

Penerapan Metode *ARIMA* untuk Meramalkan Harga Emas Terhadap Mata Uang Dolar Amerika Serikat

NA Mentacem^{#1}, Arnellis^{*2}, Yenni Kurniawati^{*3}

[#]*Student of Mathematics Department State University of Padang, Indonesia*

^{*}*Lecturers of Mathematics Department State University of Padang, Indonesia*

¹namentacem@gmail.com

²arnellis_unp@yahoo.co.id

³yenni.mathunp@gmail.com

Abstract—Gold is one of precious metals group which has high value and often to be used as a investment object. Meanwhile, United States Dollar (USD) is the most stable currency among all of currencies in the world at this time. Gold and USD are the best investment object for keep our wealth from inflation. Based on these facts, it is necessary to forecast the price of gold in USD. The forecasting method that is used in this research is *ARIMA* method. The goal of this research is to get the prediction of gold price in USD in the future based on the price of gold from year 2009 to 2016 .The result of this research indicates that the *ARIMA (1,1,1)* model as the best model for forecasting. The complete equation is $X_t = -0,6559X_{t-1} + X_{t-1} + 0,6559X_{t-2} + 4,888 + e_t + 0,9712e_{t-1}$. Based on this model, the gold price in 2017 is going to increase. The prediction of gold's price in January 2017 is USD 1,128 for every an ounce gold, and the price of gold in December is predicted will be at the point USD 1,171 for an ounce.

Keywords—Gold Price, United States Dollar, *ARIMA*, Invesment

Abstrak – Emas merupakan salah satu logam mulia yang bernilai tinggi dan banyak digunakan sebagai obyek investasi. Sedangkan dolar Amerika Serikat (USD) merupakan mata uang yang paling stabil diantara semua mata uang yang ada di dunia saat ini. Emas dan USD merupakan obyek investasi yang bagus untuk menjaga nilai kekayaan. Berdasarkan fakta tersebut, diperlukan suatu analisis masa depan mengenai harga emas terhadap USD. Metode peramalan yang digunakan yaitu metode *ARIMA*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan ramalan harga emas terhadap mata uang Dolar Amerika (USD) untuk masa yang akan datang berdasarkan data harga emas terhadap USD tahun 2009-2016. Hasil yang didapatkan pada penelitian ini yaitu diperoleh model *ARIMA (1,1,1)* sebagai model yang paling tepat untuk peramalan. Bentuk modelnya yaitu $X_t = -0,6559X_{t-1} + X_{t-1} + 0,6559X_{t-2} + 4,888 + e_t + 0,9712e_{t-1}$. Berdasarkan model ini diperoleh perkiraan harga emas untuk tahun 2017 mengalami peningkatan. Ramalan harga emas bulan Januari 2017 adalah USD 1128 per oz. Sedangkan harga emas pada akhir 2017 diperkirakan sebesar USD 1171 per oz.

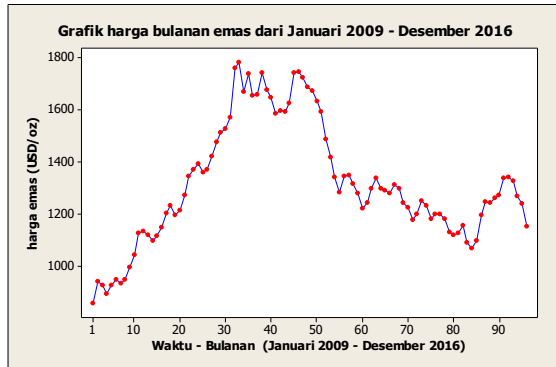
Kata kunci –Harga Emas, Dolar Amerika Serikat, *ARIMA*, Investasi

PENDAHULUAN

Emas merupakan salah satu logam mulia yang bernilai tinggi. Oleh karena itu emas banyak digunakan sebagai obyek investasi. Sedangkan dolar Amerika Serikat (USD) merupakan mata uang resmi negara Amerika Serikat dan juga digunakan sebagai cadangan devisa di luar Amerika Serikat. USD dipandang sebagai mata uang yang paling stabil disbanding mata uang negara-negara lain saat ini. Emas dan USD merupakan obyek investasi yang bagus untuk menjaga nilai kekayaan. Bagi rakyat Indonesia, mereka bekerja dan menerima upah atau gaji hasil pekerjaannya dalam bentuk rupiah. Uang tersebut sebagian disimpan sebagai persediaan untuk kebutuhan dan keinginan masa depan. Namun masalahnya adalah nilai rupiah cenderung tidak stabil dan sering mengalami penurunan atau inflasi. Sehingga untuk mengantisipasi hal

tersebut, uang simpanan tersebut perlu dipindahkan ke dalam bentuk lain. Diantara alternatif terbaik yaitu dalam bentuk emas dan dalam bentuk dolar Amerika Serikat. Perubahan yang terjadi pada harga emas terhadap USD ditentukan oleh tingkat permintaan dan penawaran emas itu sendiri. Fluktuasi yang tajam dan sering terjadi pada harga emas terhadap dolar tentu akan menyulitkan para pelaku ekonomi yang berkepentingan dalam mengambil kebijakan keuangan mereka. Untuk memilih ke dalam bentuk apa harta yang disimpan itu sebaiknya itu diinvestasikan, diperlukan suatu analisis masa depan mengenai harga emas terhadap USD.

