A6	1.611,48
G6	1.743,56	A6	A5,A6,A7,A8	1.809,60
G7	1.875,63	A7	A6,A7,A8	1.875,63
G8	2.007,71	A8	A1,A5,A7	1.523,43

8). Penentuan Hasil Peramalan Grup

Menghitung hasil peramalan grup 1 sampai dengan grup 8 dengan cara:

$$y_1 = \frac{1.083,93 + 1.215,57}{2} = 1.149,75$$

$$y_2 = \frac{1.083,93 + 1.215,57 + 1.347,22}{3} = 1.215,7$$

$$y_3 = \frac{1.215,57 + 1.347,22 + 1.478,86}{3} = 1.347,22$$

⋮

$$y_8 = \frac{1.873,79}{1} = 1.873,79$$

Berikut adalah hasil lengkap disajikan pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 8. Peramalan Grup Terakhir Harga Emas

Terakhir				
FLR G	Nilai Tengah	Current State	Next State	Nilai Prediksi
G1	1.083,93	A1	A1,A2	1.149,75
G2	1.215,57	A2	A1,A2,A3	1.215,57
G3	1.347,22	A3	A2,A3,A4	1.347,22
G4	1.478,86	A4	A3,A4,A5	1.478,86
G5	1.610,50	A5	A4,A5,A6	1.610,50
G6	1.742,15	A6	A5,A6,A7	1.742,15
G7	1.873,79	A7	A6,A7,A8	1.873,79
G8	2.005,43	A8	A7	1.873,79

Tabel 9. Peramalan Grup Pembukaan Harga Emas

Pembukaan				
FLRG	Nilai Tengah	Current State	Next State	Nilai Prediksi
G1	1.083,18	A1	A1,A2	1.149,22

9). Substitusi Nilai Peramalan Grup

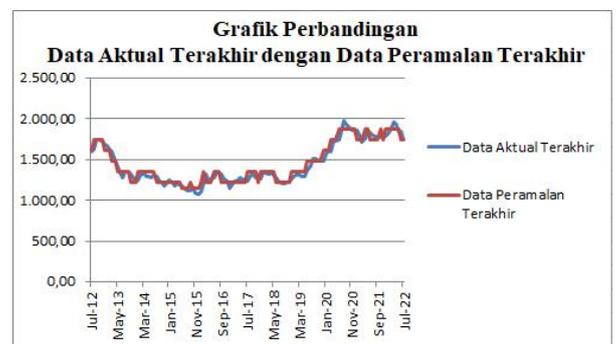
Hasil nilai prediksi pada masing-masing grup yang disubstitusikan dengan *midpoint*, diperoleh nilai peramalan akhir pada bulan Juli 2012 sampai dengan Juli 2022 yang dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Peramalan Harga Emas

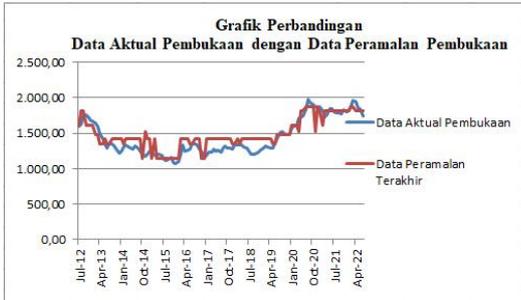
Peramalan Harga Emas				
Periode	Terakhir		Pembukaan	
	Data Aktual	Data Peramalan	Data Aktual	Data Peramalan
Jul-12	1.594,76	1.610,50	1.593,76	1.611,48
Aug-12	1.631,06	1.742,15	1.628,27	1.809,60
Sep-12	1.747,82	1.742,15	1.744,16	1.809,60
Oct-12	1.746,22	1.742,15	1.748,62	1.611,48
Nov-12	1.724,28	1.742,15	1.724,60	1.611,48
Mar-22	1.954,70	1.873,79	1.954,97	1.875,63
Apr-22	1.937,89	1.873,79	1.941,23	1.809,60
May-22	1.850,01	1.873,79	1.853,86	1.809,60
Jun-22	1.839,20	1.742,15	1.841,20	1.809,60
Jul-22	1.736,76	1.742,15	1.742,27	1.809,60

10). Hasil Prediksi dan Data Aktual Harga Emas

Dari hasil model peramalan periode Juli 2012 sampai dengan periode Juli 2022 diperoleh pola perbandingan antara data aktual dengan data peramalan. Berikut ini adalah pola perbandingan data aktual dengan data peramalan.



