

PENERAPAN MODEL THRESHOLD GENERALIZED AUTOREGRESSIVE CONDITIONAL HETEROSCEDASTIC (TGARCH) DALAM PERAMALAN HARGA EMAS DUNIA

Ryaneka Darmawan, Entit Puspita, Fitriani Agustina

Departemen Pendidikan Matematika FPMIPA UPI

Correspondent author: ryanekadar@gmail.com

ABSTRAK Ekonomi merupakan aspek penting suatu negara, beragamnya bentuk kegiatan ekonomi menggambarkan pentingnya ekonomi bagi masyarakat. Salah satu kegiatan ekonomi adalah investasi, investasi saat ini sangat beragam salah satunya investasi emas. Emas merupakan barang berharga dan memiliki nilai jual yang tinggi, selain itu emas juga lebih mudah didapatkan untuk saat ini. Oleh karena itu diperlukan suatu cara menentukan harga emas pada masa yang akan datang, sehingga investasi yang dilakukan mendapatkan keuntungan. Model runtun waktu terbagi dua kondisi, pertama kondisi dengan variansi konstan (homoskedastisitas) dan kedua kondisi variansi tidak konstan (heteroskedastisitas). Model runtun waktu dengan variansi konstan biasa disebut dengan model *Box-Jenkin's*. Harga emas dunia merupakan data yang memiliki variansi tidak konstan, oleh karena itu peramalan harga emas dunia dengan menggunakan model *Box-Jenkin's* kurang tepat sehingga model runtun waktu dengan kasus heteroskedastisitas lebih cocok digunakan. Banyak model runtun waktu untuk kondisi heteroskedastisitas, salah satu model terbaik yaitu model *Threshold Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (TGARCH). Identifikasi model TGARCH dengan cara *trial and error*, setelah dilakukan estimasi dan verifikasi maka didapatkan model TGARCH(2,1) sebagai model terbaik untuk peramalan. Hasil peramalan dengan model TGARCH(2,1) memiliki nilai *Mean Squared Error* (MSE) sebesar 723,032 dan nilai *The Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yang relatif kecil sebesar 1,4952%.

Kata kunci: Investasi, Emas, TGARCH, MSE, MAPE

ABSTRACT Economics is an important aspect of a country, the diversity of forms of economic activity illustrate the economic importance for the community. One of the economic activity is investment, now investment is diverse one of them gold investment. Gold is valuable and has a high resale value, moreover gold more readily available for the moment. Therefore we need a way to determine the price of gold in the future, so that the investment will be getting profit. Time series models is divided into two conditions, the first condition with constant variance (homoscedastic) and the second condition is variance not constant (heteroscedastic). Time series models with constant variance commonly called the *Box-Jenkin's* models. World gold prices is data that has variance is not constant, therefore the world gold price forecasting using models *Box-Jenkin's* not quite right so the model time series with heteroskedastic case more suitable. Many models for time series heteroskedastic conditions, one of the best model is a model *Threshold Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (TGARCH). Identification TGARCH model using by trial and error, after the estimation and verification of the obtained models TGARCH (2.1) as the best model for forecasting. Results forecasting model TGARCH (2.1) has a value of *Mean Squared Error* (MSE) of 723.032 and the value of the *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) is relatively small as 1.4952%.

Keywords : Investment, Gold, TGARCH, MSE, MAPE

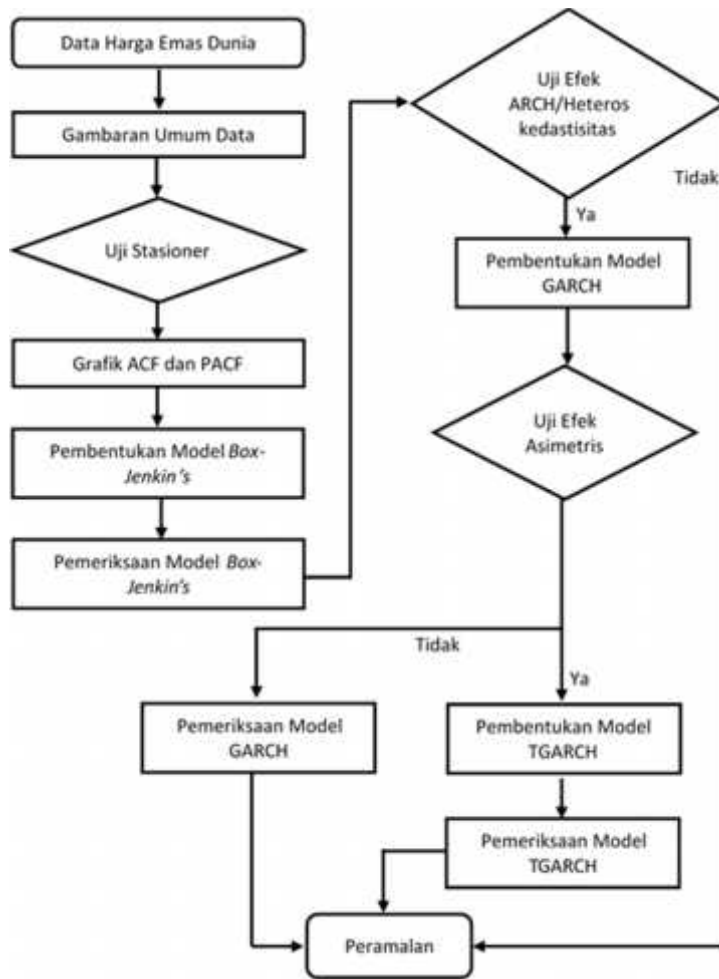
1. LATAR BELAKANG

Kondisi ekonomi dari suatu negara atau dunia sangat mempengaruhi terhadap kesejahteraan masyarakat negara tersebut. Ekonomi merupakan faktor penting dalam kelangsungan kehidupan masyarakat untuk mempertahankan hidupnya. Namun faktor tersebut tidak bisa berjalan begitu saja tanpa ada rencana tapi perlu ada rencana yang strategis, dengan tujuan supaya kondisi ekonomi suatu keluarga menghasilkan sesuatu yang sesuai dengan harapan. Pemerintah perlu membantu dalam pengembangan ekonomi masyarakat, misal perizinan usaha yang lebih mudah, lapangan pekerjaan semakin banyak, dan masih banyak lagi. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ekonomi antara lain sumber daya manusia, sumber daya alam, ilmu pengetahuan dan teknologi, budaya, dan modal (Firmansyah, 2009).