Berdasarkan data harga emas bulanan dari Januari 2009 sampai Desember 2016 terhadap USD, didapatkan plot datanya sebagai berikut:



Gambar 1. Harga Bulanan Emas terhadap USD Tahun 2009 – 2016

Berdasarkan plot data terlihat bahwa harga emas naik dan turun, artinya data tidak stasioner pada nilai tengahnya. Nilai tengah harga bulanan emas pada Gambar 1 yaitu sekitar USD 1315 per oz. Pada Gambar 1 terlihat adanya perubahan nilai tengah dari waktu ke waktu. Oleh karena itu deret berkala tersebut mempunyai nilai tengah yang tidak stasioner. Salah satu metode metode peramalan yang cocok digunakan untuk data yang tidak stasioner yaitu metode *ARIMA*.

Peramalan ini dapat memberikan gambaran mengenai harga emas terhadap Dolar Amerika Serikat di masa mendatang. Hasil peramalan diharapkan dapat membantu masyarakat dalam mengambil kebijakan terkait dimana mereka akan menginvestasikan hartanya, khususnya para pelaku ekonomi.

Beberapa persamaan yang digunakan dalam metode *ARIMA* yaitu:

1. Persamaan untuk melakukan pembedaan (*differencing*)

$$X'_t = X_t - X_{t-1}$$

2. Persamaan untuk melihat nilai ACF

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (X_t - \bar{X})(X_{t+k} - \bar{X})}{\sum_{t=1}^n (X_t - \bar{X})^2}$$

3. Persamaan untuk melihat nilai PACF

$$\Phi_{kk} = \frac{r_k - \sum_{j=1}^{k-1} \Phi_{k-1,j} r_{k-j}}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} \Phi_{k-1,j} r_j}$$

4. Persamaan untuk mencari taksiran awal paramater AR

$$\rho_p = \Phi_1 \rho_{p-1} + \Phi_2 \rho_{p-2} + \dots + \Phi_p$$

5. Persamaan untuk mencari taksiran awal parameter MA

$$\rho_k = \begin{cases} \frac{-\theta_k + \theta_1 \theta_{k+1} + \dots + \theta_{q-k} \theta_q}{1 + \theta_1^2 + \dots + \theta_q^2}, & k = 1, 2, \dots, q \\ 0, & k > q \end{cases}$$

6. Persamaan untuk melihat besar kesalahan model

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (X_t - F_t)^2}{n}$$

7. Persamaan yang akan digunakan dalam peramalan $(1 - B)^d (1 - \Phi_1 B - \Phi_2 B^2 - \dots - \Phi_p B^p) X_t = \mu' + (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q) e_t$

METODE

Penelitian ini adalah penelitian terapan. Penelitian ini diawali dengan mempelajari konsep tentang metode *ARIMA* dan dilanjutkan dengan penerapannya. Selanjutnya dilakukan pengambilan data dan dilakukan analisis terhadap data dengan menggunakan metode *ARIMA*. Tahap pertama data dianalisis untuk mendapatkan model *ARIMA* yang terbaik untuk peramalan. Tahap-tahap untuk mendapatkan model *ARIMA* yaitu:

Tahap I : Identifikasi

- a. Memeriksa kestasioneran data dengan memplot data terhadap waktu sebagai alat bantu visual untuk melihat pola data dan membuat serta menganalisa plot ACF dengan menggunakan persamaan (2).
- b. Melakukan proses pembedaan (*differencing*) dengan menggunakan persamaan (1)
- c. Menentukan model sementara dengan mengamati pola plot ACF dan PACF dengan menggunakan persamaan (2) dan (3).
- d. Melakukan *overfitting* terhadap model sementara.

Tahap II : Penaksiran dan pengujian parameter

- a. Mencari taksiran awal parameter masing-masing model menggunakan persamaan (4) dan (5).
- b. Memilih model yang sesuai dengan menggunakan uji parameter dan melihat nilai MSE terkecil dengan menggunakan persamaan (6).

Tahap III : Pemeriksaan Diagnostik

- a. Membuat dan menganalisis plot RACF dan RPACF

Tahap IV : Peramalan dan perbandingan dengan data aktual yang sudah tersedia dengan persamaan (7)

Setelah mendapatkan model *ARIMA* yang lolos pada tahap-tahap di atas, langkah selanjutnya yaitu melakukan peramalan dan membandingkan hasil ramalan dari model-model yang lolos tersebut dengan data aktual yang sudah tersedia. Model *ARIMA* yang memiliki nilai kesalahan ramalan yang paling kecil kemudian digunakan untuk peramalan harga emas di masa depan. Sehingga akhirnya diperoleh ramalan harga bulanan emas terhadap dolar Amerika Serikat dengan menggunakan model *ARIMA* yang paling tepat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan data sekunder. Data yang digunakan adalah data deret berkala harga rata-rata bulanan emas terhadap mata uang Dolar Amerika Serikat (USD) dari awal tahun 2009 sampai dengan akhir tahun 2016. Data harga emas terhadap dolar Amerika Serikat tersebut diambil dari situs resmi bank sentral Jerman, Deutsche Bundesbank (<https://www.bundesbank.de>). Jumlah data adalah 96 data yang merupakan data harga bulanan emas terhadap dolar Amerika Serikat untuk setiap 1 oz (1 oz = 31,1 gram). Data yang diperoleh disajikan pada tabel berikut.

