

PREDIKSI HARGA EMAS DUNIA DI MASA PANDEMI COVID-19 MENGUNAKAN MODEL ARIMA

Dara Puspita Anggraeni¹, Dedi Rosadi², Hermansah³, Ahmad Ashril Rizal⁴

¹Universitas Nahdlatul Wathan Mataram, ²Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, ³Universitas Riau Kepulauan,
⁴STMIK Syaikh Zainuddin NW Anjani Lombok timur
e-mail: ¹darapuspitaanggraeni40@gmail.com, ²dedirosadi@gadjahmada.edu, ³hermansah@mail.ugm.ac.id,
⁴ashril.rizal@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan memodelkan serta memprediksi harga emas dunia di masa pandemi COVID-19. Penelitian ini juga hanya memasukkan nilai masa lampau dari harga emas dunia tanpa adanya pengaruh faktor eksogen(independen) pada model. Model yang dipergunakan adalah model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA). Adapun data yang dipergunakan pada permodelan sebanyak 240 data observasi dimana data merupakan data bulanan harga emas dunia bulan Agustus 2000 hingga Juli 2020. Model terbaik untuk harga emas dunia ini adalah ARIMA(0,1,1) dengan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 3,70%. Hasil prediksi harga emas dunia untuk bulan Agustus 2020 hingga Januari 2021 berturut-turut adalah sebesar 1930,046; 1945,651; 1961,381; 1977,240; 1993,227; 2009,343 US\$/Troy Ons emas. Prediksi ini menunjukkan tren naik dengan rata-rata peningkatan selama periode tersebut (Agustus 2020-Januari 2021) sebesar 15,8594 US\$/Troy ons per bulannya.

Kata kunci: Harga Emas, COVID-19, ARIMA, Prediksi

Abstract

This research aims to model and predict the world gold price during the COVID-19 pandemic. This research only includes the past values of world gold prices without the influence of exogenous (independent) factors on the model. The model used in this research is the Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA). The data used in the modeling are 240 observational data which were the monthly data on world gold prices from August 2000 to July 2020. The best model for this world gold price is ARIMA (0,1,1) with a Mean Absolute Percentage Error (MAPE) value of 3.70%. The prediction results of the world gold price from August 2020 to January 2021 are 1930,046 respectively; 1945,651; 1961,381; 1977,240; 1993,227; 2009,343 US \$ / Troy Ounce of gold. This prediction shows an upward trend with the average increase 15,8594 US \$ / Troy ounce per month during that period (August 2020-January 2021).

Keywords: Gold Price, COVID-19, ARIMA, Prediction

PENDAHULUAN

Investasi diminati oleh sebagian besar orang di dunia. Investasi atau penanaman modal sering sekali dilakukan dengan tujuan mendapatkan keuntungan di masa depan. Jenis investasi yang paling diminati di saat ini adalah emas, saham, obligasi dan properti. Tiap jenis investasi ini memiliki keuntungan dan risiko yang berbeda-beda. Menurut Warsono (2010) pada umumnya investasi pada aset riil mempunyai nilai satuan yang relatif besar dan mempunyai likuiditas relatif rendah, sedangkan aset keuangan mempunyai nilai satuan yang relatif kecil dan pada umumnya mempunyai likuiditas yang tinggi. Investasi yang relatif mudah untuk dilakukan saat ini adalah pada aset keuangan. Salah satu prinsip dalam berinvestasi adalah *higher return higher risk*. Suatu investasi dengan pengembalian diharapkan sangat tinggi, maka risiko yang dihadapi oleh investor juga sangat tinggi. Sebaliknya, jika ingin berinvestasi pada aset keuangan dengan risiko rendah, maka pengembalian yang diharapkan juga rendah (Yulianti & Silvy, 2013).

Emas atau logam mulia menjadi jenis investasi yang sering kali disebut sebagai investasi aman dibandingkan jenis instrumen investasi lainnya. Investasi emas dikatakan mudah karena emas ini, tidak harus dimiliki seseorang yang mempunyai penghasilan besar ataupun seseorang yang mempunyai jabatan khusus. Emas ini juga dapat dimanfaatkan oleh siapapun dari berbagai macam kalangan masyarakat. Selain mudah, investasi emas juga merupakan salah satu investasi yang sangat menguntungkan karena emas merupakan satu-satunya logam mulia yang harga jualnya tidak terpengaruh oleh inflasi yang terjadi. Dapat dibuktikan sebagai contoh, satu koin dinar yang memiliki berat $\pm 4,25$ gram misalnya setara dengan harga 1 ekor kambing pada masa Rasulullah SAW, dan sampai sekarang pun masih berlaku seperti itu karena emas tidak terpengaruh oleh inflasi. Yang berubah hanyalah daya beli emas dengan uang kertas seperti Rupiah yang semakin lama semakin menurun.

Selain itu seperti yang kita ketahui bahwasanya harga emas cenderung terus menerus mengalami kenaikan setiap tahunnya (Fauziah & Surya, 2016) terlebih lagi disaat pandemi COVID-19 yang menelan korban sebanyak 15.785.641 kasus dan 640.016 kematian per 26 Juli 2020 (WHO, 2020b) sehingga sangat mengganggu sektor kesehatan juga sektor perekonomian, termasuk dunia investasi saham (Baker et al., 2020) ditunjukkan dengan nilai indeks saham gabungan yang menurun di beberapa negara yang mengakibatkan beralihnya investasi yang diminati oleh calon investor dari bentuk saham ke dalam bentuk investasi emas (Ji et al., 2020). Hal ini diperkuat oleh hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Ji, Zhang dan Zhao ini dengan melakukan analisa pada beberapa jenis investasi diluar saham sebagai investasi teraman selama pandemi Covid-19, diperoleh hasil yang menunjukkan emas sebagai investasi teraman (Ji et al., 2020). Oleh karenanya sangat menarik untuk memodelkan harga emas dunia yang dapat bermanfaat baik bagi para praktisi maupun peneliti.

Pada penelitian ini peneliti akan menggunakan model ARIMA dikarenakan model ini telah terbukti cocok untuk memodelkan serta memprediksi harga emas dunia. Penelitian sebelumnya diantara lain dilakukan oleh Abdullah (2012), Khan (2013), Bandyopadhyay (2016) dan Yang (2019). George Box dan Gwilym Jenkins adalah penemu model ARIMA pada tahun 1976. Box dan Jenkins menggunakan model-model ARIMA untuk deret waktu satu variable (*univariate*). Model ARIMA (p,d,q), dimana p menyatakan orde dari proses *autoregressive* (AR), d menyatakan pembeda (*differencing*) dan q menyatakan orde dari proses *moving average* (MA). Dasar dari model ARIMA dilakukan dengan empat tahap strategi pemodelan yaitu identifikasi model, penaksiran parameter, pemeriksaan diagnostik dan prediksi (Rosadi, 2011).