Pembangunan ekonomi tidak hanya mengandalkan pendapatan perbulan dari hasil kerja namun lewat pemasukan tambahan seperti investasi. Investasi mulai banyak digemari oleh masyarakat mulai dari masyarakat kecil sampai atas. Masyarakat kecil biasanya berinvestasi dengan bercocok tanam, masyarakat menengah biasanya berinvestasi tanah, emas, dan lain-lain, untuk masyarakat tingkat atas biasanya berinvestasi dengan emas, properti, saham, dan lain-lain. Banyak masyarakat dari tingkat atas yang berinvestasi dalam bentuk saham dengan memiliki resiko yang tinggi. Namun selain saham, emas merupakan investasi yang cukup menjanjikan dan banyak digemari oleh investor. Selain investor semakin banyak menggemari investasi emas, lembaga yang melayani pembelian emas semakin banyak. Investasi merupakan suatu kegiatan yang dilakukan oleh seseorang bertujuan untuk mendapatkan keuntungan dimasa depan. Menurut kamus besar bahasa Indonesia investasi adalah penanaman uang atau modal dan lain-lain suatu perusahaan atau proyek untuk tujuan memperoleh keuntungan. Berbagai macam model investasi seperti investasi dibidang pendidikan, bidang kesehatan, emas, tanah, saham, dan masih banyak lagi. Kegiatan investasi tersebut dapat membantu dalam pembangunan ekonomi. Dalam runtun waktu terdapat banyak model untuk teknik peramalan. Ada dua kategori model peramalan yaitu model dengan varians konstan/tetap (homoskedastisitas) dan model dengan varians tidak konstan (heteroskedastisitas). Model dengan varians konstan/tetap (homoskedastisitas) terdapat dua model yaitu, model *Autoregressive Moving Average* (ARMA) dan model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA). Untuk model dengan varians tidak konstan terdapat dua model yaitu *Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (ARCH) yang dikembangkan oleh Robert Engle (1982), dan model *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (GARCH) yang dikembangkan oleh Bollerslev (1986) merupakan pengembangan dari model ARCH.

Emas merupakan barang berharga untuk semua orang, oleh karena itu banyak lembaga membuat sistem pembelian emas lebih mudah. Setelah memiliki emas

penyimpanan dan perawatan memegang peranan penting supaya harga jual emas tidak berkurang, kepemilikan emas seperti di atas merupakan kegiatan investasi. Harga emas dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah inflasi, apabila inflasi terjadi di Amerika maka akan mengakibatkan harga emas naik, pada saat itulah keuntungan yang didapat akan besar apabila menjual emas (P.T. Bestprofit Futrue, 2014). Harga emas memiliki harga yang tinggi tidak selalu pada saat inflasi terjadi



Gambar 2.1
Langkah Pemodelan Model TGARCH

akan tetapi harga emas selalu naik setiap tahunnya membuat para masyarakat selalu tertarik melakukan investasi emas.

2. METODE

Pembentukan model merupakan salah satu langkah sebelum melakukan peramalan. Berikut adalah pembentukan model TGARCH yang disajikan pada gambar 2.1.

Model *Threshold Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (TGARCH)

Model *Threshold Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (TGARCH) pertama kali diperkenalkan oleh Zakoian pada tahun 1994. Model TGARCH merupakan salah satu model kasus heteroskedastisitas. Model TGARCH yang memiliki orde p dan q dituliskan TGARCH(p, q), yang didefinisikan sebagai berikut

$$Z_t = \mu + a_t$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i a_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^p \gamma_i N_{t-i} a_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2$$

dimana

$$N_{t-i} = \begin{cases} 1, & \text{jika } a_{t-i} < 0 \\ 0, & \text{jika } a_{t-i} \geq 0 \end{cases}$$

α_0 , α_i , dan β_j adalah parameter model TGARCH, sedangkan γ_i adalah nilai *threshold* dari model TGARCH. a_t berdistribusi normal dengan mean nol dan variansi σ_t^2 , selanjutnya dapat dituliskan $a_t \sim N(0, \sigma_t^2)$.

Estimasi Parameter

Setelah identifikasi model TGARCH dilakukan, selanjutnya dilakukan estimasi parameter pada model TGARCH. Untuk estimasi parameter model TGARCH digunakan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE).

Fungsi *likelihood*

$$L(a_t | \alpha_0, \alpha_i, \gamma_i, \beta_j) = (2\pi \sigma_n^2)^{-\frac{T}{2}} e^{-\frac{1}{2\sigma_n^2} \sum_{t=1}^T a_t^2}$$

Verifikasi Model

Setelah melakukan estimasi parameter maka selanjutnya dilakukan verifikasi model untuk memilih model yang terbaik dengan cara uji keberartian koefisien dan perbandingan AIC dan SC terkecil.