Tabel I
 DATA HARGA BULANAN EMAS TERHADAP USD DARI
 TAHUN 2009 SAMPAI TAHUN 2016

BLN	TAHUN							
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1	858	1120	1360	1656	1672	1243	1249	1096
2	940	1096	1371	1743	1631	1299	1231	1195
3	926	1116	1423	1675	1591	1337	1181	1246
4	893	1148	1474	1649	1486	1299	1198	1241
5	927	1204	1512	1585	1416	1289	1198	1260
6	948	1232	1528	1596	1343	1278	1182	1274
7	934	1196	1569	1593	1284	1313	1132	1337
8	950	1213	1760	1626	1345	1297	1118	1341
9	996	1271	1781	1742	1348	1241	1125	1327
10	1044	1343	1668	1746	1314	1224	1157	1269
11	1126	1372	1736	1724	1277	1176	1088	1240
12	1135	1394	1653	1687	1222	1200	1068	1152

Catatan: Harga dalam USD / Oz
 Sumber: Deutsche Bundesbank(2016)

A. Deskripsi Data

Harga emas cenderung mengalami kenaikan sejak tahun 2009 sampai tahun 2011. Harga emas pada Januari 2009 adalah USD 857.7 per 1 ons (oz) dimana itu merupakan harga terendah. Selanjutnya harga emas mengalami kenaikan sejak awal 2009 sampai akhir 2011. Harga emas tertinggi terjadi pada bulan September 2011, yaitu sebesar USD 1780.9 per oz. Selama satu tahun berikutnya, harga emas berada di atas USD 1600 per oz. Dari tahun 2013 sampai akhir tahun 2015 harga emas cenderung mengalami penurunan. Rata-rata harga emas dari tahun 2009 sampai tahun 2016 yaitu USD 1315,3 per oz.

B. Penentuan Model ARIMA

1. Identifikasi

a. Memeriksa kestasioneran data

Pemeriksaan kestasioneran dilakukan dengan memplot data agar dapat dilihat polanya. Data pada Tabel 1 kemudian diplot untuk memudahkan melihat pola data. Hasil plot adalah seperti Gambar 1 (pada halaman sebelumnya).

Pada Gambar 1 terlihat adanya pola tren pada data. Terdapat tren naik dan juga turun dalam jangka waktu tertentu. Tren naik terjadi sejak awal tahun 2009 sampai akhir tahun 2011. Sedangkan tren turun terjadi sejak awal tahun 2013 sampai akhir tahun 2015. Pola ini menunjukkan bahwa data tidak stasioner pada nilai tengahnya karena pada data terjadi naik turun yang jauh dari sekitar nilai tengahnya, yaitu USD 1315,3 per oz.. Penentuan bahwa data stasioner atau tidak belum cukup hanya dengan melihat plot data saja. Penentuan bahwa data tidak stasioner perlu dibuktikan dengan melihat pola nilai fungsi autokorelasi dari data. Oleh karena itu perlu dihitung nilai fungsi autokorelasi (ACF) dari data.

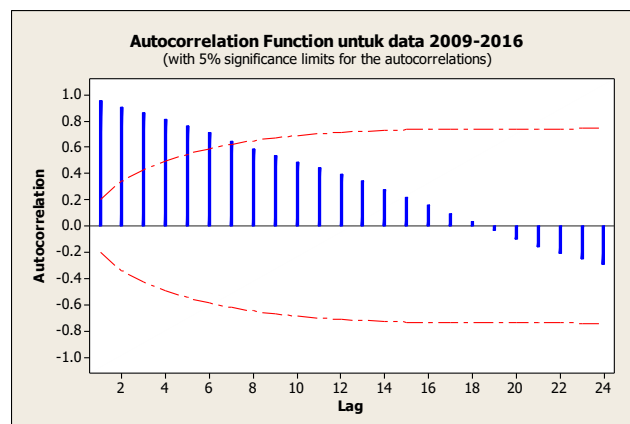
Jumlah maksimum dugaan ACF adalah $\frac{96}{4} = 24$. Dugaan ACF dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2). Nilai dugaan ACF adalah

$$r_1 = 0,953335$$

$$r_2 = 0,905297$$

$$r_3 = 0,857718$$

Dengan menggunakan perangkat lunak minitab 14, dapat diperoleh nilai dugaan ACF seterusnya sampai lag 24. Nilai dugaan ACF kemudian diplot untuk melihat pola ACF data. Hasil plot dari nilai dugaan ACF dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Plot ACF Data Harga Bulanan Emas terhadap USD

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa nilai autokorelasi berbeda signifikan dari nol untuk beberapa lag pertama dan menunjukkan tren searah diagonal dari kanan ke kiri. Hal ini menunjukkan bahwa data tidak stasioner. Untuk membuat data menjadi stasioner dilakukan pembedaan pertama terhadap data.

