

Model Random Coefficient Autoregressive Orde Pertama dan Penerapannya

Philip Trisa Parera, Suwanda*

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

ARTICLE INFO

Article history :

Received : 14/10/2023
Revised : 14/12/2023
Published : 25/12/2023



Creative Commons Attribution-
NonCommercial-ShareAlike 4.0
International License.

Volume : 3
No. : 2
Halaman : 155 - 162
Terbitan : **Desember 2023**

ABSTRAK

Data yang digunakan untuk melakukan peramalan menggunakan model RCA(1) harus memiliki pola yang stasioner atau berada disekitar rata-rata. Namun, sebagian besar data ekonomi memiliki sifat volatilitas yang artinya menggambarkan perubahan besar baik kenaikan atau penurunan pada objek yang diukur dalam periode waktu tertentu seperti pada data harga emas, harga saham dan lain sebagainya. Pada kondisi data yang bersifat volatilitas, model RCA(1) dapat bekerja sangat baik dalam peramalan karena perubahan besar nilai variabel menyebabkan ukuran varians pada variabel bergerak secara acak dari waktu ke

waktu. Tujuan penelitian ini yaitu melihat hasil peramalan dan tingkat akurasi dalam meramalkan harga emas harian tahun 2023 berdasarkan model RCA(1). Dalam hasil analisis, nilai estimasi parameter pada model RCA(1) bersifat BLUE (Best Linear Unbiased Estimator) karena semua asumsi pada metode Ordinary Least Square (OLS) terpenuhi. Selain itu, terbukti pula bahwa data yang bervolatilitas menyebabkan nilai estimasi varians dari koefisien menjauhi nilai nol. Kemudian, nilai peramalan menggunakan model RCA(1) memiliki nilai tingkat akurasi yang tinggi yaitu sebesar 3.86% yang dihitung melalui Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Artinya, model RCA(1) bekerja sangat baik untuk peramalan data deret waktu singkat dan bervolatilitas. Dan terlihat untuk peramalan 1 hari kedepan yaitu pada tanggal 17 Mei 2023 sebesar 1994.71 USD/Ons dimana harga emas mengalami penurunan dari hari sebelumnya.

Kata Kunci : Deret Waktu; Random Coefficient Autoregressive; Peramalan.

ABSTRACT

The data used for forecasting using the RCA (1) model must have a stationary pattern or be around the average. However, most economic data has volatility properties, which means that it describes large changes in either the increase or decrease in the object measured in a certain period of time such as in data on gold prices, stock prices and so on. In conditions of volatility data, the RCA(1) model can work very well in forecasting because large changes in the value of the variable cause the size of the variance in the variable to move randomly over time. The purpose of this research is to see the forecasting results and the level of accuracy in forecasting the daily gold price in 2023 based on the RCA(1) model. In the analysis results, the parameter estimation value in the RCA(1) model is BLUE (Best Linear Unbiased Estimator) because all assumptions in the Ordinary Least Square (OLS) method are met. In addition, it is also evident that the volatility of the data causes the estimated value of the variance of the coefficient to move away from zero. Then, the forecasting value using the RCA(1) model has a high accuracy rate of 3.86% which is calculated through the Mean Absolute Percentage Error (MAPE). This means that the RCA(1) model works very well for forecasting short and volatile time series data. And it can be seen for the forecast of 1 day ahead that is on May 17, 2023 at \$1994,71/Ons where the price of gold has fallen from the day before.

Keywords : Time Series; Random Coefficient Autoregressive; Forecasting.

@ 2023 Jurnal Riset Statistika Unisba Press. All rights reserved.

A. Pendahuluan

Data *time series* atau deret waktu merupakan realisasi dari suatu variabel acak yang diteliti dari periode tertentu [1]. Data deret waktu didapatkan dari pencatatan nilai suatu variabel dalam interval waktu yang bersifat tetap seperti tahunan, bulanan, harian bahkan per jam hingga per menit tergantung jenis data [2].