Peramalan

Setelah mendapatkan model yang terbaik, maka dilakukan peramalan dengan menggunakan model yang telah melewati tahapan verifikasi. Dalam peramalan dengan menggunakan model terbaik tetap saja masih memiliki *error* pada hasil

peramalan tersebut. Oleh karena itu, setelah mendapatkan hasil peramalan perlu dilakukan evaluasi peramalan. Untuk penelitian ini menggunakan evaluasi peramalan MSE dan MAPE dengan menggunakan rumus sebagai berikut

1. *Mean Squared Error* (MSE)

$$M = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2$$

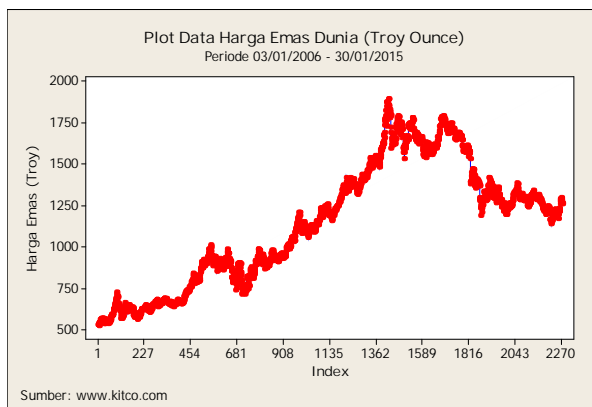
2. *The Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

$$M = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t}$$

Berikut kategori evaluasi peramalan menggunakan metode MAPE, peramalan dikatakan sangat baik apabila MAPE kurang dari 10% dan dikatakan baik apabila MAPE berada diantara 10% sampai dengan 20% (Zainun dan Majid, 2003).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan adalah meramalkan harga emas dunia untuk 10 hari ke depan dengan menggunakan model *Threshold Generalized Autoregressive Heteroscedastic* (TGARCH). Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data harga emas dunia harian dalam satuan *troy ounce* dan mata uang dollar dengan periode 03 Januari 2006 sampai 30 Januari 2015. Jumlah data yang digunakan sebanyak 2275 data. Data tersebut merupakan data sekunder yang didapat dari situs www.kitco.com. Dalam pengolahan data ini menggunakan bantuan *software Microsoft Excel, Minitab 16*, dan *Eviews 8*.



Grafik 3.1
Plot Data Harga Emasn Dunia (Troy Ounce)

Dengan bantuan *software* dapat diamati *output* dari *Minitab 16* bahwa perkembangan harga emas dunia harian periode 03 Januari 2006 sampai 30 Januari 2015 pada grafik

3.1 memiliki *trend* naik yang berarti harga emas dunia setiap tahun harganya cenderung naik.

Stasioneritas Data

Pada analisis runtun waktu salah satu syarat yang harus dipenuhi adalah kestasioneran data secara visual.

Tabel 3.1
Uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.665945	0.4486
Test critical values:		
1% level	-3.433030	
5% level	-2.862610	
10% level	-2.567385	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

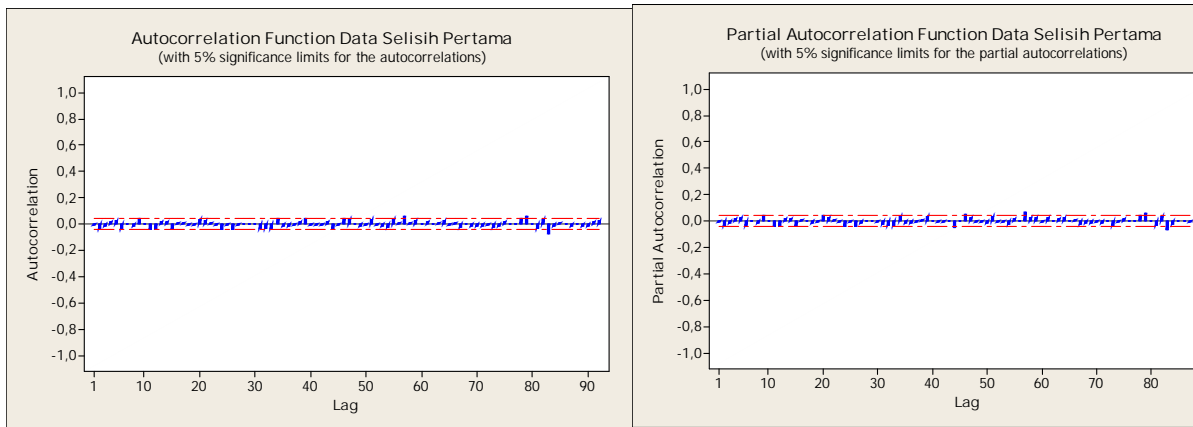
Berdasarkan hasil dari *output Eviews* 8, bahwa nilai *p-value* = 0,4486 > α = 0,05 maka hipotesis H_0 diterima berarti data harga emas dunia tidak stasioner. Karena data yang akan digunakan tidak stasioner maka harus dilakukan penyesuaian (*differencing*).

Tabel 3.2
Uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF) Data Selisih Pertama

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-47.99503	0.0001
Test critical values:		
1% level	-3.433031	
5% level	-2.862610	
10% level	-2.567385	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

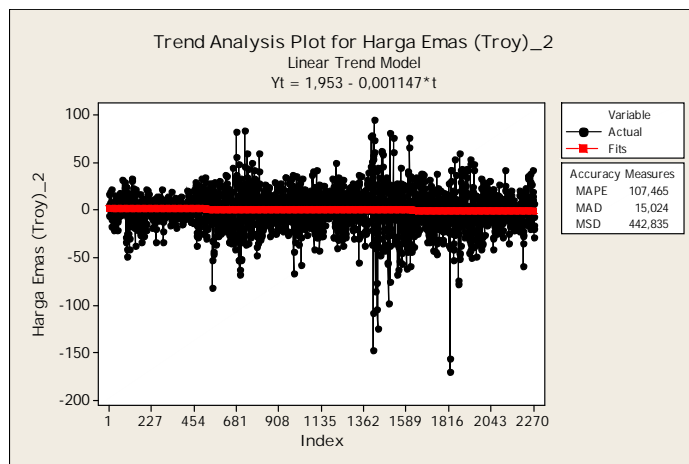
Berdasarkan hasil dari *output Eviews* 8, bahwa nilai *p-value* = 0,0001 < α = 0,05 maka hipotesis H_0 ditolak berarti data selisih pertama harga emas dunia bersifat stasioner. Setelah data stasioner, perlu dilihat grafik dari *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF) untuk mendapatkan model runtun waktu.