b. Pembedaan pertama terhadap data

Pembedaan (*differencing*) pertama terhadap data dilakukan untuk menghilangkan ketidakstasioneran data pada nilai tengahnya. Pembedaan pertama dilakukan dengan menggunakan persamaan (1), yaitu

$$X'_t = X_t - X_{t-1}$$

Untuk $t = 2, 3, 4, \dots, 96$ didapatkan hasil sebagai berikut

$$X'_2 = X_2 - X_1 = 939,76 - 857,73 = 82,03$$

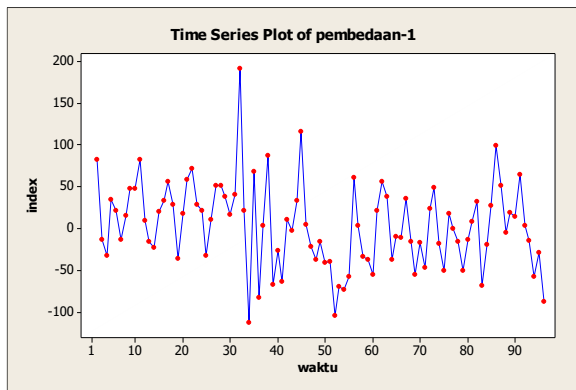
$$X'_3 = X_3 - X_2 = 925,99 - 939,76 = -13,77$$

$$X'_4 = X_4 - X_3 = 892,66 - 925,99 = -33,33$$

$$\vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots$$

$$X'_{96} = X_{96} - X_{95} = 1152,17 - 1240,29 = -88,12$$

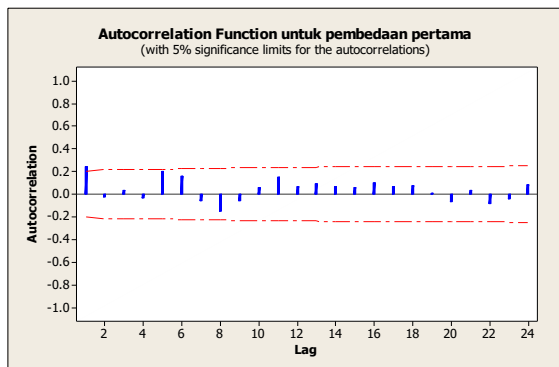
Data hasil pembedaan pertama kemudian diplot untuk memudahkan melihat polanya. Dari plot data tersebut dapat dilihat secara visual apakah data sudah stasioner dalam nilai nilai tengah atau belum. Plot hasil pembedaan pertama dari data harga bulanan emas adalah seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Plot pembedaan pertama dari data harga bulanan emas terhadap USD tahun 2009 – 2016

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa dengan pembedaan pertama tidak ada lagi pola tren pada data. Hal ini mengindikasikan bahwa data sudah stasioner pada nilai tengahnya. Penentuan bahwa data sudah stasioner hanya dengan mengamati plot data mungkin agak ceroboh. Oleh karena itu diperlukan analisis terhadap pola plot ACF dari pembedaan pertama tersebut.

Hasil plot pola ACF dari data hasil pembedaan pertama data harga bulanan emas dari 2009 sampai 2016 seperti pada gambar di bawah ini:

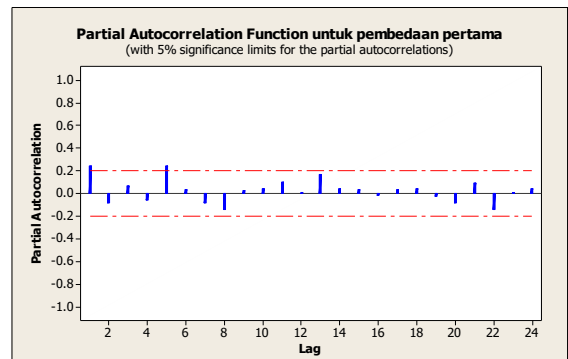


Gambar 4. Plot ACF pembedaan pertama dari data harga bulanan emas terhadap USD dari tahun 2009 – 2016

Berdasarkan pola ACF Gambar 4 dapat dilihat bahwa nilai autokorelasi langsung turun mendekati nol setelah lag pertama. Hal ini menunjukkan bahwa data sudah stasioner. Pola plot ACF juga menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh musiman pada data. Dari plot data hasil pembedaan pertama juga dapat dilihat bahwa tidak terjadi perubahan amplitudo grafik yang signifikan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa data juga sudah stasioner pada ragamnya dan tidak perlu dilakukan transformasi logaritma.

c. Menentukan model sementara

Model sementara dapat ditentukan dengan melihat pola ACF dan PACF. Pola ACF dapat dilihat pada gambar 4. Sedangkan untuk melihat pola PACF, perlu diduga nilai PACF terlebih dahulu. Nilai dugaan PACF dari data hasil pembedaan pertama dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (4). Hasil plot nilai PACF dari data hasil pembedaan pertama terhadap data harga bulanan emas dari 2009 sampai 2016 dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Plot PACF pembedaan pertama dari data harga bulanan emas terhadap USD dari tahun 2009 - 2016

Berdasarkan pola ACF dan PACF dapat ditentukan model sementara untuk data harga bulanan emas terhadap USD. Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa pola nilai ACF dan PACF mendekati nol secara eksponensial. Berdasarkan nilai ACF dan PACF tersebut dapat ditentukan model sementara *ARIMA* dengan orde *AR* (p) = 1 dan orde *MA* (q) = 1. Sedangkan pembedaan pertama yang dilakukan sebanyak satu kali menunjukkan orde pembedaan (d) = 1.