Emas merupakan alternatif sebagai usaha dalam meningkatkan perekonomian di beberapa cakupan baik individu, daerah hingga negara. Selain itu, emas merupakan media perdagangan yang sangat diminati karena investasi yang dilakukan melalui emas memiliki tingkat resiko kerugian yang lebih kecil dibandingkan saham. Bahkan saat ini, *Bareksa.com* menyebutkan bahwa harga emas di pasar dunia khususnya *spot* semakin naik dari waktu ke waktu per ons. Pengaplikasian dalam penelitian untuk kebutuhan informasi mengenai pergerakan ataupun prediksi pada bidang ekonomi, data harga emas seringkali digunakan karena minat masyarakat untuk melakukan jual beli emas jauh lebih tinggi dibandingkan saham.

Perkembangan dalam bidang ekonomi khususnya pada aspek investasi, semakin banyak diminati sehingga semakin berkembang pula ilmu ekonomi yang mampu membaca pergerakan data ekonomi bahkan memprediksikannya. Umumnya data deret waktu pada aspek ekonomi keuangan seperti harga saham, emas, nilai tukar uang dan lain sebagainya, memiliki pola volatilitas yang artinya tidak stabil dalam pola kenaikan dan penurunan harga bahkan terkadang dapat bergerak secara drastis dalam satu waktu [3]. Model *Random Coefficient Autoregressive* orde pertama atau RCA(1) merupakan model variasi dari AR(1) yang dapat digunakan untuk memprediksikan nilai variabel berdasarkan data deret waktu univariat (satu variabel). Bahkan, RCA(1) merupakan model deret waktu yang dapat bekerja sangat baik untuk meramalkan data deret waktu singkat dan memiliki sifat volatilitas seperti pada data keuangan [4]. Yang dimaksudkan dengan data deret waktu singkat yaitu suatu nilai variabel yang diukur dalam kurun waktu yang singkat seperti pada harga emas atau harga saham yang mampu diukur per hari, per jam bahkan per menit. Hal tersebut yang menyebabkan data bergerak secara acak dari waktu ke waktu. Salah satu besaran yang mampu mengukur sifat data tersebut adalah varians. Sisaan dari model RCA(1) merupakan persamaan regresi yang memiliki komponen varians dari koefisien acak yang dapat menangani pergerakan acak nilai variabel dari waktu ke waktu [4].

Nicholl menginformasikan mengenai model RCA(1) yang meliputi sifat, stabilitas, metode estimasi parameter model, dan pembuktian kekonsistenan dari metode estimasi parameter yang digunakan [5]. Estimasi parameter yang digunakan oleh Nicholl dalam jurnalnya adalah *Ordinary Least Square* (OLS). Selain itu, hal tersebut pula dibuktikan oleh Araveeporn menggunakan OLS dalam mengestimasi parameter model RCA(1) untuk dilakukan peramalan pada data harga emas Thailand harian [6]. kemudian didapatkan bahwa model RCA(1) yang diestimasi menggunakan metode OLS dapat menghasilkan nilai akurasi yang tinggi.

Namun dalam penelitian ini, untuk memperlihatkan bahwa model RCA(1) bekerja dengan baik dalam meramalkan data deret waktu singkat dan bervolatilitas yaitu melalui perhitungan akurasi menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Sebab, MAPE memiliki beberapa kriteria tingkat keakuratan dalam peramalan berdasarkan persentase dari kesalahan peramalan.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka tujuan dalam penelitian ini yaitu mengetahui hasil peramalan dan menunjukkan hasil akurasi peramalan menggunakan model *Random Coefficient Autoregressive* orde pertama pada harga emas harian pada tahun 2023.

B. Metode Penelitian

Peneliti menggunakan metode analisis peramalan dengan menggunakan model *Random Coefficient Autoregressive* (RCA), dimana model RCA(p) secara umum dapat dituliskan dalam bentuk persamaan seperti berikut [6].

$$X_t = \alpha + \sum_{i=1}^p (\mu_\beta + \sigma_\beta)_{ii} x_{t-i} + \varepsilon_t$$

Dimana $i = 1, 2, \dots, p$ merupakan orde, $t = 1, 2, \dots, n$ merupakan data deret waktu, α adalah konstanta model RCA(p), X_t adalah variabel saat waktu ke t, ε_t adalah sisaan yang merupakan variabel acak saling bebas dan berdistribusi identik (BSI) dengan $E(\varepsilon_t) = 0$ dan $Var(\varepsilon_t) = \sigma_\varepsilon^2$, μ_β dan σ_β^2 adalah koefisien acak yang merupakan variabel acak saling bebas dan berdistribusi identik (BSI) dengan rata-rata dan varians.