Grafik 3.2

Autocorrelation Function (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function (PACF)*

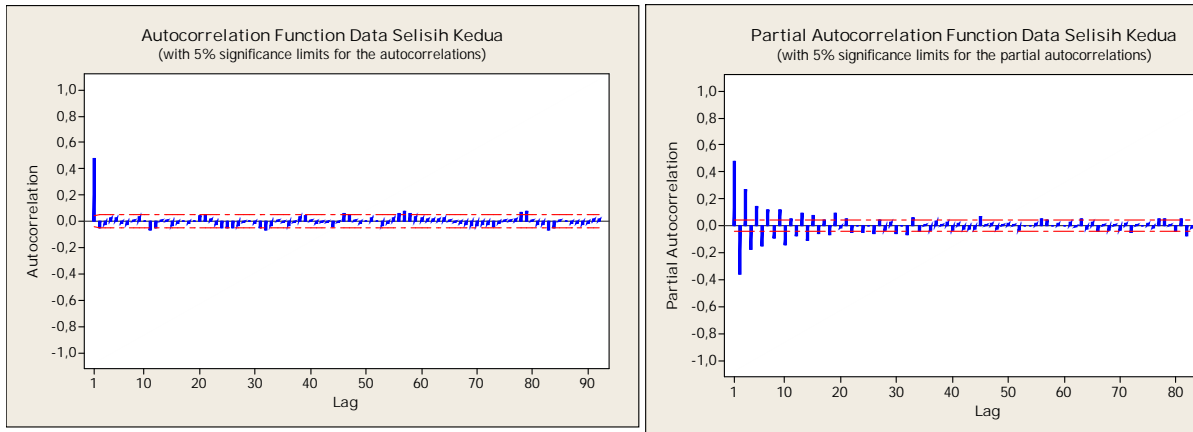
Dari grafik 3.2 memiliki hasil yang kurang baik karena nilai ACF dan PACF sudah terputus pada lag ke-0, oleh karena itu data selisih pertama tidak menunjukkan salah satu pola dari model ARMA tertentu, sehingga dilakukan *differencing* kedua.



Grafik 3.3

Plot Analisis *Trend* Data Harga Emas Dunia Data Selisih Kedua

Grafik 3.3 menjelaskan bahwa data selisih kedua memiliki *trend* yang cenderung stabil, terlihat dari sebaran data yang berfluktuatif di sekitar nilai rata-rata. Berarti data selisih kedua tersebut bersifat stasioner.



Grafik 3.4

Autocorrelation Function (ACF) dan Partial Autocorrelation Function (PACF)

Dari grafik 3.4 terlihat pola ACF dan PACF mengikuti pola-pola dari model ARIMA sehingga data yang digunakan untuk dimodelkan adalah data selisih kedua. Berikut beberapa model yang didapat dari grafik 3.4 adalah AR(1), AR(2), AR(3), AR(4), AR(5), AR(6), AR(7), AR(8), AR(9), AR(10), AR(11), AR(12), AR(13), AR(14), AR(15), AR(16), MA(1), ARMA(1,1), ARMA(2,1), ARMA(3,1), ARMA(4,1), ARMA(5,1), ARMA(6,1), ARMA(7,1), ARMA(8,1), ARMA(9,1), ARMA(10,1), ARMA(11,1), ARMA(12,1), ARMA(13,1), ARMA(14,1), ARMA(15,1), dan ARMA(16,1). Selanjutnya akan dilakukan estimasi dan verifikasi model terhadap 33 model tersebut.

Estimasi dan Verifikasi Model

Setelah mengidentifikasi model dari data tersebut, dilakukan estimasi dan verifikasi model dengan menggunakan bantuan *software Eviews 8*.

Uji Keberartian Koefisien

Model pertama yang akan dilakukan estimasi dan verifikasi adalah model AR (1).

Tabel 3.3
Estimasi Model AR (1)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.635000	0.744212	0.853251	0.3936
AR(1)	0.478966	0.018426	25.99388	0.0000

Berdasarkan *output Eviews 8* di atas, dengan hipotesis kriteria uji keberartian koefisien maka nilai $p\text{-value} = 0,3936 > 0,05$, maka H_0 ditolak yang berarti nilai C

tidak berbeda secara signifikan dengan nol berarti tidak perlu diperhitungkan dalam pembentukan model. Sehingga model AR (1) adalah

$$Z_t = 0,478966Z_{t-1} + a_t.$$

Model kedua yang akan dilakukan estimasi dan verifikasi adalah model AR (2).

Tabel 3.4
Estimasi Model AR (2)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.645870	0.511548	1.262580	0.2069
AR(1)	0.650532	0.019598	33.19350	0.0000
AR(2)	-0.358633	0.019602	-18.29553	0.0000

Berdasarkan *output Eviews 8* di atas, dengan hipotesis dan kriteria uji sama dengan model sebelumnya, nilai $p\text{-value} = 0,2069 > 0,05$, maka H_0 ditolak yang berarti nilai C tidak berbeda secara signifikan dengan nol berarti tidak perlu diperhitungkan dalam pembentukan model. Sehingga model AR (2) adalah

$$Z_t = 0,650532Z_{t-1} - 0,358633Z_{t-2} + a_t.$$

Berikut ini disajikan tabel bentuk model AR (3) sampai ARMA (16,1).