Sehingga model *ARIMA* sementara yaitu *ARIMA* (1,1,1). Selanjutnya dilakukan *overfitting* terhadap model sementara dengan cara mencoba orde *AR* (p) dan orde *MA* (q) yang lain. Biasanya jarang diperlukan nilai p dan q selain dari 0, 1, dan 2. Sehingga dari *overfitting*, diperoleh *ARIMA* (1,1,2), *ARIMA* (2,1,1), dan *ARIMA* (2,1,2).

2. Penaksiran dan pengujian parameter

Setelah diperoleh beberapa model dari tahap identifikasi, selanjutnya dilakukan penaksiran parameter untuk model-model tersebut. Penaksiran nilai awal parameter *AR* dan *MA* dilakukan dengan menggunakan persamaan (5) dan (6). Selanjutnya membiarkan algoritma yang tersedia di komputer (minitab 14) untuk mendekati parameter yang optimal secara cepat.

Setelah parameter masing-masing model didapat, parameter tersebut diuji keberartiannya dengan menggunakan uji *p-value*. Untuk *p-value* parameter yang kecil dari alfa (α), dimana $\alpha = 0,05$, disimpulkan bahwa parameter tersebut berpengaruh signifikan terhadap model. Jika $p\text{-value} > \alpha$, disimpulkan bahwa parameter tersebut tidak berarti signifikan terhadap model. Hasil uji keberartian parameter selengkapnya juga dilampirkan pada Lampiran 5.

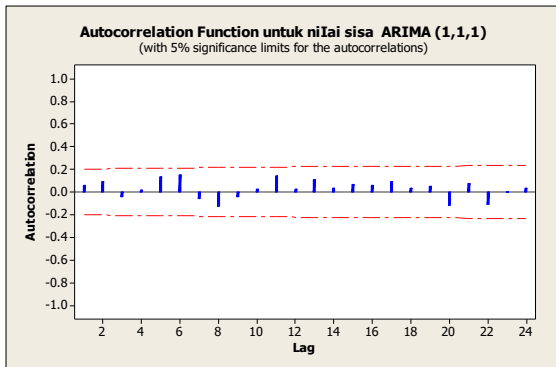
Berdasarkan hasil uji *p-value*, diperoleh model yang memenuhi uji keberartian parameter *AR* dan *MA* adalah model *ARIMA* (1,1,1) dan *ARIMA* (1,1,2). Selanjutnya dilihat model yang memiliki nilai MSE terkecil. Model *ARIMA* (1,1,1) memiliki nilai MSE sebesar 2220. Sedangkan model *ARIMA* (1,1,2), memiliki MSE sebesar 2223. Oleh karena perbedaan MSE yang relatif kecil, model *ARIMA* (1,1,1) dan model *ARIMA* (1,1,2) dilanjutkan pada tahap pengujian berikutnya. Selengkapnya mengenai nilai *p-value* dan MSE model *ARIMA* (1,1,1) dan model *ARIMA* (1,1,2) adalah sebagai berikut:

Model	Parameter	P-value	MSE
ARIMA (1,1,1)	$\phi_1 = -0,6559$ $\theta_1 = -0,9712$ $C = 4,888$	0,000 0,000	2220
ARIMA (1,1,2)	$\phi_1 = -0,7228$ $\theta_1 = -1,0936$ $\theta_2 = -0,1094$ $C = 4,51$	0,000 0,000 0,000	2223

3. Pemeriksaan Diagnostik

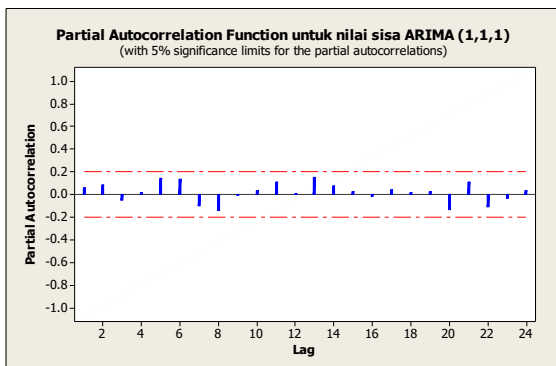
Setelah diperoleh dua model yang lolos tahap pengujian sebelumnya, selanjutnya dilakukan pemeriksaan diagnostik. Pemeriksaan diagnostik dilakukan untuk membuktikan bahwa model sudah cukup memadai. Pemeriksaan diagnostik dilakukan dengan cara mengamati nilai autokorelasi dari nilai sisa (RACF) dan nilai autokorelasi parsial dari nilai sisa (RPACF). Model yang baik yaitu model yang RACF dan RPACF nya tidak berbeda signifikan dari nol.

Nilai autokorelasi dari residual (RACF) dihitung dengan menggunakan persamaan (3). Plot RACF model ARIMA (1,1,1) adalah seperti gambar berikut:



Gambar 6. Plot RACF Model ARIMA (1,1,1)

Selanjutnya nilai autokorelasi parsial nilai sisa (RPACF) dihitung dengan menggunakan persamaan (4). Hasil plot nilai RPACF model ARIMA (1,1,1) adalah sebagai berikut



Gambar 7. Plot RPACF model ARIMA (1,1,1)

Berdasarkan plot nilai RACF dan RPACF, terlihat bahwa nilai RACF dan RPACF tidak berbeda signifikan

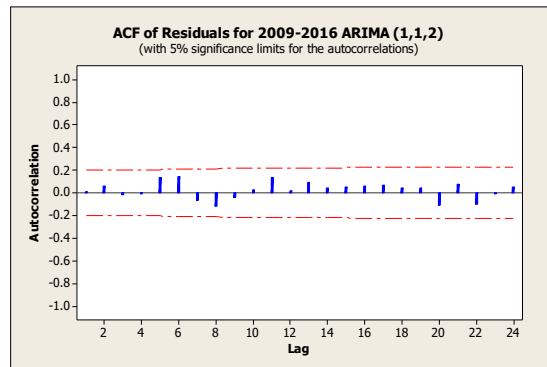
dari nol. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model ARIMA (1,1,1) sudah cukup memadai.