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk memodelkan serta memprediksi harga emas dunia di masa mendatang dengan akurat.

METODE

1. Tinjauan Referensi

Emas merupakan *safe haven* dikarenakan ketersediaannya yang langka, banyak diminati dan sangat berharga secara intrinsik terlebih selama masa pandemi COVID-19 (Ji et al., 2020). Penelitian tentang model dan prediksi harga emas dunia di masa pandemi COVID-19 belum banyak dilakukan sehingga peneliti tertarik untuk melakukan penelitian ini dengan salah satu tujuannya adalah membantu praktisi (misalkan calon investor) dalam pengambilan keputusan investasi emas.

Penelitian tentang prediksi harga emas dunia menggunakan model ARIMA merujuk pada penelitian terdahulu dilakukan oleh Guha Bandyopadhyay yang memperoleh kesimpulan bahwa prediksi menggunakan model ARIMA sangat akurat digunakan untuk prediksi jangka pendek (Bandyopadhyay, 2016). ARIMA juga sangat baik menggambarkan data yang fluktuatif (Abdullah, 2012), dan cocok digunakan untuk menggambarkan serta meramalkan pergerakan harga emas dunia (Khan, 2013; Yang, 2019)

2. Metode Analisis

Time Series Data

Time Series (Runtun waktu) data yakni jenis data yang dikumpulkan menurut urutan waktu dalam suatu rentang waktu tertentu. Jika waktu dipandang bersifat diskrit (waktu dapat dimodelkan bersifat kontinu), maka frekuensi pengumpulan selalu sama (equidistant). Dalam kasus diskrit, frekuensi dapat berupa misalnya detik, menit, jam, hari, minggu, bulan atau tahun. Model yang digunakan adalah model-model time series, yang menjadi fokus dari perkuliahan ini (Rosadi, 2006).

Kestasioneran Data

Stasioneritas merupakan suatu keadaan jika proses pembangkitan yang mendasari suatu deret berkala didasarkan pada nilai tengah konstan dan nilai varians konstan. Dalam suatu data kemungkinan data tersebut tidak stasioner hal ini dikarenakan *mean* (rata-rata) tidak konstan

atau variannya tidak konstan sehingga untuk menghilangkan ketidakstasioneran terhadap *mean*, maka data tersebut dapat dibuat lebih mendekati stasioner dengan cara melakukan penggunaan metode perbedaan atau *differencing*. Perilaku data yang stasioner antara lain tidak mempunyai variasi yang terlalu besar dan mempunyai kecenderungan untuk mendekati nilai rata-ratanya, dan sebaliknya untuk data yang tidak stasioner (Gujarati, 2004).

1. Stasioner dalam variasi

Pada data yang tidak stasioner dalam variasi dapat dilakukan transformasi untuk membuat data tersebut stasioner. Box dan Cox pada tahun 1964 memperkenalkan transformasi pangkat (*power transformation*) sebagai berikut:

$$Z'_t = \begin{cases} \frac{Z_t^\lambda - 1}{\lambda}, \lambda \neq 0 \\ \ln(Z_t), \lambda = 0 \end{cases} \quad (1)$$

Dengan Z_t adalah deret waktu periode ke- t dan λ adalah parameter transformasi.

2. Stasioner dalam rata-rata

Data yang tidak stasioner dalam rata-rata dapat distasionerkan melalui proses *differencing*. Pengujian hipotesis yang sering digunakan untuk melakukan pengecekan kestasioneran data runtun waktu dalam rata-rata adalah uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF). Uji ini merupakan salah satu uji yang paling sering digunakan dalam pengujian stasioneritas dari data, yakni dengan melihat apakah di dalam model terdapat unit *root* atau tidak (Rahmawati et al., 2019).

Pengujian dilakukan dengan menguji hipotesis $H_0: \rho = 0$ (terdapat akar unit) dalam persamaan regresi

$$\Delta Y_t = \alpha + \delta t + \rho Y_{t-1} + \sum_{j=1}^k \phi_j Y_{t-j} + e_t \quad (2)$$

Hipotesis nol ditolak jika nilai statistik uji ADF memiliki nilai kurang (lebih negatif) dibandingkan dengan nilai daerah kritis. Jika hipotesis nol ditolak, data bersifat stasioner (Rosadi, 2011).

Fungsi Autokorelasi dan Fungsi Autokorelasi Parsial

Tahap identifikasi model pada model data runtun waktu dibutuhkan hasil perhitungan fungsi autokorelasi dan fungsi autokorelasi parsial. Adapun perhitungannya adalah sebagai berikut:

1. Fungsi Autokorelasi (*Autocorrelation Function/ACF*)

Konsepsi autokorelasi setara (identik) dengan korelasi Pearson untuk data bivariat. Menurut Mulyana (2004) persamaan koefisien autokorelasi ρ_k adalah:

$$\rho_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Z_t - \bar{Z})(Z_{t+k} - \bar{Z})}{\sum_{t=1}^n (Z_t - \bar{Z})^2} \quad (3)$$

Keterangan:

n: jumlah observasi

k: selisih waktu (*lag*)

Z_t : adalah data pada waktu- t

Z_{t+k} : adalah data pada waktu ke- $t+k$

\bar{Z} : rata-rata dari Z_t

Plot (grafik) ACF yang menurun menjadi salah satu indicator data belum stasioner.

2. Fungsi Autokorelasi Parsial (*Partial Autocorrelation function/PACF*)

Nilai PACF dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$\phi_{kk} = \begin{vmatrix} 1 & \rho_1 & \rho_2 & \dots & \rho_{k-2} & \rho_{k-1} \\ \rho_1 & 1 & \rho_1 & \dots & \rho_{k-3} & \rho_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \rho_{k-1} & \rho_{k-2} & \rho_{k-3} & \dots & \rho_1 & \rho_k \\ \hline 1 & \rho_1 & \rho_2 & \dots & \rho_{k-2} & \rho_{k-1} \\ \rho_1 & 1 & \rho_1 & \dots & \rho_{k-3} & \rho_{k-2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \rho_{k-1} & \rho_{k-2} & \rho_{k-3} & \dots & \rho_1 & 1 \end{vmatrix} \quad (4)$$

(Mulyana, 2004).