Sehingga, model RCA orde pertama atau RCA(1) dapat dituliskan seperti berikut.

$$X_t = \alpha + \mu_\beta X_{t-1} + u_t$$

dimana $u_t = \sigma_\beta X_{t-1} + \varepsilon_t$, u_t bersifat *white noise*, $u_t \sim N(0, \sigma_u^2)$ dengan $\sigma_u^2 = \sigma_\varepsilon^2 + \sigma_\beta^2 X_{t-1}^2$

Metode estimasi parameter yang digunakan yaitu *Ordinary Least Square* (OLS) dengan cara meminimumkan persamaan sisaan, dimana persamaan estimasi $\hat{\alpha}$ dan $\hat{\mu}_\beta$ yaitu seperti berikut.

$$\alpha = \frac{\sum_{t=2}^n X_{t-1}^2 \sum_{t=2}^n X_t - \sum_{t=2}^n X_t X_{t-1} \sum_{t=2}^n X_{t-1}}{n \sum_{t=2}^n X_{t-1}^2 - \left(\sum_{t=2}^n X_{t-1} \right)^2} ; \mu_\beta = \frac{n \sum_{t=2}^n X_t X_{t-1} - \sum_{t=2}^n X_t \sum_{t=2}^n X_{t-1}}{n \sum_{t=2}^n X_{t-1}^2 - \left(\sum_{t=2}^n X_{t-1} \right)^2}$$

Sedangkan, untuk nilai dari $\hat{\sigma}_\beta^2$ dapat diperoleh dari persamaan regresi yang diwakili oleh σ_u^2 . Dengan menggunakan metode OLS, maka persamaannya dapat dituliskan seperti berikut.

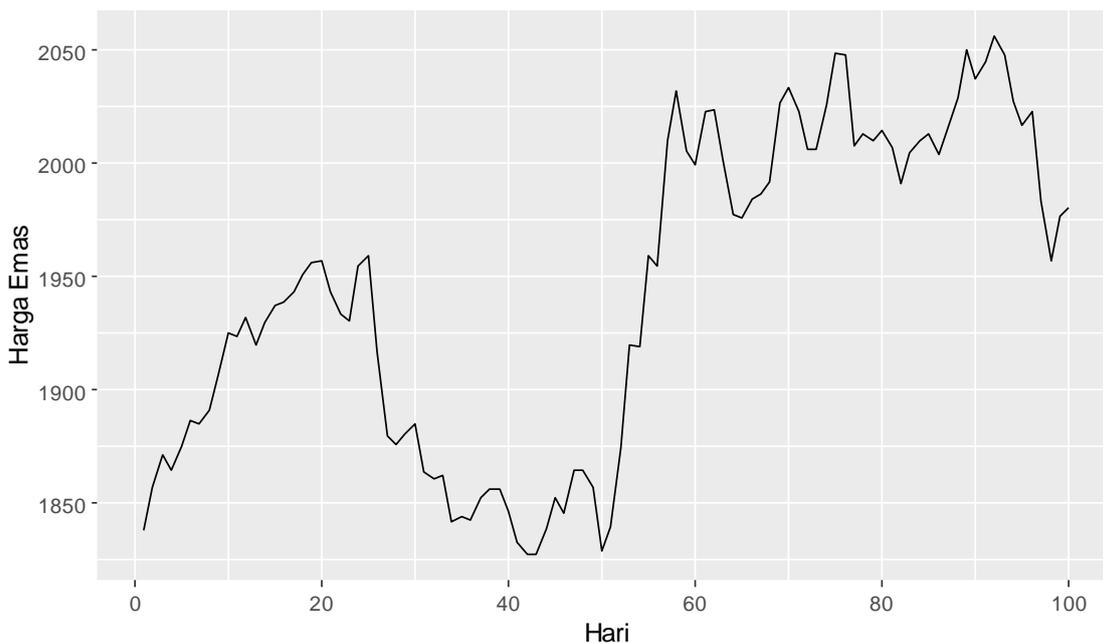
$$\sigma_\beta^2 = \frac{n \sum_{t=2}^n u_t^2 X_{t-1}^2 - \sum_{t=2}^n u_t^2 \sum_{t=2}^n X_{t-1}^2}{n \sum_{t=2}^n X_{t-1}^4 - \left(\sum_{t=2}^n X_{t-1}^2 \right)^2}$$