Berdasarkan hasil tahap identifikasi, tahap penaksiran dan pengujian parameter, dan tahap pemeriksaan diagnostik, didapatkan model ARIMA (1,1,1) yang lolos sebagai model yang akan digunakan dalam peramalan. Dimana parameter AR (ϕ_1) = -0,6559, parameter MA (θ_1) = -0,9712, dan konstanta = 4,888.

Dengan menggunakan persamaan (1), selengkapnya persamaan ARIMA (1,1,1) untuk data harga bulanan emas terhadap USD adalah

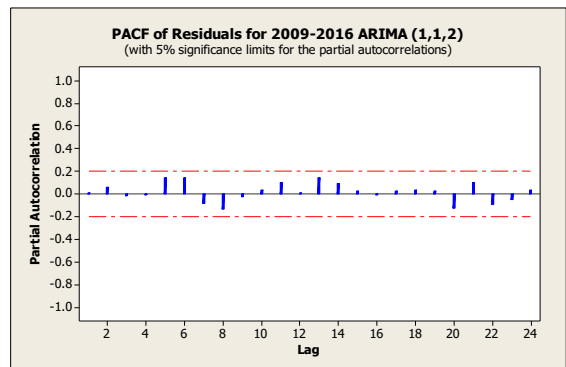
$$\begin{aligned}
 (1 - B)(1 - \phi_1 B)X_t &= \mu' + (1 - \theta_1 B)e_t \\
 (1 - \phi_1 B - B + \phi_1 B^2)X_t &= \mu' + e_t - \theta_1 B e_t \\
 X_t - \phi_1 B X_t - B X_t + \phi_1 B^2 X_t &= \mu' + e_t - \theta_1 B e_t \\
 X_t &= \mu' + \phi_1 X_{t-1} + X_{t-1} - \phi_1 X_{t-2} + e_t - \theta_1 e_{t-1} \\
 X_t &= 4,888 - 0,6559 X_{t-1} + X_{t-1} + 0,6559 X_{t-2} \\
 &\quad + e_t + 0,9712 e_{t-1}
 \end{aligned}$$

Untuk model ARIMA (1,1,2), nilai autokorelasi dari residual (RACF) dihitung dengan menggunakan persamaan (3). Nilai RACF kemudian diplot untuk melihat apakah ada nilai RACF yang berbeda signifikan dari nol atau tidak. Plot RACF model ARIMA (1,1,2) adalah seperti gambar berikut.



Gambar 8. Plot RACF Model ARIMA (1,1,2)

Selanjutnya nilai autokorelasi parsial nilai sisa (RPACF) dihitung dengan menggunakan persamaan (4). Hasil plot nilai RPACF model ARIMA (1,1,2) adalah sebagai berikut



Gambar 9. Plot RPACF model ARIMA (1,1,2)

Berdasarkan plot nilai RACF dan RPACF, terlihat bahwa nilai RACF dan RPACF tidak berbeda signifikan

dari nol. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model *ARIMA* (1,1,2) juga cukup memadai.

Berdasarkan hasil tahap identifikasi, tahap penaksiran dan pengujian parameter, dan tahap pemeriksaan diagnostik, didapatkan model *ARIMA* (1,1,2) juga lolos sebagai model yang akan digunakan dalam peramalan. Dimana parameter *AR* (ϕ_1) = -0,7228, *MA* (θ_1) = -1,0936, parameter *MA* (θ_2) = -0,1094, dan konstanta = 4,51.

Dengan menggunakan persamaan (1), selengkapnya persamaan *ARIMA* (1,1,2) untuk data harga bulanan emas terhadap USD tahun 2009 – 2016 adalah

$$(1 - B)^d(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p)X_t = \mu' + (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q)e_t$$

Untuk *ARIMA* (1,1,2), $p = 1, d = 1, q = 2$

$$\begin{aligned} (1 - B)(1 - \phi_1 B)X_t &= \mu' + (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2)e_t \\ (1 - \phi_1 B - B + \phi_1 B^2)X_t &= \mu' + e_t - \theta_1 B e_t - \theta_2 B^2 e_t \\ X_t - \phi_1 B X_t - B X_t + \phi_1 B^2 X_t &= \mu' + e_t - \theta_1 B e_t - \theta_2 B^2 e_t \\ X_t - \phi_1 X_{t-1} - X_{t-1} + \phi_1 X_{t-2} &= \mu' + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} \\ X_t - \phi_1 X_{t-1} + X_{t-1} - \phi_1 X_{t-2} + \mu' + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} \\ X_t &= \mu' + \phi_1 X_{t-1} + X_{t-1} - \phi_1 X_{t-2} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} \\ X_t &= 4,51 + (-0,7228)X_{t-1} + X_{t-1} - 0,7228X_{t-2} + e_t \\ &\quad - (-1,0936)e_{t-1} - (-0,1094)e_{t-2} \end{aligned}$$

$$X_t = 4,51 - 0,7228X_{t-1} + X_{t-1} + 0,7228X_{t-2} + e_t + 1,0936e_{t-1} + 0,1094e_{t-2}$$