Keterangan: formula diatas merupakan perhitungan untuk PACF untuk lag k dan $j=1,2,3,\dots,k$

Model ARIMA

Model AR(p) dan MA(q) merupakan model data runtun waktu stasioner dan saling berkebalikan, sehingga keduanya dapat digabungkan dengan cara dijumlahkan, dan model yang diperoleh dinamakan model autoregresi rata-rata bergerak, disingkat ARMA(p,q). Karena AR(p) dan MA(q) adalah model data runtun waktu stasioner, maka ARMA(p,q) juga

model data runtun waktu stasioner. Jika data tidak stasioner, maka dapat distasionerkan melalui proses stasioneritas, yang berupa proses diferensi jika trendnya linier, dan proses linieritas dengan proses diferensi pada data hasil proses linieritas, jika trend data tidak linier (Mulyana, 2004). Model ARMA(p,q) untuk data hasil proses diferensi dinamakan model autoregresi integrated rata-rata bergerak disingkat ARIMA(p,d,q) dengan persamaan:

Bentuk umum dari persamaan model ARIMA:

$$(1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)(1 - B)^d Z_t = \mu + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q}, \varepsilon_t \sim IID(0, \sigma^2) \quad (5)$$

dengan B yang merupakan operator balik (*backward*), yakni $(B^j Z)_t = Z_{t-j}$ (Rosadi, 2011).

Persamaan diatas dapat pula dituliskan dalam bentuk:

$$(1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)(1 - B)^d Z_t = \mu + (1 + \theta_1 B + \dots + \theta_q B^q) \varepsilon_t, \varepsilon_t \sim IID(0, \sigma^2) \quad (6)$$

Prapemrosesan Data

Dalam tahap awal dilakukan identifikasi model runtun waktu yang mungkin digunakan untuk memodelkan sifat-sifat data. Identifikasi secara sederhana dilakukan secara visual dengan melihat plot data, untuk melihat adanya tren, komponen musiman, nonstasioneritas dalam variasi dan lain-lain. Beberapa teknik prapemrosesan data yang umum dilakukan adalah membuang pencilan dari dalam data, penyaringan data dengan model/teknik statistika tertentu, transformasi data (seperti transformasi logaritma atau yang lebih umum transformasi Box-Cox), melakukan operasi deferens, detren (membuang tren), *deseasonalize* (membuang komponen musiman) dan lain-lain (Rosadi, 2011).

Identifikasi Model Stasioner

Bentuk model ARMA yang tepat dalam menggambarkan sifat-sifat data dapat ditentukan dengan plot sampel ACF/PACF dengan sifat-sifat fungsi

Tabel 1. Bentuk plot sampel ACF/PACF dari model ARMA

Proses	Sampel ACF	Sampe PACF
White noise (galat acak)	Tidak ada yang melewati batas interval pada $lag > 0$	Tidak ada yang melewati batas interval pada $lag > 0$
AR(p)	Meluruh menuju nol secara eksponensial	Di atas batas interval maksimum sampai lag ke p dan di bawah batas pada $lag > p$
MA(q)	Di atas batas interval maksimum sampai lag ke q dan di bawah batas pada $lag > q$	Meluruh menuju nol secara eksponensial
ARMA(p,q)	Meluruh menuju nol secara eksponensial	Meluruh menuju nol secara eksponensial

ACF/PACF teoritis dari model ARMA. Rangkuman bentuk plot sampel ACF/PACF dari model ARMA diberikan pada tabel 1 (Rosadi, 2011).

Penaksiran Parameter/Estimasi Model

Estimasi dari model ARMA dapat dilakukan dengan metode *Maksimum Likelihood Estimator* (MLE), *Least Square*, Hannan Rissanen, metode Whittle dan lain-lain (Rosadi, 2011).

Pengujian Signifikansi Parameter

Pengujian apakah koefisien hasil estimasi signifikan atau tidak dengan uji hipotesis:

- Uji konstanta pada model:

$$H_0 : \mu = 0$$

$$H_1 : \mu \neq 0$$

H_0 diterima jika $-t_{tabel} \leq t_{hitung} \leq t_{tabel}$, sebaliknya jika $t_{hitung} \leq -t_{tabel}$ atau $t_{hitung} \geq t_{tabel}$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima (parameter signifikan).

Adapun perhitungan statistik uji

$$t_{hitung} = t = (\hat{\mu} - 0) / SE(\hat{\mu}) \quad (7)$$

dan statistik tabel $t_{tabel} = t(df = n - 1; \alpha = 2,5\%)$.

- Uji Parameter untuk model AR(p)

$$H_0 : \phi_i = 0, i = 1, 2, \dots, p$$

$$H_1 : \phi_i \neq 0, i = 1, 2, \dots, p$$

H_0 diterima jika $-t_{tabel} \leq t_{hitung} \leq t_{tabel}$, sebaliknya jika $t_{hitung} \leq -t_{tabel}$ atau $t_{hitung} \geq t_{tabel}$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima (parameter signifikan).

Adapun perhitungan statistik uji

$$t_{hitung} = t = (\hat{\phi}_i - 0) / SE(\hat{\phi}_i) \quad (8)$$

dan statistik tabel $t_{tabel} = t(df = n - 1; \alpha = 2,5\%)$.

- Uji Parameter untuk model MA(q)

$$H_0 : \theta_i = 0, i = 1, 2, \dots, q$$

$$H_1 : \theta_i \neq 0, i = 1, 2, \dots, q$$

H_0 diterima jika $-t_{tabel} \leq t_{hitung} \leq t_{tabel}$, sebaliknya jika $t_{hitung} \leq -t_{tabel}$ atau $t_{hitung} \geq t_{tabel}$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima (parameter signifikan).

Adapun perhitungan statistik uji

$$t_{hitung} = t = (\hat{\theta}_i - 0) / SE(\hat{\theta}_i) \quad (9)$$

dan statistik tabel $t_{tabel} = t(df = n - 1; \alpha = 2,5\%)$.