Gambar 2. Perbandingan Harga Terakhir Aktual dan Peramalan



Gambar 3. Perbandingan Harga Terakhir Aktual dan Peramalan

11). Hasil Testing Harga Emas

Pada Tabel 10 berikut, berdasarkan data aktual terakhir pada bulan Februari 2023 harga emas sebesar 1.852,54 *dollar* per *troy ounce* (31,10 gram) yang termasuk dalam grup G7 dengan nilai prediksi sebesar 1.873,79 maka dapat diprediksi harga emas terakhir untuk bulan berikutnya yaitu bulan Maret 2023 sebesar 1.873,79 *dollar* per *troy ounce* (31,10 gram).

Data aktual pembukaan pada bulan Februari 2023 harga emas sebesar 1.789,72 *dollar* per *troy ounce* (31,10 gram) yang termasuk dalam grup G6 dengan nilai prediksi sebesar 1.809,60 maka dapat diprediksi harga emas pembukaan untuk bulan berikutnya yaitu bulan Maret 2023 sebesar 1.809,60 *dollar* per *troy ounce* (31,10 gram).

Tabel 10. Data Testing Harga Emas

Data Testing Harga Emas				
Periode	Terakhir		Pembukaan	
	Data Aktual	Data Peramalan	Data Aktual	Data Peramalan
Aug-22	1.778,65	1.742,15	1.780,71	1.809,60
Sep-22	1.692,08	1.742,15	1.782,77	1.809,60
Oct-22	1.672,74	1.742,15	1.784,34	1.809,60
Nov-22	1.731,11	1.610,50	1.786,14	1.809,60
Dec-22	1.807,82	1.742,15	1.786,89	1.809,60
Jan-23	1.902,49	1.873,79	1.788,14	1.809,60
Feb-23	1.852,54	1.873,79	1.789,72	1.809,60
Mar-23	NA	1.873,79	NA	1.809,60

12). Nilai Kesalahan Prediksi

Berikut ini merupakan nilai dari tingkat kesalahan dalam peramalan yang telah dilakukan sebelumnya.

1. Mean Absolute Error

Perhitungan tingkat kesalahan MAE pada data harga emas dengan menggunakan persamaan 2.8 yaitu:

- a. Menghitung masing-masing nilai *absolute error* dari peramalan bulan pertama sampai dengan bulan terakhir

$$AE = |1.610,50 - 1.594,76|$$

$$AE = 15,74 \text{ USD}$$

- b. Menjumlahkan hasil nilai *absolute error* dari peramalan bulan pertama sampai dengan bulan terakhir kemudian dibagi dengan jumlah data yang ada.

$$MAE = \frac{5818,01}{121}$$

$$MAE = 48,08 \text{ I USD}$$

Jadi nilai *mean absolute error* dari data peramalan harga emas adalah sebesar 48,08 *USD*.

2. Mean Absolute Percentage Error

Perhitungan tingkat kesalahan MAPE pada data harga emas dengan menggunakan persamaan 2.9 yaitu:

- a. Menghitung masing-masing nilai *absolute error* dari peramalan bulan pertama sampai dengan bulan terakhir

$$AE = \frac{|1.610,50 - 1.594,76|}{1.594,76}$$

$$AE = 0,01 \text{ USD}$$

- b. Menjumlahkan hasil nilai *absolute error* dari peramalan bulan pertama sampai dengan bulan terakhir kemudian dibagi dengan jumlah data yang ada, selanjutnya dikali dengan 100.

$$MAPE = \frac{5818,01}{121} \times 100$$

$$MAPE = 3,40 \text{ USD}$$

Jadi nilai *mean absolute error percentage* dari data peramalan harga emas adalah sebesar 3,40 *USD*.