Jenis data yang digunakan pada penelitian ini yaitu data sekunder yang didapatkan dari *website Investing.com* dimana variabel yang digunakan yaitu harga emas tertinggi harian dimulai dari tanggal 2 Januari sampai 16 Mei tahun 2023 yang terhitung sebanyak 100 hari. Langkah analisisnya dapat diilustrasikan dalam diagram alir seperti berikut: (a) Menyiapkan data yang akan digunakan sesuai yang dijelaskan pada sub bab 3.2. (b) Melakukan *plotting* dari data harga emas. (c) Melakukan pemeriksaan stasioneritas dari data harga emas dengan menggunakan uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF). (d) Apabila hasil dari uji ADF dinyatakan bahwa data tidak stasioner, maka perlu dilakukan *differencing* sehingga didapatkanlah data *return* yang sudah stasioner. Kemudian lakukan kembali uji ADF untuk memastikan bahwa data sudah stasioner. (e) Melakukan plot ACF dan PACF untuk identifikasi bahwa data mengikuti model RCA(1). (f) Estimasi parameter untuk model RCA(1) dengan menggunakan metode *Ordinary Least Square* (OLS). (g) Melakukan uji keberartian model dengan menggunakan uji *t-Student*. (h) Melakukan beberapa uji diagnostik model sebagai pemenuhan asumsi dari model RCA(1). (i) Menghitung nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) berdasarkan perhitungan nilai peramalan model RCA(1) yang dibandingkan dengan data aktual untuk menunjukkan keakuratan nilai prediksi berdasarkan model RCA(1). (j) Melakukan peramalan selama 1 hari kedepan berdasarkan model RCA(1).

C. Hasil dan Pembahasan

Stasioneritas

Jika dilihat dari plot data deret waktu, yang disebut dengan stasioner yaitu memiliki pola yang berada disekitar rata-rata. Syarat untuk stasioner dari data deret waktu menurut Thomas yaitu rata-rata dan variansnya bersifat konstan untuk semua t dan kovarians antara dua data *time series* bergantung pada *lag* diantara dua periode waktu tersebut [7]. Berikut disajikan plot data harga emas selama 100 hari dengan menggunakan *Software R*.



Gambar 1. Harga Emas Harian Tahun 2023

Berdasarkan Gambar 1, dapat dilihat bahwa data bersifat fluktuatif. Artinya, dapat diindikasikan bahwa data tidak stasioner. Untuk memastikannya, perlu dilakukan pengujian secara formal dengan menggunakan uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF) dimana data dikatakan bersifat stasioner jika nilai probabilitas (*P-Value*) kurang dari taraf signifikansi. Apabila terbukti bahwa perlu dilakukan *differencing* hingga data bersifat stasioner, dimana dapat disajikan pada tabel dibawah ini.

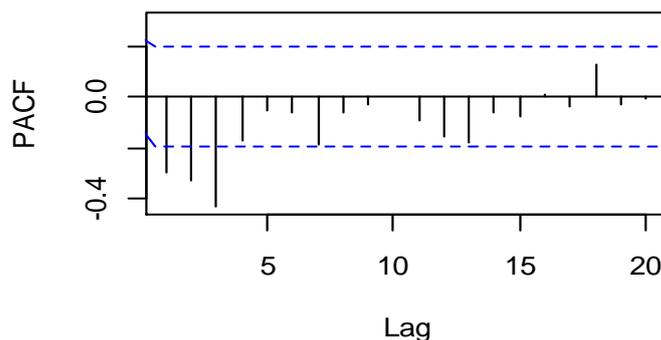
Tabel 1. Hasil Uji *Augmented Dickey Fuller*

	Uji ADF	P-Value
Tanpa <i>Differencing</i>	-2.0453	0.5579
<i>Differencing</i> Orde 1	-3.3851	0.0611
<i>Differencing</i> Orde 2	-6.6764	0.01

Berdasarkan Tabel 1, dengan taraf signifikansi sebesar 5% atau 0.05 dapat diketahui bahwa data sudah bersifat stasioner saat dilakukan *differencing* sebanyak 2 kali (*differencing* orde 2) karena nilai *P-Value* kurang dari taraf signifikansi.