Pada formula diatas n adalah banyak data yang dipergunakan dalam membangun model. Jika terdapat koefisien yang tidak signifikan, koefisien/orde lag tersebut dapat dibuang dari model dan model diestimasi kembali tanpa mengikutkan orde yang tidak signifikan

Pemeriksaan Diagnosis

Jika model merupakan model yang tepat, data yang dihitung dengan model

(fitted value) akan memiliki sifat-sifat yang mirip dengan data asli. Dengan demikian, residual yang dihitung berdasarkan model yang telah diestimasi mengikuti asumsi dari galat model teoritis, seperti sifat *white noise*, normalitas dari residual (walaupun asumsi ini dapat diabaikan, tidak sepenting asumsi *white noise* dari galat0 dan lain-lain. Untuk melihat apakah residual bersifat *white noise*, dua cara bisa digunakan yakni:

Melihat apakah plot sampel ACF/PACF yang terstandarisasi (residual dibagi estimasi deviasi standar residual) telah memenuhi sifat-sifat proses *white noise* dengan mean 0 dan variansi 1

Melakukan uji korelasi parsial, yakni dengan menguji hipotesis:

$H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k, k < n$ (tidak terdapat korelasi serial dalam residual sampai *lag* - k , $k < n$)

Uji ini dapat dilakukan dengan statistik uji Box-Pierce:

$$Q = n \sum_{j=1}^k \hat{\rho}(j)^2 \quad (10)$$

Atau Ljung-Box:

$$Q = n(n+) \sum_{j=1}^k \hat{\rho}(j)^2 / (n - j) \quad (11)$$

yang akan berdistribusi $\chi^2(k - (p + q))$, $k > (p + q)$. Di sini $\hat{\rho}(j)$ menunjukkan nilai sampel ACF residual pada *lag*- j , sedangkan p dan q menunjukkan orde dari model ARMA (p, q). Apabila hipotesis cek diagnostic ditolak, model yang telah diidentifikasi si atas tidak dapat digunakan dan selanjutnya model yang mungkin sesuai untuk data dapat diidentifikasi kembali (Rosadi, 2011).

Pemilihan Model Terbaik

Selanjutnya, dalam praktikan ada banyak model yang memenuhi pengujian diagnostic di atas. Untuk model terbaik, pilih model yang meminimalkan ukuran kriteria informasi, seperti *Aike Information Criteria (AIC)*

$$AIC = n \ln(\hat{\sigma}_\epsilon^2) + 2(p + q + 1) \quad (12)$$

$$\hat{\sigma}_\epsilon^2 = SSE/n \quad (13)$$

Dengan *sum of squared error (SSE)* yang akan diestimasi dari jumlahan kuadrat semua nilai residual. Akan tetapi diketahui untuk model autoregresif, kriteria AIC tidak memberikan orde p yang konsisten sehingga untuk pembandingan kita bisa menggunakan kriteria informasi lain, seperti *Schwarz Bayesian Information Criteria (SBC)*

$$SBC = n \ln(\hat{\sigma}_\epsilon^2) + (p + q + 1) \ln n \quad (14)$$

Atau bentuk-bentuk kriteria informasi lain yang diusulkan di dalam literatur (Rosadi, 2011).

Pengukuran Ketepatan Model Prediksi

Dalam analisis runtun waktu, sering kali data dibagi menjadi dua bagian yang disebut data *in sample*, yakni data-data yang digunakan untuk memilih model terbaik dengan langkah-langkah pemodelan di atas dan data *out sample*, yakni bagian data yang digunakan untuk memvalidasi keakuratan prediksi dari model terbaik yang diperoleh berdasarkan data *in sample*. Model yang baik tentunya diharapkan model terbaik untuk penyesuaian (*fitting*) data *in sample* dan sekaligus model yang baik untuk prediksi dalam data *out sample*.

Beberapa ukuran kebaikan penyesuaian atau prediksi dapat dikenalkan, seperti ukuran *Mean Square Error (MSE)*, *root of MSE (RMSE)*, *Median atau Mean Absolute Deviation (MAD)* dan lain-lain.

Jika Z_1, \dots, Z_n menyatakan keseluruhan data, data *in sample* dapat dinyatakan sebagai $Z_1, \dots, Z_m, m < n$. Jika nilai hasil penyesuaian disebut $\hat{Z}_1, \dots, \hat{Z}_m, m < n$, MSE, RMSE dan MAD untuk data *in sample* didefinisikan sebagai (Rosadi, 2011):

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^m (Z_i - \hat{Z}_i)^2}{n}, m < n \quad (15)$$

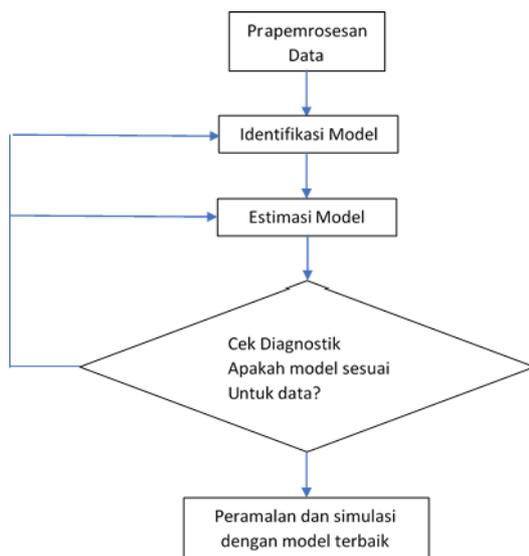
$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (Z_i - \hat{Z}_i)^2}{n}}, m < n \quad (16)$$

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^m |Z_i - \hat{Z}_i|}{n}, m < n \quad (17)$$

Lalu menurut Aswi dan Sukarna(2006), pengukuran ketepatan model dapat menggunakan perhitungan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* dengan formula sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^m |Z_i - \hat{Z}_i|}{Z_i}, m < n \quad (18)$$

Gambar 1 merupakan diagram alir metodologi pemodelan Box-Jenkins.



Gambar 1. Diagram alir metodologi pemodelan Box-Jenkins(Rosadi, 2011).

Pandemi COVID-19

Pandemi COVID-19 yaitu masa dimana secara global terdapat penyakit menular yang disebabkan oleh virus korona yang baru ditemukan. Kebanyakan orang yang terinfeksi virus COVID-19 akan mengalami penyakit pernapasan ringan hingga sedang atau pulih tanpa memerlukan perawatan khusus. Manula dan mereka yang memiliki masalah medis mendasar seperti penyakit kardiovaskular, diabetes, penyakit pernapasan kronis dan kanker lebih berpeluang untuk terserang virus(WHO, 2020a). Pada saat ini, tidak ada vaksin atau perawatan khusus untuk COVID-19. Namun, ada banyak uji klinis yang sedang dilakukan untuk menemukan pengobatan untuk penyakit

Coronavirus(WHO, 2020a). Secara global per 26 Juli 2020 terdapat 15.785.641 kasus dan 640.016 kematian(WHO, 2020b).

Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data harga emas dunia per Agustus 2000 hingga Juli 2020 yang diperoleh dari website Yahoo Finance. Data yang diambil merupakan data bulanan yakni harga emas dunia tiap awal bulan sehingga total banyak data yang dipergunakan adalah 241 data. Satuan data harga emas dunia adalah US\$/Troy ons, dimana 1 Troy ons setara dengan 31,1035 gram.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Statistika Deskriptif

Pembahasan akan diawali dengan membuat statistika deskriptif sebagai berikut:

Tabel 2. Statistika Deskriptif

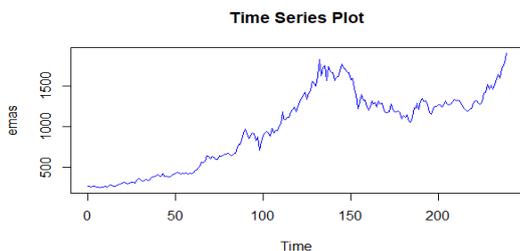
Rata-rata	978,62
Standar Deviasi	468,03
Nilai Minimum	257,9
Nilai Maksimum	1900,3
<i>Skewness</i>	-0,14
<i>Kurtosis</i>	-1,29

Informasi yang diperoleh dari Tabel 2 adalah rata-rata harga emas dunia adalah US\$978,62/Troy ons, dimana data menyebar sebesar US\$468,03/Troy ons dari rata-rata. Harga emas dunia paling rendah sebesar US\$257,9/Troy ons dan paling tinggi sebesar US\$1916,8/Troy ons, dengan nilai *kurtosis* sebesar -1,29 maka dapat dikatakan kurva *Platikurtik*, merupakan distribusi yang memiliki puncak hampir mendatar (nilai keruncingan < 3), serta *skewness* menunjukkan nilai negatif sebesar -0,14 atau nilai-nilai terkonsentrasi pada sisi sebelah kiri (terletak di sebelah kiri Mo), sehingga kurva memiliki ekor memanjang ke kiri, kurva menceng ke kiri atau menceng negatif untuk periode bulan Agustus 2000 hingga Juli 2020.

2. Time Series Plot

Time series plot dapat digunakan untuk melakukan perkiraan kasar dari bentuk model yang mungkin sesuai untuk data dengan melihat plot data harga emas dunia.

Berdasarkan Gambar 2, diketahui bahwa harga emas dunia mengalami fluktuasi meskipun demikian secara garis besar terlihat bahwa harga emas dunia mengikuti pola tren naik. Hal ini menunjukkan emas sebagai investasi aman yang perlu diramalkan dengan model ARIMA.



Gambar 2. *Time Series Plot*

Metode Prediksi ARIMA

Adapun tahapan untuk mendapatkan model ARIMA terbaik yaitu: prapemrosesan data, identifikasi model, estimasi model serta pengecekan diagnostik kesesuaian model dengan data serta pemilihan model terbaik.

Pada Gambar 2, terlihat data mengandung tren linier, yang selanjutnya dapat dikonfirmasi dengan uji akar unit dengan uji *Augmented Dickey-Fuller/ADF* (yang menyatakan adanya akar unit) atau dengan plot ACF/PACF, seperti berikut:

Hipotesis Uji akar unit dengan uji *Augmented Dickey-Fuller/ADF*

$$H_0: \rho = 0 \text{ (terdapat akar unit)}$$

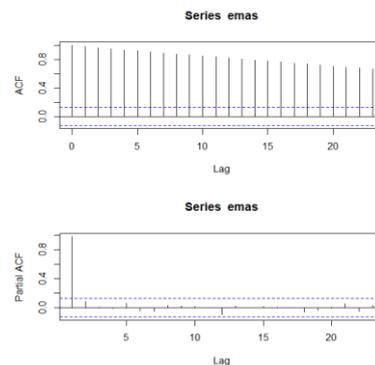
H_0 ditolak jika τ memiliki nilai kurang dari (lebih negatif) dari $\tau_{\alpha;db}$, namun karena τ memiliki nilai lebih dari (kurang negatif) dari $\tau_{\alpha;db}$ maka H_0

Tabel 3. Hasil pengujian akar unit dengan uji *Augmented Dickey-Fuller/ADF*

Data	τ	$\tau_{\alpha;db}$			Keputusan
		$\tau_{0,01;224}$	$\tau_{0,05;224}$	$\tau_{0,1;224}$	
Harga emas dunia (Agustus 2000-Juli 2020)	-1.7561	-3.99	-3.43	-3.13	Menerima H_0

diterima. Terdapat akar unit yang menandakan bahwa data belum stasioner.

Uji ADF menunjukkan bahwa

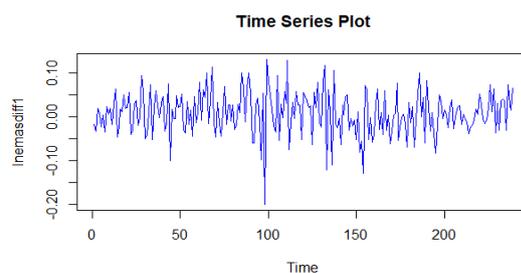


Gambar 3. *Plot ACF dan PACF data harga emas dunia (Agustus 2000-Juli 2020)*

hipotesis nol adanya akar unit dalam data (data tidak stasioner) diterima yang selanjutnya terkonfirmasi dari plot ACF yang meluruh secara lambat menuju nol.

Dengan demikian perlu dilakukan proses *differencing* dengan sebelumnya melakukan transformasi logaritma natural pada 240 data observasi harga emas dunia periode Agustus 2000 sampai dengan Juli 2020.

Gambar 4 berikut *plot* data hasil transformasi logaritma natural pada 240 data observasi harga emas dunia periode Agustus 2000 sampai dengan Juli 2020.