3. Root Mean Squared Error

Perhitungan tingkat kesalahan RMSE pada data harga emas dengan menggunakan persamaan 2.10 yaitu:

- a. Menghitung masing-masing nilai *squared error* dari peramalan bulan pertama sampai dengan bulan terakhir

$$SE = (1.610,50 - 1.594,76)^2$$

$$AE = (15,74)^2$$

$$AE = 247,73 \text{ USD}$$

- b. Menjumlahkan hasil nilai *squared error* dari peramalan bulan pertama sampai dengan bulan terakhir kemudian dibagi dengan jumlah data yang ada.

$$MSE = \frac{443712,14}{121}$$

$$MSE = 3667,04 \text{ USD}$$

- c. Hasil dari nilai *mean squared error* kemudian diakarkan menjadi :

$$RMSE = \sqrt{3667,04}$$

$$RMSE = 60,56 \text{ USD}$$

Jadi nilai *root mean squared error* dari data peramalan harga emas adalah sebesar 60,56 *USD*.

Selengkapnya hasil perhitungan dari MAE,MAPE dan RMSE dari semua data dapat dilihat pada Tabel 11 dan Tabel 12.

Tabel 11. Nilai Kesalahan Harga Terakhir Emas

Periode	Terakhir		Kesalahan		
	Data Aktual	Data Peramalan	MAE	MAPE	RMSE

Jul-12	1.594,76	1.610,50	15,74	0,01	247,73
Aug-12	1.631,06	1.742,15	111,09	0,07	12339,94
Sep-12	1.747,82	1.742,15	5,67	0,00	32,14
Oct-12	1.746,22	1.742,15	4,08	0,00	16,61
Nov-12	1.724,28	1.742,15	17,87	0,01	319,30
Dec-12	1.685,76	1.610,50	75,26	0,04	5663,58
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Feb-22	1.861,57	1.873,79	12,22	0,01	149,43
Mar-22	1.954,70	1.873,79	80,91	0,04	6546,57
Apr-22	1.937,89	1.873,79	64,10	0,03	4108,93
May-22	1.850,01	1.873,79	23,78	0,01	565,49
Jun-22	1.839,20	1.742,15	97,05	0,05	9419,45
Jul-22	1.736,76	1.742,15	5,39	0,00	29,04
Hasil Nilai Kesalahan			48,08 USD	3,40%	60,56 USD

Tabel 12. Nilai Kesalahan Harga Pembukaan Emas

Periode	Pembukaan		Kesalahan		
	Data Aktual	Data Peramalan	MAE	MAPE	RMSE
Jul-12	1.593,76	1.611,48	17,72	0,01	313,95
Aug-12	1.628,27	1.809,60	181,33	0,11	32880,83
Sep-12	1.744,16	1.809,60	65,44	0,04	4281,86
Oct-12	1.748,62	1.611,48	137,14	0,08	18806,07
Nov-12	1.724,60	1.611,48	113,12	0,07	12795,64
Dec-12	1.688,09	1.611,48	76,60	0,05	5867,99
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Feb-22	1.855,86	1.875,63	19,77	0,01	391,01
Mar-22	1.954,97	1.875,63	79,34	0,04	6294,84
Apr-22	1.941,23	1.809,60	131,63	0,07	17326,21
May-22	1.853,86	1.809,60	44,26	0,02	1959,23
Jun-22	1.841,20	1.809,60	31,60	0,02	998,82
Jul-22	1.742,27	1.809,60	67,33	0,04	4533,23
Hasil Nilai Kesalahan			93,87 USD	6,94 %	117,06 USD