4. Perbandingan keakuratan model *ARIMA* (1,1,1) dan *ARIMA* (1,1,2) dan Peramalan

Sebelum melakukan peramalan harga emas untuk tahun 2017, model *ARIMA* (1,1,1) dan model *ARIMA* (1,1,2) dibandingkan keakuratannya berdasarkan data aktual yang sudah tersedia dari bulan Januari 2017 sampai bulan Mei 2017. Perbandingan ketepatan nilai ramalan selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut ini.

TABEL III

PERBANDINGAN NILAI AKTUAL (HARGA BULANAN EMAS DARI JAN 2017 SAMPAI MEI 2017) DENGAN NILAI RAMALAN MODEL *ARIMA* (1,1,1)

Bulan	Data Aktual	Ramalan	MSE
1	1192,65	1128,92	8406
2	1233,39	1149,05	
3	1231,06	1140,74	
4	1267,15	1151,08	
5	1245,25	1149,18	

Berdasarkan Tabel 3 dapat dihitung selisih antara nilai aktual dan nilai ramalan pada periode pertama adalah sebesar USD 63. Selanjutnya besar kesalahan nilai ramalan meningkat sehingga pada periode 4 besar kesalahan nilai ramalan adalah USD 116. Pada periode 5, kesalahan nilai ramalan turun menjadi USD 96. Nilai kesalahan

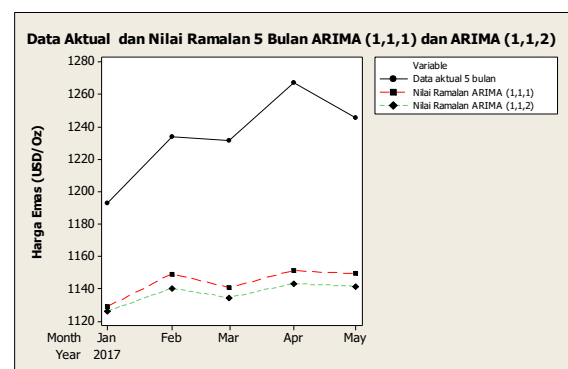
kuadrat rata-rata dari model *ARIMA* (1,1,1) yaitu sebesar 8406,65.

TABEL IV

PERBANDINGAN NILAI AKTUAL (HARGA BULANAN EMAS DARI JANUARI 2017 SAMPAI MEI 2017) DENGAN NILAI RAMALAN MODEL *ARIMA* (1,1,2)

Bulan	Data Aktual	Ramalan	MSE
1	1192,65	1125,98	9729
2	1233,39	1140,21	
3	1231,06	1134,43	
4	1267,15	1143,11	
5	1245,25	1141,34	

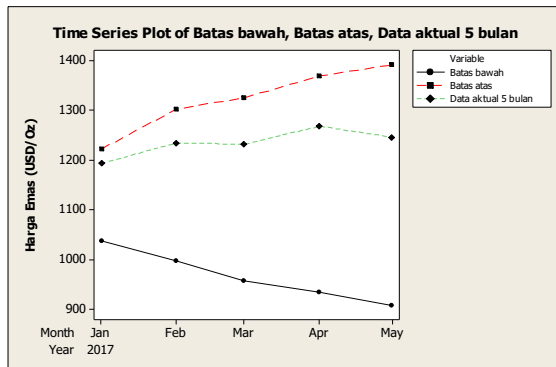
Berdasarkan Tabel 4 dapat dihitung selisih antara nilai aktual dan nilai ramalan pada periode pertama adalah sebesar USD 66. Selanjutnya besar kesalahan nilai ramalan meningkat sehingga pada periode 4 besar kesalahan nilai ramalan adalah USD 124. Pada periode 5, kesalahan nilai ramalan turun menjadi USD 103. Nilai kesalahan kuadrat rata-rata (MSE) dari model *ARIMA* (1,1,2) yaitu sebesar 9729,69. Nilai MSE dari model ini lebih besar dari nilai MSE model *ARIMA* (1,1,1) yang menunjukkan bahwa model *ARIMA* (1,1,1) lebih baik dari pada model *ARIMA* (1,1,2). Nilai ramalan untuk model *ARIMA* (1,1,1) dan model *ARIMA* (1,1,2) kemudian diplot bersama data aktual yang sudah tersedia untuk memudahkan melihat model yang lebih mendekati nilai aktual. Perbandingan ketepatan nilai ramalan selengkapnya dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 10. Perbandingan Nilai Aktual (Harga Bulanan Emas dari Jan 2017 – Mei 2017) dengan Nilai Ramalan Model *ARIMA* (1,1,1) dan Model *ARIMA* (1,1,2)

Berdasarkan gambar di atas dapat dilihat bahwa model *ARIMA* (1,1,1) lebih baik atau lebih mendekati nilai aktual dibandingkan dengan model *ARIMA* (1,1,2). Sehingga model yang akan dipakai dalam proses peramalan adalah model *ARIMA* (1,1,1).