Gambar 4. Data hasil proses *differencing* logaritma natural harga emas dunia

Tabel 4. Hasil pengujian akar unit dengan uji Augmented Dickey-Fuller/ADF

Data	τ	$\tau_{\alpha;db}$			Keputusan
		$\tau_{0,01;224}$	$\tau_{0,05;224}$	$\tau_{0,1;224}$	
Data hasil proses differencing logaritma natural harga emas dunia	-5.4533	-3.99	-3.43	-3.13	Menolak H_0

Tabel 5. Hasil Penaksiran dan Pengujian Signifikansi Parameter

Model	Parameter	SE Parameter	t_{hitung}	$t_{tabel} = t(df = n - 1; \alpha = 2,5\%)$	Keputusan
ARIMA (0,1,1) dengan konstanta	$\hat{\theta}_1 = -0,1377$	0.0662	-2,08006	-1,9810 (digunakan - t_{tabel} sebagai pembanding)	Menolak H_0
	$\mu = 0,0080$	0.0026	3,076923	1,9810	Menolak H_0

Pada Gambar 4 terlihat bahwa data telah memenuhi asumsi kestasioneran data. Hal ini diperkuat dengan hasil uji akar unit dengan uji Augmented Dickey-Fuller/ADF sebagai berikut:

Hipotesis Uji akar unit dengan uji Augmented Dickey-Fuller/ADF

$H_0: \rho = 0$ (terdapat akar unit)

H_0 ditolak jika τ memiliki nilai kurang dari (lebih negatif) dari $\tau_{\alpha;db}$. Nilai τ diatas memiliki nilai kurang dari (lebih negatif) dari $\tau_{\alpha;db}$ maka H_0 ditolak. Tidak terdapat akar unit yang menandakan bahwa data telah stasioner.

Selanjutnya, proses identifikasi model ARIMA yang tepat untuk memodelkan data hasil proses differencing logaritma natural harga emas dunia sebagai berikut:

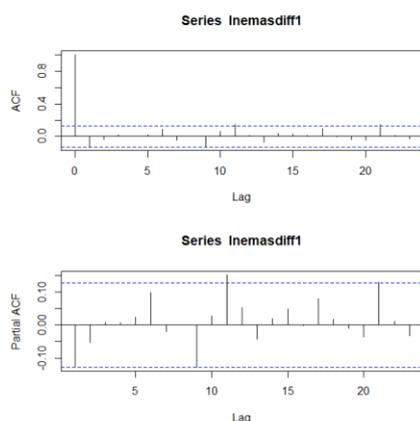
Pada Gambar 5(ACF) terlihat bahwa plot ACF signifikan pada lag ke-11 dan lag ke-21 dan Gambar 5(PACF) juga terlihat bahwa plot PACF signifikan pada lag ke-11 dan lag ke-21 sehingga model yang dicobakan pada data harga emas dunia adalah ARIMA(1,1,0), ARIMA(2,1,0), ARIMA(1,1,1), ARIMA(0,1,1) dan ARIMA(0,1,2). Berdasarkan hasil estimasi parameter dan pengujian signifikansi parameter, diperoleh model dengan semua parameter yang signifikan disajikan pada tabel 5 dengan keterangan:

- df atau derajat bebas pada t_{tabel} bernilai 238 sebab n pada model ini adalah 239. Banyak data harga emas dunia yang dipergunakan adalah 240 namun karena adanya proses differencing berakibat banyak data (n) menjadi 239 data.
- t_{tabel} untuk $t(df = 238; \alpha = 2,5\%)$ tidak tertera pada tabel, namun dapat diperoleh melalui proses interpolasi.

$$I = \frac{\text{range } t \text{ value}}{\text{range } df} (\text{current } df - \text{lowest } df)$$

Hasil interpolasi = $t \text{ min} - I$

Sehingga untuk memperoleh t_{tabel} pada uji statistik diatas :



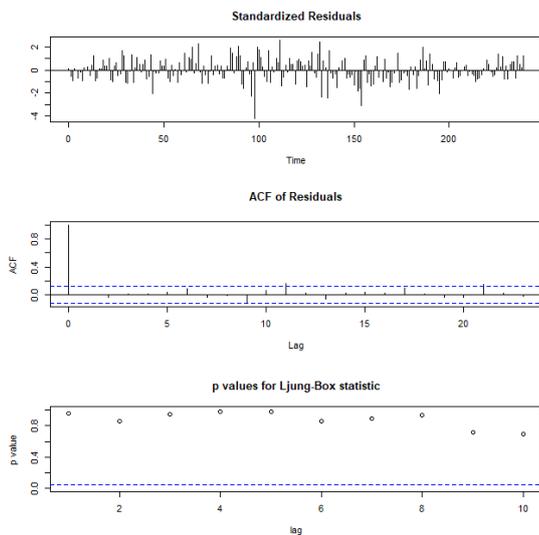
Gambar 5. Plot ACF dan PACF data hasil proses differencing logaritma natural harga emas dunia

$$I = \frac{t_{df=100;0,025} - t_{df=1000;0,025}}{1000 - 100} (238 - 100)$$

$$I = \frac{1,984 - 1,962}{900} \times 138 = 0,003373333$$

Hasil interpolasi = $1,984 - 0,003373333 = 1,980626667 \sim 1,9810$

Berdasarkan Tabel 5, selanjutnya dilakukan pemeriksaan diagnostik yang meliputi uji *white noise* dan distribusi normal pada galat.



Gambar 6. Plot ACF galat dan *p-values* untuk Ljung Box statistic

Pada Gambar 6, *plot* ACF menunjukkan bahwa residual model sudah memenuhi model *white noise* karena bernilai di bawah 10% (untuk *lag* lebih besar dari 1). Sedangkan nilai *p-value* Ljung-Box juga diatas garis batas 5%, yang menandakan hipotesis nol residual tidak mengandung korelasi serial diterima.

Pada Tabel 6 terlihat bahwa Model ARIMA(0,1,1) lulus uji pada pemeriksaan diagnostik sebab galat yang dihasilkan pada model ARIMA(0,1,1) memenuhi asumsi

white noise dan uji normalitas data. Artinya galat dari model ARIMA(0,1,1) merupakan model yang baik dari data harga emas dunia. Selanjutnya tidak dilakukan proses pemilihan model terbaik berdasarkan hasil perhitungan *AIC* maupun *SBC* dikarenakan hanya ada satu model yang lulus uji pemeriksaan diagnostik. Pengukuran ketepatan model dilakukan dengan perhitungan *MAPE* dihasilkan untuk model ARIMA(0,1,1) adalah 3,70%. Perhitungan *MAPE* menggunakan 240 data aktual yang dipergunakan dalam membangun model serta 240 data hasil prediksi yang diperoleh dari model (data tertera pada Lampiran 1).