Tabel 3.5
Model AR(3) sampai ARMA(16,1)

No.	Model	Bentuk Model
1.	AR(3)	$Z_t = 0,745243Z_{t-1} - 0,530576Z_{t-2} + 0,264483Z_{t-3} + a_t$
2.	AR(4)	$Z_t = 0,790919Z_{t-1} - 0,622225Z_{t-2} + 0,393225Z_{t-3} - 0,172751Z_{t-4} + a_t$
3.	AR(5)	$Z_t = 0,815533Z_{t-1} - 0,678311Z_{t-2} + 0,482229Z_{t-3} - 0,286013Z_{t-4} + 0,143339Z_{t-5} + a_t$
4.	AR(6)	$Z_t = 0,837262Z_{t-1} - 0,721670Z_{t-2} + 0,555287Z_{t-3} - 0,388890Z_{t-4} + 0,267073Z_{t-5} - 0,151748Z_{t-6} + a_t$

5.	AR(7)	$Z_t = 0,855287Z_{t-1} - 0,753457Z_{t-2} + 0,601505Z_{t-3}$ $- 0,454830Z_{t-4} + 0,352854Z_{t-5}$ $- 0,251317Z_{t-6} + 0,118963Z_{t-7} + a_t$
6.	AR(8)	$Z_t = 0,865961Z_{t-1} - 0,775904Z_{t-2} + 0,633099Z_{t-3}$ $- 0,495501Z_{t-4} + 0,406623Z_{t-5}$ $- 0,318717Z_{t-6} + 0,195504Z_{t-7}$ $- 0,089534Z_{t-8} + a_t$
7.	AR(9)	$Z_t = 0,876380Z_{t-1} - 0,798656Z_{t-2} + 0,670059Z_{t-3}$ $- 0,542768Z_{t-4} + 0,464116Z_{t-5}$ $- 0,392126Z_{t-6} + 0,285539Z_{t-7}$ $- 0,190053Z_{t-8} + 0,116132Z_{t-9} + a_t$
8.	AR(10)	$Z_t = 0,892737Z_{t-1} - 0,825342Z_{t-2} + 0,710278Z_{t-3}$ $- 0,598086Z_{t-4} + 0,529590Z_{t-5}$ $- 0,469018Z_{t-6} + 0,380581Z_{t-7}$ $- 0,303358Z_{t-8} + 0,240411Z_{t-9}$ $- 0,141794Z_{t-10} + a_t$
9.	AR(11)	$Z_t = 0,900350Z_{t-1} - 0,838125Z_{t-2} + 0,726292Z_{t-3}$ $- 0,618128Z_{t-4} + 0,554246Z_{t-5}$ $- 0,496824Z_{t-6} + 0,412137Z_{t-7}$ $- 0,340860Z_{t-8} + 0,284015Z_{t-9}$ $- 0,188919Z_{t-10} + 0,052795Z_{t-11}$ $+ a_t$
10.	AR(12)	$Z_t = 0,904190Z_{t-1} - 0,851939Z_{t-2} + 0,747485Z_{t-3}$ $- 0,643614Z_{t-4} + 0,585165Z_{t-5}$ $- 0,534049Z_{t-6} + 0,453893Z_{t-7}$ $- 0,387261Z_{t-8} + 0,338473Z_{t-9}$ $- 0,251914Z_{t-10} + 0,120474Z_{t-11}$ $- 0,075349Z_{t-12} + a_t$
11.	AR(13)	$Z_t = 0,911414Z_{t-1} - 0,863270Z_{t-2} + 0,770825Z_{t-3}$ $- 0,675298Z_{t-4} + 0,621382Z_{t-5}$ $- 0,576554Z_{t-6} + 0,503835Z_{t-7}$ $- 0,442201Z_{t-8} + 0,398730Z_{t-9}$ $- 0,321803Z_{t-10} + 0,200316Z_{t-11}$ $- 0,160005Z_{t-12} + 0,093810Z_{t-13}$ $+ a_t$

12.	AR(14)	$Z_t = 0,921619Z_{t-1} - 0,880600Z_{t-2} + 0,792825Z_{t-3}$ $- 0,710989Z_{t-4} + 0,665654Z_{t-5}$ $- 0,625464Z_{t-6} + 0,559530Z_{t-7}$ $- 0,505910Z_{t-8} + 0,467355Z_{t-9}$ $- 0,396638Z_{t-10} + 0,285775Z_{t-11}$ $- 0,255897Z_{t-12} + 0,194913Z_{t-13}$ $- 0,111032Z_{t-14} + a_t$
13.	AR(15)	$Z_t = 0,929993Z_{t-1} - 0,894913Z_{t-2} + 0,811382Z_{t-3}$ $- 0,731937Z_{t-4} + 0,694986Z_{t-5}$ $- 0,659987Z_{t-6} + 0,596730Z_{t-7}$ $- 0,546974Z_{t-8} + 0,513228Z_{t-9}$ $- 0,445353Z_{t-10} + 0,338053Z_{t-11}$ $- 0,314228Z_{t-12} + 0,259820Z_{t-13}$ $- 0,178836Z_{t-14} + 0,073576Z_{t-15}$ $+ a_t$
14.	AR(16)	$Z_t = 0,934143Z_{t-1} - 0,904958Z_{t-2} + 0,825891Z_{t-3}$ $- 0,749411Z_{t-4} + 0,713849Z_{t-5}$ $- 0,684873Z_{t-6} + 0,625453Z_{t-7}$ $- 0,577490Z_{t-8} + 0,546486Z_{t-9}$ $- 0,482090Z_{t-10} + 0,376724Z_{t-11}$ $- 0,355037Z_{t-12} + 0,305059Z_{t-13}$ $- 0,228816Z_{t-14} + 0,125411Z_{t-15}$ $- 0,055797Z_{t-16} + a_t$
15.	MA(1)	$Z_t = a_t + 0,998659a_{t-1}$
16.	ARMA(1, 1)	$Z_t = -0,006621Z_{t-1} + a_t + 0,998657a_{t-1}$
17.	ARMA(2, 1)	$Z_t = -0,006881Z_{t-1} - 0,035296Z_{t-2} + a_t$ $+ 0,998646a_{t-1}$
18.	ARMA(3, 1)	$Z_t = -0,007472Z_{t-1} - 0,035417Z_{t-2}$ $- 0,016766Z_{t-3} + a_t + 0,998647a_{t-1}$
19.	ARMA(4, 1)	$Z_t = -0,007081Z_{t-1} - 0,034788Z_{t-2}$ $- 0,016635Z_{t-3} + 0,017292Z_{t-4} + a_t$ $+ 0,998656a_{t-1}$
20.	ARMA(5, 1)	$Z_t = -0,007707Z_{t-1} - 0,034229Z_{t-2}$ $- 0,015644Z_{t-3} + 0,017512Z_{t-4}$ $+ 0,028626Z_{t-5} + a_t + 0,998674a_{t-1}$