Partial Autocorrelation Function (PACF)

Melihat apakah model RCA(1) teridentifikasi pada data harga emas harian tahun 2023 yaitu dapat melalui plot PACF [8], dimana disajikan seperti berikut.



Gambar 2. Partial Autocorrelation Function

Berdasarkan Gambar 2, terlihat *spike* pada lag ke-1 melewati batas interval. Artinya bahwa *lag* ke-1 signifikan sehingga model RCA(1) teridentifikasi pada data harga emas harian tahun 2023 dan dapat digunakan untuk melakukan peramalan.

Estimasi Parameter Model RCA(1)

Metode estimasi parameter untuk model RCA(1) yaitu menggunakan *Ordinary Least Square (OLS)* dimana asumsi pada metode OLS ini yaitu sisaan bersifat acak (*white noise*), sisaan mengikuti distribusi normal dan varians sisaannya tidak bersifat heterogen (*non-heteroskedastisitas*) [9]. Dengan bantuan *Software R*, didapatkan bahwa:

Tabel 2. Estimasi Parameter Model RCA(1)

Parameter	Nilai Estimasi	t statistik $\hat{\mu}_\beta$	Nilai Kritis
$\hat{\alpha}$	-0.1076		
$\hat{\mu}_\beta$	-0.6531	8.5384	1.985
$\hat{\sigma}_\beta^2$	0.1268		

Berdasarkan Tabel 2, model RCA(1) dapat dituliskan dalam bentuk persamaan dengan dua kali *differencing* yaitu seperti berikut:

$$X_t = -0.1076 - 0.6531X_{t-1} + 2(0.6531X_{t-2}) - 0.6531X_{t-3} + 2X_{t-1} - X_{t-2} + u_t$$

$$X_t = -0.1076 + 1.3469X_{t-1} + 0.3062X_{t-2} - 0.6531X_{t-3} + u_t$$

Dimana $u_t = 0.3561X_{t-1} + \varepsilon_t$. Berdasarkan Persamaan diatas, nilai koefisien RCA(1) sebesar -0.6531 dapat diartikan bahwa apabila $X_{t-1}, X_{t-2}, X_{t-3}$ naik satu satuan, maka harga emas akan mengalami penurunan. Selain itu, hasil estimasi varians koefisien dari model RCA(1) yaitu sebesar 0.1268, artinya data yang volatilitas menyebabkan nilai varians dari koefisien model RCA(1) menjauh dari nol. Model diatas merupakan model yang akan digunakan untuk meramalkan harga emas tahun 2023.

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, dapat diketahui bahwa statistik uji keberartian model sebesar 8.5384 dimana lebih besar dari nilai kritis dengan taraf signifikansi sebesar 5%. Artinya bahwa model RCA(1) layak digunakan untuk meramalkan harga emas harian tahun 2023.

Uji Diagnostik Model

Walaupun sudah dibuktikan bahwa model RCA(1) layak untuk digunakan, namun tidak menutup kemungkinan bahwa kedua model tersebut cocok untuk dilakukan peramalan. Maka dari itu, perlu dilakukan pengujian secara formal untuk melihat apakah model cocok untuk dilakukan peramalan atau tidak. Uji

diagnostik model ini dilakukan pada sisaan dari model RCA(1). Terdapat tiga uji diagnostik model yang perlu dipenuhi sebelum dilakukan peramalan yaitu *white noise* dengan uji *Ljung Box*, normalitas dengan uji *Jarque Berra*, dan non-heteroskedastisitas dengan uji *Lagrange Multiplier* dimana hasil dari ketiga uji ini dapat dikatakan memenuhi asumsi model apabila nilai *P-Value* lebih dari taraf signifikansi sebesar 5%. Dengan bantuan *Software R*, didapatkan:

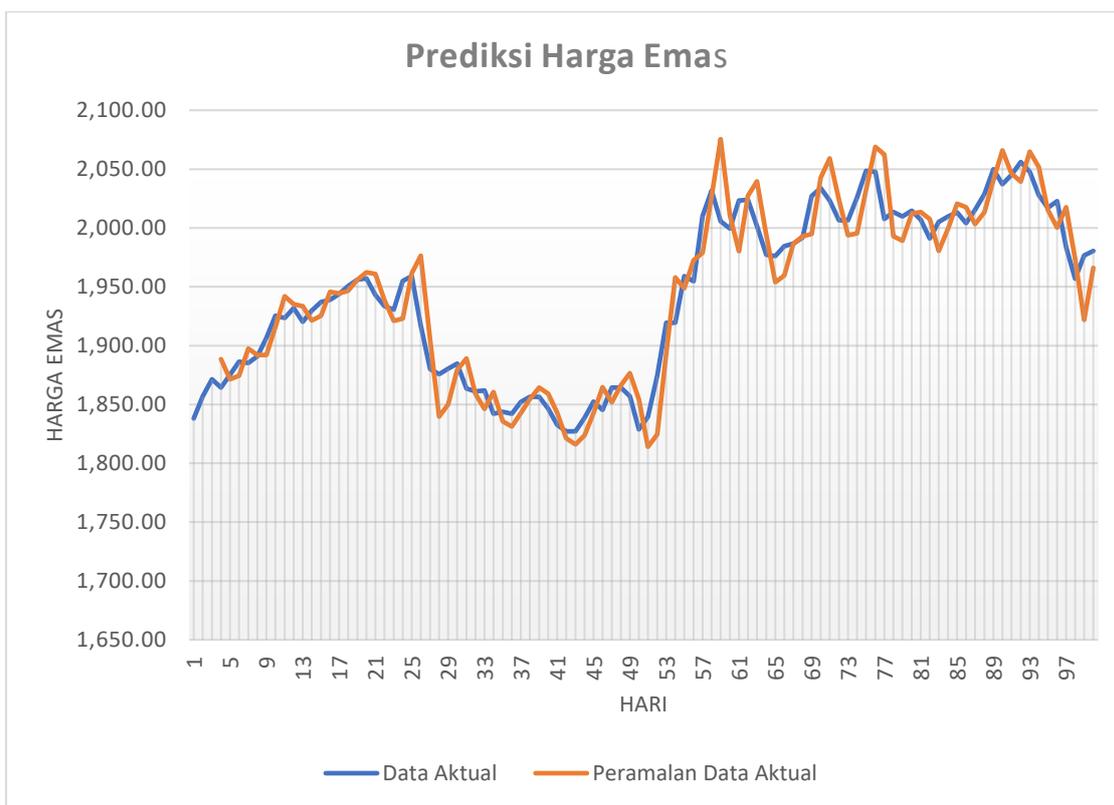
Tabel 3. Hasil Uji Diagnostik Model

Pengujian	Staistik Uji	P-Value
Uji <i>Ljung Box</i>	0.7671	0.3811
Uji <i>Jarque Berra</i>	3.8124	0.1486
Uji <i>Lagrange Multiplier</i>	0.3900	0.5323

Berdasarkan Tabel 3, terlihat bahwa *P-Value* dari ketiga uji lebih dari taraf signifikansi sebesar 5%. Artinya, semua asumsi dari model RCA(1) terpenuhi sehingga nilai estimasi model RCA(1) bersifat BLUE (*Best Linear Unbiased estimator*).

Peramalan

Selanjutnya, data harga emas harian akan diramalkan sebagai prakiraan menggunakan model RCA(1) dimana nilai hasil peramalan tersebut akan dibandingkan dengan nilai aktual untuk menunjukkan kekakuratan nilai peramalan dari model RCA(1). Berikut adalah grafik peramalan untuk harga emas harian dengan satuan USD/Ons menggunakan model RCA(1).



Gambar 3. Peramalan Harga Emas

Berdasarkan Gambar 3, terlihat bahwa nilai peramalan menggunakan model RCA(1) lebih mendekati nilai aktual. Hal tersebut dapat diduga bahwa model RCA(1) bekerja dengan baik dalam meramalkan nilai

variabel dari waktu sebelumnya. Menunjukkan keakuratan nilai peramalan dari model RCA(1) dilihat dari nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yang dihitung berdasarkan persamaan berikut.