Tabel 13. Nilai Kesalahan Data Testing

Periode	Pembukaan		Kesalahan		
	Data Aktual	Data Peramalan	MAE	MAPE	RMSE
Aug-22	1.780,71	1.809,60	28,88	0,02	834,22
Sep-22	1.782,77	1.809,60	26,83	0,02	719,73
Oct-22	1.784,34	1.809,60	25,26	0,01	637,96
Nov-22	1.786,14	1.809,60	23,46	0,01	550,42
Dec-22	1.786,89	1.809,60	22,71	0,01	515,58
Jan-23	1.788,14	1.809,60	21,46	0,01	460,41

Feb-23	1.789,72	1.809,60	19,88	0,01	395,15
Mar-23	NA	1.809,60			
Hasil Nilai Kesalahan			24,07 USD	1,35%	24,24 USD

B. Pembahasan

Pada penelitian ini, peneliti melakukan peramalan yang dilakukan dengan menggunakan algoritma *fuzzy time series* dengan melihat data histori harga emas. Sebelum masuk dalam tahap perhitungan algoritma, terlebih dahulu dilakukan tahap *preprocessing* untuk mendapatkan nilai rata-rata dari setiap bulannya kemudian data dibagi menjadi 2 yaitu data *testing* dan data. Selanjutnya data *training* dihitung menggunakan algoritma *fuzzy time series* sehingga menghasilkan grup masing-masing sesuai dengan rentan nilai prediksinya. Setelah itu nilai tersebut digunakan untuk memprediksi nilai peramalan pada data *testing* untuk bulan berikutnya dengan melihat nilai aktual pada bulan sebelumnya sehingga menghasilkan nilai prediksi untuk bulan berikut.

Pada data *training* dan data *testing* peneliti menggunakan *mean absolute error*, *mean absolute percentage error*, dan *root mean squared error* untuk menghitung nilai kesalahan dari masing-masing data sehingga menghasilkan nilai MAE pada data *training* harga emas terakhir sebesar 48,08 USD, kemudian nilai MAPE sebesar 3,40%, RMSE sebesar 60,56 USD dan pembukaan MAE sebesar 93,87 USD, MAPE sebesar 6,94%, RMSE sebesar 117,06 USD.

Nilai kesalahan dari data *testing* menghasilkan nilai MAE pada data *testing* harga emas terakhir sebesar 56,03 USD, MAPE sebesar 3,20%, RMSE sebesar 64,13 USD dan pembukaan MAE sebesar 24,07 USD, MAPE sebesar 1,35%, RMSE sebesar 24,24 USD.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Sesuai pembahasan yang telah dilakukan dengan menggunakan algoritma *fuzzy time series* melalui aplikasi *microsoft excel* sehingga menarik kesimpulan bahwa harga emas tertinggi pada harga penutupan terjadi pada bulan September 2020 sebesar 1.926,89 USD dan harga terendah penutupan terjadi pada bulan November 2015 sebesar 1.082,78 USD. Kemudian harga emas tertinggi pada harga pembukaan terjadi pada bulan September 2020 sebesar 1.929,96 USD dan harga terendah terjadi pada bulan November 2015 sebesar 1.089,03 USD.

Selanjutnya perhitungan akurasi menggunakan *mean absolute error*, *mean absolute percentage error* dan *root mean squared error* menarik kesimpulan, bahwa perhitungan kesalahan menggunakan *mean absolute error* dan *root mean squared error* menghasilkan nilai kesalahan yang rendah ketika digunakan pada data yang nilainya dalam kategori satuan sampai dengan ratusan dan *mean absolute percentage error* menghasilkan nilai kesalahan

yang rendah ketika digunakan pada data yang nilainya dalam kategori ratusan sampai dengan ribuan keatas.

B. Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut, berikut adalah saran yang dapat disampaikan peneliti yaitu:

1. Pada penelitian berikutnya dapat dikembangkan dengan menggunakan metode yang sama akan tetapi dataset yang lebih banyak sehingga dapat menghasilkan peramalan yang lebih akurat.
2. Data mining dengan algoritma *fuzzy time series* mempunyai tahapan yang saling berkesinambungan sehingga diharapkan pada peneliti berikutnya agar lebih teliti dalam tahap pengolahan data.