Untuk mengantisipasi kemungkinan kesalahan hasil peramalan, dibuat suatu rentang nilai ramalan atau batas bawah dan batas atas ramalan. Nilai rentang ramalan ini bermanfaat untuk memeriksa kebaikan model yang dipakai dalam peramalan. Model yang baik yaitu model yang nilai batas bawah dan batas atasnya mengapit nilai atau data aktual. Dengan kata lain, nilai aktual berada di antara nilai batas bawah dan batas atas ramalan. Berdasarkan data aktual harga bulanan emas terhadap USD dari bulan Januari sampai bulan Mei 2017, didapat grafiknya seperti pada Gambar 11.



Gambar 11. Data Aktual serta Batas Bawah dan Batas Atas Ramalan

Berdasarkan Gambar 11 di atas terlihat bahwa data aktual bulan Januari sampai Mei 2017 berada di antara batas bawah dan batas atas ramalan. Hal ini menunjukkan bahwa model *ARIMA (1,1,1)* dengan persamaan $X_t = -0,6559X_{t-1} + X_{t-1} + 0,6559X_{t-2} + 4,888 + e_t + 0,9712e_{t-1}$ sudah cukup baik untuk meramalkan harga bulanan emas terhadap USD.

Dengan menggunakan model *ARIMA (1,1,1)*, diperoleh hasil ramalan untuk tahun 2017 seperti pada Tabel 5.

TABEL V
RAMALAN HARGA BULANAN EMAS TERHADAP USD
TAHUN 2017 DENGAN MODEL *ARIMA (1,1,1)*

Bulan	Ramalan Harga Emas (USD/oz)
Januari	1128,92
Februari	1149,50
Maret	1140,74
April	1151,08
Mei	1149,18
Juni	1155,32
Juli	1156,18
Agustus	1160,50
September	1162,56
Oktober	1166,10
November	1168,66
Desember	1171,87

Harga emas untuk enam bulan pertama tahun 2017 diprediksi akan mengalami fluktuasi antara USD 1128 per oz dan USD 1155 per oz. Sedangkan untuk bulan ketujuh dan selanjutnya harga emas diprediksi akan naik sehingga

pada bulan Desember 2017 harga emas diperkirakan akan sebesar USD 1171,87 per oz.

SIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu:

1. Model *ARIMA* untuk peramalan harga bulanan emas terhadap USD berdasarkan data tahun 2009 sampai tahun 2016 adalah model *ARIMA (1,1,1)* dengan persamaan:

$$X_t = 4,888 - 0,6559X_{t-1} + X_{t-1} + 0,6559X_{t-2} + e_t + 0,9712e_{t-1}.$$

2. Berdasarkan model *ARIMA (1,1,1)* yang diperoleh, ramalan harga bulanan emas terhadap USD untuk tahun 2017 diprediksi akan berkisar antara USD 1128 sampai USD 1155 per oz. Sedangkan untuk periode 7 dan selanjutnya cenderung naik sehingga pada Desember 2017 harga emas diperkirakan akan sebesar USD 1172 per oz. Sehingga disarankan bagi masyarakat atau para pelaku ekonomi agar lebih memilih emas sebagai obyek investasi dibandingkan dolar Amerika Serikat.

REFERENSI

- [1] Arsyad, Lincoln. 1999. *Peramalan Bisnis*. Yogyakarta: BPFE.
- [2] Aswi., dan Sukarna. 2006. *Analisis Deret Waktu*. Makassar: Andira Publisher.
- [3] Deutsche Bundesbank. 2017. *Gold Price Time Series Databases*. https://www.bundesbank.de/Navigation/EN/Statistics/Time_series_databases/External_sector/external_sector_list_node.html?listId=www_s331_b01015_2. (Diakses Tanggal 5 Januari 2017).
- [4] Enders, W. 2010. *Applied Econometrics Time Series*. 3rd edition. Alabama: Wiley.
- [5] Gani, E. 2013. *Menulis Karya Ilmiah Teori dan Terapan*. Padang: UNP Press.
- [6] Gaspersz, V. 1991. *Ekonometrika Terapan*. Bandung: Tarsito.
- [7] Gujarati, D. 1995. *Basic Econometrics*. 3rd edition. Singapore: McGraw-Hill.
- [8] Makridakis, S., dkk. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan* (terjemahan Andriyanto, U. S., dan Basith, A.). Jakarta: Erlangga.
- [9] Mankiw, N. G. 2001. *Pengantar Ekonomi*. Jakarta: Erlangga.
- [10] Mentacem, NA. 2017. *Peramalan Harga Emas Terhadap Mata Uang Dolar Amerika Serikat Dengan Menggunakan Metode ARIMA*. Skripsi. Universitas Negeri Padang.
- [11] Nellis, J. G., dan Parker, D. 2000. *The Essence of The Economy* (terjemahan Susanti, A. T.). Yogyakarta: Andi.
- [12] Setiawan., dan Kusriani, D. E. 2010. *Ekonometrika*. Yogyakarta: Andi.
- [13] Wikipedia. 2017. *Dolar Amerika Serikat*. https://id.wikipedia.org/wiki/Dolar_Amerika_Serikat. (Diakses Tanggal 13 juli 2017)
- [14] Wikipedia. 2017. *Emas*. <https://id.wikipedia.org/wiki/Emas>. (Diakses Tanggal 13 Juli 2017)