21.	ARMA(6, 1)	$Z_t = -0,006732Z_{t-1} - 0,033691Z_{t-2}$ $- 0,016166Z_{t-3} + 0,016332Z_{t-4}$ $+ 0,028355Z_{t-5} - 0,034231Z_{t-6} + a_t$ $+ 0,998658a_{t-1}$
22.	ARMA(7, 1)	$Z_t = -0,006611Z_{t-1} - 0,033830Z_{t-2}$ $- 0,016266Z_{t-3} + 0,016420Z_{t-4}$ $+ 0,028489Z_{t-5} - 0,034195Z_{t-6}$ $+ 0,004132Z_{t-7} + a_t + 0,998663a_{t-1}$
23.	ARMA(8, 1)	$Z_t = -0,006517Z_{t-1} - 0,034469Z_{t-2}$ $- 0,015677Z_{t-3} + 0,016775Z_{t-4}$ $+ 0,028148Z_{t-5} - 0,034845Z_{t-6}$ $+ 0,003996Z_{t-7} - 0,019220Z_{t-8} + a_t$ $+ 0,998668a_{t-1}$
24.	ARMA(9, 1)	$Z_t = -0,005774Z_{t-1} - 0,034670Z_{t-2}$ $- 0,014360Z_{t-3} + 0,015607Z_{t-4}$ $+ 0,027408Z_{t-5} - 0,034183Z_{t-6}$ $+ 0,005335Z_{t-7} - 0,018944Z_{t-8}$ $+ 0,038601Z_{t-9} + a_t + 0,998662a_{t-1}$
25.	ARMA(10, 1)	$Z_t = -0,005825Z_{t-1} - 0,034647Z_{t-2}$ $- 0,014383Z_{t-3} + 0,015507Z_{t-4}$ $+ 0,027319Z_{t-5} - 0,034411Z_{t-6}$ $+ 0,005417Z_{t-7} - 0,018995Z_{t-8}$ $+ 0,038582Z_{t-9} - 0,001838Z_{t-10}$ $+ a_t + 0,998650a_{t-1}$
26.	ARMA(11, 1)	$Z_t = -0,005641Z_{t-1} - 0,032935Z_{t-2}$ $- 0,015213Z_{t-3} + 0,015827Z_{t-4}$ $+ 0,025959Z_{t-5} - 0,033197Z_{t-6}$ $+ 0,006178Z_{t-7} - 0,019685Z_{t-8}$ $+ 0,037128Z_{t-9} - 0,002118Z_{t-10}$ $- 0,040933Z_{t-11} + a_t$ $+ 0,998715a_{t-1}$
27.	ARMA(12, 1)	$Z_t = -0,007369Z_{t-1} - 0,032738Z_{t-2}$ $- 0,013640Z_{t-3} + 0,015020Z_{t-4}$ $+ 0,026261Z_{t-5} - 0,034427Z_{t-6}$ $+ 0,007294Z_{t-7} - 0,018898Z_{t-8}$ $+ 0,036409Z_{t-9} - 0,003417Z_{t-10}$ $- 0,041197Z_{t-11} - 0,039492Z_{t-12}$ $+ a_t + 0,998722a_{t-1}$

28.	ARMA(13, 1)	$Z_t = -0,006711Z_{t-1} - 0,032046Z_{t-2}$ $- 0,013864Z_{t-3} + 0,014433Z_{t-4}$ $+ 0,026536Z_{t-5} - 0,034562Z_{t-6}$ $+ 0,007702Z_{t-7} - 0,019335Z_{t-8}$ $+ 0,036016Z_{t-9} - 0,003119Z_{t-1}$ $- 0,040739Z_{t-1} - 0,039356Z_{t-1}$ $+ 0,013348Z_{t-1} + a_t$ $+ 0,998724a_{t-1}$
29.	ARMA(14, 1)	$Z_t = -0,007045Z_{t-1} - 0,031429Z_{t-2}$ $- 0,013186Z_{t-3} + 0,014178Z_{t-4}$ $+ 0,026003Z_{t-5} - 0,034303Z_{t-6}$ $+ 0,007568Z_{t-7} - 0,018978Z_{t-8}$ $+ 0,035608Z_{t-9} - 0,003527Z_{t-1}$ $- 0,040463Z_{t-1} - 0,038974Z_{t-1}$ $+ 0,013463Z_{t-1} + 0,012196Z_{t-1}$ $+ a_t + 0,998694a_{t-1}$
30.	ARMA(15, 1)	$Z_t = -0,006283Z_{t-1} - 0,030646Z_{t-2}$ $- 0,014891Z_{t-3} + 0,012424Z_{t-4}$ $+ 0,026240Z_{t-5} - 0,032742Z_{t-6}$ $+ 0,006781Z_{t-7} - 0,018612Z_{t-8}$ $+ 0,034314Z_{t-9} - 0,002409Z_{t-1}$ $- 0,039705Z_{t-1} - 0,039652Z_{t-1}$ $+ 0,012178Z_{t-1} + 0,011849Z_{t-1}$ $- 0,039508Z_{t-1} + a_t$ $+ 0,998706a_{t-1}$
31.	ARMA(16, 1)	$Z_t = -0,005801Z_{t-1} - 0,030834Z_{t-2}$ $- 0,015089Z_{t-3} + 0,012856Z_{t-4}$ $+ 0,026685Z_{t-5} - 0,032828Z_{t-6}$ $+ 0,006404Z_{t-7} - 0,018419Z_{t-8}$ $+ 0,034226Z_{t-9} - 0,002107Z_{t-1}$ $- 0,039988Z_{t-1} - 0,039840Z_{t-1}$ $+ 0,012366Z_{t-13} + 0,012156Z_{t-1}$ $- 0,039434Z_{t-1} + 0,009689Z_{t-1}$ $+ a_t + 0,998713a_{t-1}$