REFERENSI

- [1] Y. Mahena, M. Rusli, and E. Winarso, "Prediksi Harga Emas Dunia Sebagai Pendukung Keputusan Investasi Saham Emas Menggunakan Teknik Data Mining," *Kalbiscientia J. Sains dan Teknol.*, vol. 2, no. 1, pp. 36–51, 2015, [Online]. Available: <http://files/511/Mahena et al. - 2015 - Prediksi Harga Emas Dunia Sebagai Pendukung Keputu.pdf>.
- [2] N. Nafi'iyah, "Perbandingan Regresi Linear , Backpropagation Dan Fuzzy Mamdani Dalam Prediksi Harga Emas," *Semin. Nas. Inov. dan Apl. Teknol. di Ind.*, pp. 291–296, 2016.
- [3] A. Suwandi, "Prediksi Harga Emas Menggunakan Metode Single Moving Average," *JITEKH (Jurnal Ilm. Teknol. Harapan)*, vol. 8, no. 1, pp. 1–5, 2020, [Online]. Available: <https://www.jurnal.harapan.ac.id/index.php/Jitekh/article/view/194>.
- [4] D. Kusuma, "Implementasi Metode Multi Factors High Order *Fuzzy Time Series* Model Untuk Prediksi Harga Emas". 2015.
- [5] N. Hafiyya, F. Virgantari, M. Widyastiti, " *Implementasi Metode Fuzzy Time Series Pada Peramalan Emas di Indonesia,*" *J. Ilmiah Matematika*, vol. 2, no. 2, pp. 94-103, 2022.
- [6] D. Nababan and E. Alexander, "Implementasi Metode Fuzzy Time Series Dengan Model Algoritma Chen Untuk Memprediksi Harga Emas," *J. Tek. Inform.*, vol. 13, no. 1, pp. 71–78, 2020, doi: 10.15408/jti.v13i1.15516.
- [7] M. Fauzan, "Analisis Peramalan Harga Emas Dunia Menggunakan Fuzzy Time Series Model Cheng.Pdf," 2020.
- [8] D. P. Sugumonrong and A. Handinata, "Prediksi Harga Emas Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Model Algoritma Chen," *J. Informatics*, vol. 1, no. 1, pp. 48–54, 2019.
- [9] M. M. K. Neighbor, "Penerapan data mining untuk prediksi penjualan produk elektronik terlaris menggunakan metode k-nearest neighbor," 2018.
- [10] J. Ardhyanti, M. Nugraha, Y. Kusumawati, S. Informasi, F. I. Komputer, and U. D. Nuswantoro, "Data Mining Dengan Metode Clustering Untuk Pengolahan Informasi Persediaan Obat Pada Puskesmas Pandanaran Semarang," *UDiNus Repos.*, vol. 1, no. 1, p. 1, 2014, [Online]. Available: <http://eprints.dinus.ac.id/13153/>.
- [11] Nasri, "Kecerdasan buatan (Artificial Intelligence)," *Artif. Intell.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–10, 2014.
- [12] S. Mubaroq and I. M. Insiroh, "Teknologi Kecerdasan Buatan , Big Data Analysis , Dan Internet of Things : Potensi Dan Perannya Dalam Penanganan Covid-19 Di Indonesia (Artificial Intelligence Technology , Big Data Analysis , and Internet of Things : the Potential and the Role To Fight," *J. Kependud. Indones.*, vol. Khusus, pp. 109–114, 2020.
- [13] A. Ahmad Hania, "Mengenal Artificial Intelligence, Machine Learning, & Deep Learning," *J. Teknol. Indones.*, vol. 1, no. June, pp. 1–6, 2017, [Online]. Available: <https://am-it.com/mengenal-perbedaan-artificial-intelligence-machine-learning-deep-learning/>.
- [14] C. W. Arciniegas Paspuel, O. G., Álvarez Hernández, S. R., Castro Morales, L. G., & Maldonado Gudiño, "Prediksi Harga Mobil Bekas Dengan Machine Learning" vol. 6, no. 5, p. 6, 2021.
- [15] R. S. Nugroho and K. Wijana, "Program Bantu Prediksi Penjualan Barang Menggunakan Metode KNN Studi Kasus: U.D. Anang," *J. EKSIS*, vol. 08, pp. 83–93, 2015.
- [16] Y. Efendi and W. Agustin, "Bab 2 Tinjauan Pustaka Dan Dasar Teori 2.1. IOT (Internet Of Things)," no. 1981, pp. 5–20, 2018.
- [17] M. S. Mustafa and I. W. Simpen, "Implementasi Algoritma K-Nearest Neighbor (KNN) Untuk Memprediksi Pasien Terkena Penyakit Diabetes Pada Puskesmas Manyampa Kabupaten Bulukumba," *Semin. Ilm. Sist. Inf. Dan Teknol. Inf.*, vol. VIII, no. 1, pp. 1–10, 2019.
- [18] P. Penjualan, F. Pada, and C. V Octo, "Implementasi Metode K-Nearest Neighbor Untuk," 2016.
- [19] LIU, "Prediksi Harga Cabai Rawit Di Yogyakarta" pp. 151–156, 2020.
- [20] A. A. Suryanto, "Penerapan Metode Mean Absolute Error (Mea) Dalam Algoritma Regresi Linear Untuk Prediksi Produksi Padi," *Saintekbu*, vol. 11, no. 1, pp. 78–83, 2019, doi: 10.32764/saintekbu.v11i1.298.
- [21] V. F. Dr. Vladimir, "No Title No Title No Title," *Gastron. ecuatoriana y Tur. local.*, vol. 1, no. 69, pp. 5–24, 1967.
- [22] M. Nanja and P. Purwanto, "Metode K-Nearest Neighbor Berbasis Forward Selection Untuk Prediksi Harga Komoditi Lada," *Pseudocode*, vol. 2, no. 1, pp. 53–64, 2015, doi: 10.33369/pseudocode.2.1.53-64.