Tabel 6. Pemeriksaan Diagnostik

Tabel 6. Pemeriksaan Diagnostik		
Model	<i>White noise</i>	Galat berdistribusi Normal
ARIMA (0,1,1) dengan konstanta	Memenuhi	Normal

Prediksi Model ARIMA

Berdasarkan Tabel 3, model ARIMA(0,1,1) dengan konstanta jika dituliskan dalam bentuk persamaan diperoleh model sebagai berikut:

$$(1 - B)\hat{Y}_t = 0,0081 - 0,1367\varepsilon_{t-1}$$

$$\text{dimana } \hat{Y}_t = \ln \hat{Z}_t$$

sehingga perhitungan nilai prediksi untuk Z_t adalah

$$\hat{Z}_t = \exp(\hat{Y}_t)$$

Keterangan:

\hat{Z}_t : prediksi harga emas dunia

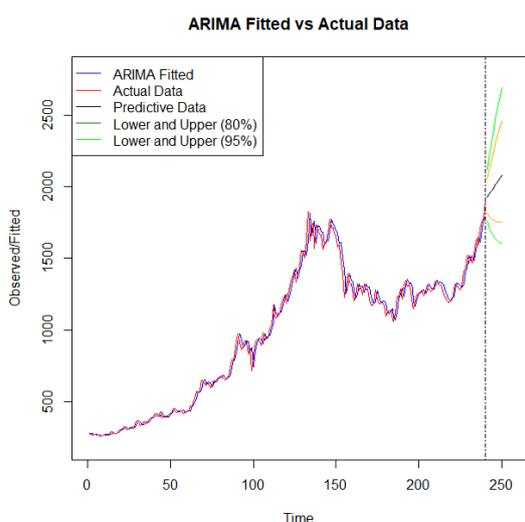
Pada Lampiran 1, ditampilkan hasil perhitungan nilai prediksi menggunakan

Tabel 7. Harga Emas Dunia (interval keyakinan 95%)

Waktu	Harga emas dunia (US\$/Troy ons)		
	Prediksi	Prediksi Terendah	Prediksi Tertinggi
1 Agustus 2020	1930,046	1758,346	2118,512
1 September 2020	1945,651	1720,322	2200,491
1 Oktober 2020	1961,381	1693,192	2272,050
1 November 2020	1977,240	1672,146	2338,002
1 Desember 2020	1993,227	1655,097	2400,434
1 Januari 2021	2009,343	1640,923	2460,478

model ARIMA(0,1,1) untuk data *in sample* maupun data *out sample*.

Berikut adalah plot data harga emas dunia, nilai penyuaiian *in sample*, serta nilai prediksi terendah dan prediksi tertinggi dengan interval keyakinan 95% dengan model ARIMA(0,1,1) di atas. Pada tabel 7 diperlihatkan hasil prediksi harga emas dunia per 1 Agustus 2020 hingga prediksi per 1 Januari 2021 mengalami kenaikan dengan rata-rata kenaikan sebesar 15,8594 US\$/Troy ons setiap bulannya.



Gambar 6. Plot data harga emas dunia, runtun tersuai dan prediksi harga emas dunia

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Model ARIMA (0,1,1) dengan konstanta adalah model ARIMA terbaik untuk memodelkan data aktual harga emas dunia periode Agustus 2000-Juli 2020 dimana per Januari 2020 dunia telah dilanda pandemi Covid-19 sehingga model ini dapat dipergunakan untuk prediksi harga emas dunia di masa pandemi Covid-19. Adapun MAPE dari model ini adalah sebesar 3,70%.
2. Model ARIMA (0,1,1) dengan konstanta menghasilkan prediksi harga emas dunia per Agustus 2020 hingga Januari 2021 berturut-turut sebesar 1930,046; 1945,651; 1961,381; 1977,240; 1993,227; 2009,343. Rata-rata kenaikan harga emas dunia per bulannya selama

periode ini (Agustus 2020 hingga Januari 2021) diperkirakan 15,8594 US\$/Troy ons emas

Saran

Berdasarkan hasil analisis menggunakan model prediksi ARIMA, saran yang diajukan peneliti untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Berdasarkan hasil penelitian ini diharapkan ada penelitian lanjutan yang mempergunakan model lainnya selain ARIMA yang dapat dipergunakan sebagai pembanding kesesuaian model untuk harga emas dunia.
2. Berdasarkan hasil prediksi harga emas dunia yang cenderung mengalami kenaikan (periode Agustus 2020 hingga Januari 2021), emas merupakan investasi yang aman dan menguntungkan di masa pandemi Covid-19.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, L. (2012). ARIMA Model for Gold Bullion Coin Selling Prices Forecasting. *International Journal of Advances in Applied Sciences*, 1(4). <https://doi.org/10.11591/ijaas.v1i4.1495>
- Baker, S., Bloom, N., Davis, S., & Terry, S. (2020). COVID-Induced Economic Uncertainty. *National Bureau of Economic Research*. <https://doi.org/10.3386/w26983>
- Bandyopadhyay, G. (2016). Gold Price Forecasting Using ARIMA Model. *Journal of Advanced Management Science*, March, 117–121. <https://doi.org/10.12720/joams.4.2.117-121>
- Fauziah, A., & Surya, M. E. (2016). Peluang investasi emas jangka panjang melalui produk pembiayaan BSM cicil emas (studi pada bank syariah mandiri K.C. Purwokerto). *Islamadina: Jurnal Pemikiran Islam*, 16(1), 57–73.
- Gujarati, D. N. (2004). *Basic Econometric* (4th ed.). The McGraw–Hill Companies.
- Ji, Q., Zhang, D., & Zhao, Y. (2020). Searching for safe-haven assets

during the COVID-19 pandemic. *International Review of Financial Analysis*, 71(April), 101526. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2020.101526>

- Rahmawati, Wahyuningsih, S., & Syaripuddin. (2019). Peramalan laju produksi minyak bumi provinsi kalimantan timur menggunakan metode dca dan arima. *Journal of Statistical Application and Computational Statistics*, 11 No 1, 73–86.
- Rosadi, D. (2006). *Pengantar Analisa Runtun Waktu*. Universitas Gadjah Mada.
- Rosadi, D. (2011). *Analisis Ekonometrika & Runtun Waktu Terapan dengan R*. Penerbit ANDi.
- WHO. (2020a). *Coronavirus*. https://www.who.int/health-topics/coronavirus#tab=tab_1
- WHO. (2020b). Coronavirus disease (COVID-19): Situation Report – 188. *WHO*, July. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/situation-reports>
- Widarjono, A. (2007). *Ekonometrika: Teori dan Aplikasi untuk Ekonomi dan Bisnis*. Ekonisia.
- Yulianti, N., & Silvy, M. (2013). Sikap Pengelola Keuangan Dan Perilaku Perencanaan Investasi Keluarga Di Surabaya. *Journal of Business and Banking*, 3(1), 57–68.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perbandingan Data Aktual dengan Data Prediksi Harga Emas Dunia *In Sample*