Tabel 3.6
Uji Keberartian Koefisien *Box-Jenkin's*

Model	Koefisien	<i>Standard Error</i>	Probabilitas
AR(1)	0.478966	0.018426	0.0000
AR(2)	0.650532 0.019598	-0.358633 0.019602	0.0000 0.0000
AR(3)	0.745243 -0.530575 0.264483	0.020253 0.023047 0.020260	0.0000 0.0000 0.0000
AR(4)	0.790919 -0.622225 0.393225 -0.172751	0.020691 0.025224 0.025229 0.020704	0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
AR(5)	0.815533 -0.678311 0.482229 -0.286013 0.143339	0.020800 0.026277 0.028131 0.026285 0.020811	0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
AR(6)	0.837262 -0.721670 0.555287 -0.388890 0.267073 -0.151748	0.020784 0.026655 0.029564 0.029569 0.026664 0.020794	0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
AR(7)	0.855287 -0.753457 0.601505 -0.454830 0.352854 -0.251317 0.118963	0.020887 0.027059 0.030470 0.031576 0.030475 0.027067 0.020897	0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
AR(8)	0.865961 -0.775904 0.633099 -0.495501 0.406623 -0.318717 0.195504 -0.089534	0.020962 0.027470 0.031248 0.032874 0.032878 0.031256 0.027482 0.020976	0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
AR(9)	0.876380	0.020913	0.0000

	-0.798656	0.027601	0.0000
	0.670059	0.031755	0.0000
	-0.542768	0.033754	0.0000
	0.464116	0.034273	0.0000
	-0.392126	0.033760	0.0000
	0.285539	0.031766	0.0000
	-0.190053	0.027616	0.0000
	0.116132	0.020927	0.0000
AR(10)	0.892737	0.020850	0.0000
	-0.825342	0.027616	0.0000
	0.710278	0.032003	0.0000
	-0.598086	0.034407	0.0000
	0.529590	0.035293	0.0000
	-0.469018	0.035296	0.0000
	0.380581	0.034421	0.0000
	-0.303358	0.032026	0.0000
	0.240411	0.027636	0.0000
	-0.141794	0.020869	0.0000
AR(11)	0.900350	0.021043	0.0000
	-0.838125	0.028052	0.0000
	0.726292	0.032601	0.0000
	-0.618128	0.035292	0.0000
	0.554246	0.036606	0.0000
	-0.496824	0.036979	0.0000
	0.412137	0.036617	0.0000
	-0.340860	0.035309	0.0000
	0.284015	0.032625	0.0000
	-0.188919	0.028068	0.0000
	0.052795	0.021074	0.0123
AR(12)	0.904190	0.021022	0.0000
	-0.851939	0.028266	0.0000
	0.747485	0.033068	0.0000
	-0.643614	0.035926	0.0000
	0.585165	0.037528	0.0000
	-0.534049	0.038330	0.0000
	0.453893	0.038338	0.0000
	-0.387261	0.037541	0.0000
	0.338473	0.035943	0.0000
	-0.251914	0.033087	0.0000

	0.120474	0.028288	0.0000
	-0.075349	0.021051	0.0004
AR(13)	0.911414	0.020998	0.0000
	-0.863270	0.028265	0.0000
	0.770825	0.033355	0.0000
	-0.675298	0.036482	0.0000
	0.621382	0.038248	0.0000
	-0.576554	0.039344	0.0000
	0.503835	0.039788	0.0000
	-0.442201	0.039355	0.0000
	0.398730	0.038263	0.0000
	-0.321803	0.036497	0.0000
	0.200316	0.033386	0.0000
	-0.160005	0.028287	0.0000
	0.093810	0.021026	0.0000
AR(14)	0.921619	0.020970	0.0000
	-0.880600	0.028304	0.0000
	0.792825	0.033427	0.0000
	-0.710989	0.036890	0.0000
	0.665654	0.038938	0.0000
	-0.625464	0.040197	0.0000
	0.559530	0.040941	0.0000
	-0.505910	0.040945	0.0000
	0.467355	0.040209	0.0000
	-0.396638	0.038948	0.0000
	0.285775	0.036912	0.0000
	-0.255897	0.033456	0.0000
	0.194913	0.028321	0.0000
-0.111032	0.020997	0.0000	
AR(15)	0.929993	0.021052	0.0000
	-0.894913	0.028533	0.0000
	0.811382	0.033779	0.0000
	-0.731937	0.037290	0.0000
	0.694986	0.039731	0.0000
	-0.659987	0.041296	0.0000
	0.596730	0.042208	0.0000
	-0.546974	0.042510	0.0000
	0.513228	0.042213	0.0000
	-0.445353	0.041302	0.0000