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

Dimana \hat{X}_t adalah nilai prediksi. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan nilai MAPE sebesar 3.81%. Dalam hal ini, model RCA(1) dapat menghasilkan nilai peramalan yang sangat akurat pada data harga emas harian dengan satuan USD/Ons karena nilai MAPE kurang dari 10% [10]. Artinya, model RCA(1) bekerja sangat baik dalam meramalkan data yang volatilitas. Selanjutnya, dilakukan peramalan selama 1 hari kedepan berdasarkan model RCA(1). Didapatkan bahwa nilai peramalannya yaitu sebagai berikut.

Tabel 4. Nilai Peramalan Harga Emas 1 Hari Kedepan

Hari	Nilai Peramalan
101	1994.71

Berdasarkan Tabel 4, terlihat bahwa nilai peramalan harga emas untuk tanggal 17 Mei 2023 yaitu sebesar 1959.44 USD/Ons. Sehingga jika dilihat berdasarkan data aktual pada tanggal 16 Mei 2023 yaitu sebesar 1980.50 USD/Ons, maka harga emas akan mengalami penurunan.

D. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan bahwa nilai peramalan berdasarkan model RCA(1) untuk tanggal 17 Mei 2023 yaitu sebesar 1959.44 USD/Ons. Dimana apabila dibandingkan dengan harga emas pada tanggal 16 Mei 2023, maka harga emas mengalami penurunan. Sehingga, untuk seorang investor dapat menguntungkan apabila melakukan penjualan dan tidak diperuntukkan untuk melakukan pembelian karena harga emas sedang naik.

Selain itu, perhitungan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dari model RCA(1) yaitu sebesar 3.81% yang artinya bahwa nilai peramalan yang dihasilkan oleh model RCA(1) sangat akurat. Dengan kata lain, model RCA(1) bekerja sangat baik untuk data deret waktu singkat dan volatilitas.

Daftar Pustaka

- [1] Ashari, “Penerapan Metode Times Series Dalam Simulasi Forecasting Perkembangan Akademik Mahasiswa,” *Stmikakba*, vol. 2, no. 1, pp. 9–16, 2012.
- [2] M. Nurhidayati, “Estimasi Parameter Model Autoregressive dengan Metode Yule Walker, Least Square, dan Maximum Likelihood (Studi Kasus Data ROA BPRS di Indonesia),” *Quadratic: Journal of Innovation and Technology in Mathematics and Mathematics Education*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2021, doi: 10.14421/quadratic.2021.011-01.
- [3] M. Ariefianto, *Ekonometrika Esensi dan Aplikasi dengan Menggunakan Eviews*. Erlangga, 2012.
- [4] M. Regis, P. Serra, and E. R. van den Heuvel, “Random autoregressive models: A structured overview,” *Econometric Reviews*, vol. 41, no. 2, pp. 207–230, 2022, doi: 10.1080/07474938.2021.1899504.
- [5] D. F. & B. G. Q. Nicholls, “THE ESTIMATION OF RANDOM COEFFICIENT AUTOREGRESSIVE MODELS. I,” *JOURNAL OF TIME SERIES ANALYSIS*, vol. 1, no. 1, pp. 37–46, 1980, doi: 0143-9782/80/010037-10.
- [6] A. Araveporn, “A Comparison of Parameter Estimation Methods for the First-Order of Random Coefficient Autoregressive Model,” *Thailand Statistician*, vol. 20, no. 4, pp. 892–904, 2022.

- [7] Rusdi, “Uji Akar-Akar Unit dalam Model Runtun Waktu Autoregresif,” *Satistika*, vol. 11, no. 2, pp. 67–78, 2011.
- [8] A. E. & K.-S. C. Raftery, *Time series analysis with Applications in R*, 2nd ed., vol. 20, no. 2. Iowa: Springer, 1985. doi: 10.1016/0377-2217(85)90052-9.
- [9] N. Hanifah, N. Herrhyanto, and F. Agustina, “Penerapan Metode Weighed Least Square Untuk Mengatasi Heteroskedastisitas Pada Analisis Regresi Linear,” *Jurnal EurekaMatika*, vol. 3, no. 1, pp. 105–114, 2015.
- [10] M.-H. Cheng, Y.-C. Wu, and M.-C. Chen, “Television Meets Facebook: The Correlation between TV Ratings and Social Media,” *American Journal of Industrial and Business Management*, vol. 06, no. 03, pp. 282–290, 2016, doi: 10.4236/ajibm.2016.63026.