Data aktual harga emas dunia bulan Agustus 2000 - Juli 2020												
[1]	278,3	273,6	264,9	270,1	272,0	265,6	266,8	257,9	264,0	265,3	270,6	266,2
[13]	274,4	292,4	279,5	273,9	278,7	282,1	296,7	302,6	308,9	326,5	313,5	303,2
[25]	312,4	323,9	318,0	316,8	347,6	368,3	350,2	335,9	339,1	364,5	346,0	354,0
[37]	375,7	385,4	384,5	396,8	415,7	402,2	396,4	427,3	387,0	394,0	392,6	391,0
[49]	410,4	418,7	428,5	451,3	437,5	421,8	436,5	428,7	435,0	416,3	435,9	429,9
[61]	433,8	469,0	465,1	494,6	517,1	570,8	561,6	581,8	651,8	642,5	613,5	634,2
[73]	625,9	598,6	604,1	646,9	635,2	652,0	669,4	663,0	680,5	661,0	648,1	666,9
[85]	673,0	742,8	792,0	782,2	834,9	922,7	972,1	916,2	862,8	887,3	926,2	913,9
[97]	829,3	874,2	716,8	816,2	883,6	927,3	941,5	922,6	890,7	978,8	927,1	953,7
[109]	951,7	1.008,0	1.039,7	1.181,1	1.095,2	1.083,0	1.118,3	1.113,3	1.180,1	1.212,2	1.245,5	1.181,7
[121]	1.248,3	1.307,8	1.357,1	1.385,0	1.421,1	1.333,8	1.409,3	1.438,9	1.556,0	1.535,9	1.502,3	1.628,3
[133]	1.828,5	1.620,4	1.724,2	1.745,5	1.565,8	1.737,8	1.709,9	1.669,3	1.663,4	1.562,6	1.603,5	1.610,5
[145]	1.684,6	1.771,1	1.717,5	1.710,9	1.674,8	1.660,6	1.577,7	1.594,8	1.472,2	1.392,6	1.223,8	1.312,4
[157]	1.396,1	1.326,5	1.323,6	1.250,6	1.201,9	1.240,1	1.321,4	1.283,4	1.295,6	1.245,6	1.321,8	1.281,3
[169]	1.285,8	1.210,5	1.171,1	1.175,2	1.183,9	1.278,5	1.212,6	1.183,1	1.183,5	1.189,4	1.172,1	1.094,9
[181]	1.131,6	1.115,5	1.141,5	1.065,8	1.060,3	1.117,3	1.233,9	1.234,2	1.289,2	1.214,8	1.318,4	1.349,0
[193]	1.306,9	1.318,8	1.271,5	1.170,8	1.150,0	1.208,6	1.252,6	1.247,3	1.266,1	1.272,0	1.240,7	1.266,6
[205]	1.316,2	1.281,5	1.267,0	1.277,9	1.306,3	1.339,0	1.315,5	1.322,8	1.316,2	1.300,1	1.251,3	1.223,7
[217]	1.200,3	1.191,5	1.212,3	1.220,2	1.284,7	1.319,7	1.312,8	1.293,0	1.282,8	1.310,2	1.409,7	1.426,1
[229]	1.519,1	1.465,7	1.511,4	1.465,6	1.520,0	1.582,9	1.642,5	1.592,4	1.713,4	1.755,1	1.781,2	1.900,3

Data peramalan harga emas dunia bulan Agustus 2000 - Juli 2020												
[1]	276,7	280,5	276,7	268,6	272,1	274,2	268,9	269,2	261,5	265,8	267,5	272,3
[13]	269,2	275,9	292,4	283,5	277,4	280,8	284,2	297,3	304,3	310,7	326,9	317,9
[25]	307,6	314,3	325,2	321,5	320,0	346,4	368,1	355,5	341,3	342,1	364,2	351,3
[37]	356,5	376,0	387,2	388,0	398,8	416,7	407,4	401,1	427,0	395,4	397,4	396,4
[49]	394,9	411,5	421,1	430,9	452,0	443,0	428,1	438,8	433,5	438,3	422,6	437,5
[61]	434,4	437,4	468,3	469,3	495,0	518,1	567,8	567,0	584,4	647,2	648,3	623,2
[73]	637,8	632,6	608,0	609,5	646,8	641,9	655,8	672,9	669,7	684,5	669,5	656,3
[85]	670,8	678,1	739,4	790,9	789,7	835,2	917,5	972,2	931,2	878,9	893,3	929,0
[97]	923,3	848,4	877,6	743,0	812,2	880,4	928,1	947,2	933,4	903,7	975,9	941,2
[109]	959,6	960,5	1.009,4	1.043,8	1.170,5	1.114,2	1.096,0	1.124,2	1.123,8	1.181,6	1.217,7	1.251,6
[121]	1.200,7	1.251,6	1.310,4	1.361,4	1.392,9	1.428,6	1.357,3	1.413,3	1.446,9	1.552,9	1.550,6	1.521,0
[133]	1.626,1	1.813,7	1.659,0	1.728,9	1.757,2	1.603,7	1.732,5	1.726,8	1.690,6	1.680,5	1.591,1	1.614,7
[145]	1.624,1	1.689,6	1.773,8	1.739,0	1.728,6	1.695,7	1.678,8	1.604,1	1.608,9	1.502,3	1.418,6	1.259,0
[157]	1.315,4	1.395,9	1.346,6	1.337,4	1.272,4	1.221,1	1.247,4	1.321,5	1.299,0	1.306,5	1.263,9	1.324,3
[169]	1.297,5	1.297,8	1.232,0	1.188,8	1.186,5	1.193,8	1.276,7	1.231,1	1.199,2	1.195,2	1.199,8	1.185,3
[181]	1.115,9	1.138,5	1.127,7	1.148,8	1.085,5	1.072,3	1.119,9	1.227,3	1.243,2	1.293,1	1.235,2	1.317,1
[193]	1.355,4	1.324,1	1.330,1	1.289,7	1.196,1	1.165,5	1.212,3	1.257,0	1.258,7	1.275,3	1.282,7	1.256,4
[205]	1.275,4	1.321,1	1.297,2	1.281,4	1.288,7	1.314,4	1.346,3	1.330,3	1.334,5	1.329,3	1.314,6	1.270,0
[217]	1.239,9	1.215,4	1.204,4	1.221,0	1.230,1	1.287,3	1.325,8	1.325,2	1.307,8	1.296,6	1.318,9	1.408,1
[229]	1.435,1	1.519,4	1.484,8	1.519,9	1.484,8	1.527,3	1.587,8	1.648,0	1.612,8	1.712,9	1.763,3	1.793,1