- [23] J. A. Yani, K. Banjarbaru, and K. Selatan, "Metode Timeseries K-Nearest Neighbor," vol. 2, 2019.
- [24] Ahmad Amiruddin Anwary, "Prediksi Kurs Rupiah Terhadap Dollar Amerika Menggunakan Fuzzy Time Series," *Univ. Diponegoro Semarang*, p. 17, 2011.
- [25] Ashari, "Penerapan Metode Times Series Dalam Simulasi Forecasting Perkembangan Akademik Mahasiswa," *Stmikakba*, vol. 2, no. 1, pp. 9–16, 2012.
- [26] M. B. S. Junianto, "Fuzzy Inference System Mamdani dan the Mean Absolute Percentage Error (MAPE) untuk Prediksi Permintaan Dompot Pulsa pada XL Axiata Depok," *J. Inform. Univ. Pamulang*, vol. 2, no. 2, p. 97, 2017, doi: 10.32493/informatika.v2i2.1511.
- [27] I. Nabillah and I. Ranggadara, "Mean Absolute Percentage Error untuk Evaluasi Hasil Prediksi Komoditas Laut," *JOINS (Journal Inf. Syst.*, vol. 5, no. 2, pp. 250–255, 2020, doi: 10.33633/joins.v5i2.3900.
- [28] Petrus Katemba and R. Koro, "Menggunakan Regresi Linear," *J. Ilm. Flash*, no. 3, pp. 42–51, 2015.
- [29] H. Fatah and A. Subekti, "Prediksi Harga Cryptocurrency Dengan Metode K-Nearest Neighbours," *J. Pilar Nusa Mandiri*, vol. 14, no. 2, p. 137, 2018, doi: 10.33480/pilar.v14i2.894.