	0.338053	0.039748	0.0000
	-0.314228	0.037312	0.0000
	0.259820	0.033808	0.0000
	-0.178836	0.028551	0.0000
	0.073576	0.021077	0.0005
AR(16)	0.934143	0.021088	0.0000
	-0.904958	0.028755	0.0000
	0.825891	0.034183	0.0000
	-0.749411	0.037831	0.0000
	0.713849	0.040322	0.0000
	-0.684873	0.042307	0.0000
	0.625453	0.043536	0.0000
	-0.577490	0.044001	0.0000
	0.546486	0.044001	0.0000
	-0.482090	0.043532	0.0000
	0.376724	0.042316	0.0000
	-0.355037	0.040339	0.0000
	0.305059	0.037855	0.0000
	-0.228816	0.034213	0.0000
	0.125411	0.028768	0.0000
	-0.055797	0.021111	0.0083
MA(1)	0.998659	0.000711	0.0000
ARMA(1,1)	-0.006621	0.020980	0.7524
	0.998657	0.000712	0.0000
ARMA(2, 1)	-0.006881	0.020977	0.7429
	-0.035296	0.020997	0.0929
	0.998646	0.000718	0.0000
ARMA(3, 1)	-0.007472	0.020996	0.7220
	-0.035417	0.021004	0.0919
	-0.016766	0.021020	0.4252
	0.998647	0.000724	0.0000
ARMA(4, 1)	-0.007081	0.021004	0.7361
	-0.034788	0.021022	0.0981
	-0.016635	0.021025	0.4289
	0.017292	0.021032	0.4111
	0.998656	0.000728	0.0000
ARMA(5, 1)	-0.007707	0.021008	0.7138
	-0.034229	0.021025	0.1037
	-0.015644	0.021037	0.4572

	0.017512 0.028626 0.998674	0.021032 0.021030 0.000711	0.4051 0.1736 0.0000
ARMA(6, 1)	-0.006732 -0.033691 -0.016166 0.016332 0.028355 -0.034231 0.998658	0.021014 0.021027 0.021037 0.021042 0.021027 0.021035 0.000735	0.7487 0.1092 0.4423 0.4377 0.1776 0.1038 0.0000
ARMA(7, 1)	-0.006611 -0.033830 -0.016266 0.016420 0.028489 -0.034195 0.004132 0.998663	0.021036 0.021045 0.021051 0.021054 0.021049 0.021044 0.021061 0.000733	0.7534 0.1081 0.4398 0.4355 0.1760 0.1043 0.8445 0.0000
ARMA(8, 1)	-0.006517 -0.034469 -0.015677 0.016775 0.028148 -0.034845 0.003996 -0.019220 0.998668	0.021041 0.021063 0.021065 0.021063 0.021057 0.021062 0.021066 0.021054 0.000730	0.7568 0.1019 0.4568 0.4259 0.1814 0.0982 0.8496 0.3614 0.0000
ARMA(9, 1)	-0.005774 -0.034670 -0.014360 0.015607 0.027408 -0.034183 0.005335 -0.018944 0.038601 0.998662	0.021038 0.021056 0.021072 0.021065 0.021055 0.021058 0.021072 0.021048 0.021064 0.000732	0.7837 0.0998 0.4956 0.4588 0.1931 0.1047 0.8002 0.3682 0.0670 0.0000
ARMA(10, 1)	-0.005825 -0.034647	0.021060 0.021067	0.7821 0.1002

	-0.014383 0.015507 0.027319 -0.034411 0.005417 -0.018995 0.038582 -0.001838 0.998650	0.021079 0.021085 0.021070 0.021069 0.021081 0.021067 0.021071 0.021075 0.000780	0.4951 0.4621 0.1949 0.1026 0.7972 0.3673 0.0672 0.9305 0.0000
ARMA(11, 1)	-0.005641 -0.032935 -0.015213 0.015827 0.025959 -0.033197 0.006178 -0.019685 0.037128 -0.002118 -0.040933 0.998715	0.021052 0.021075 0.021074 0.021077 0.021073 0.021068 0.021076 0.021058 0.021075 0.021064 0.021101 0.000749	0.7888 0.1183 0.4704 0.4528 0.2181 0.1152 0.7695 0.3500 0.0783 0.9199 0.0525 0.0000
ARMA(12, 1)	-0.007369 -0.032738 -0.013640 0.015020 0.026261 -0.034427 0.007294 -0.018898 0.036409 -0.003417 -0.041197 -0.039492 0.998722	0.021061 0.021070 0.021081 0.021072 0.021065 0.021070 0.021075 0.021054 0.021069 0.021066 0.021092 0.021104 0.000722	0.7264 0.1204 0.5177 0.4760 0.2126 0.1024 0.7293 0.3695 0.0841 0.8712 0.0509 0.0614 0.0000
ARMA(13, 1)	-0.006711 -0.032046 -0.013864 0.014433 0.026536	0.021085 0.021094 0.021091 0.021094 0.021075	0.7503 0.1289 0.5110 0.4939 0.2081

	-0.034562	0.021077	0.1012
	0.007702	0.021094	0.7151
	-0.019335	0.021067	0.3588
	0.036016	0.021079	0.0877
	-0.003119	0.021075	0.8824
	-0.040739	0.021110	0.0538
	-0.039356	0.021111	0.0624
	0.013348	0.021132	0.5277
	0.998724	0.000749	0.0000
ARMA(14, 1)	-0.007045	0.021095	0.7384
	-0.031429	0.021117	0.1368
	-0.013186	0.021114	0.5324
	0.014178	0.021104	0.5018
	0.026003	0.021096	0.2179
	-0.034303	0.021087	0.1039
	0.007568	0.021101	0.7199
	-0.018978	0.021086	0.3682
	0.035608	0.021093	0.0915
	-0.003527	0.021086	0.8672
	-0.040463	0.021119	0.0555
	-0.038974	0.021129	0.0652
	0.013463	0.021139	0.5243
	0.012196	0.021130	0.5639
	0.998694	0.000775	0.0000
ARMA(15, 1)	-0.006283	0.021089	0.7658
	-0.030646	0.021111	0.1467
	-0.014891	0.021121	0.4809
	0.012424	0.021111	0.5563
	0.026240	0.021090	0.2136
	-0.032742	0.021092	0.1207
	0.006781	0.021094	0.7479
	-0.018612	0.021076	0.3773
	0.034314	0.021095	0.1040
	-0.002409	0.021082	0.9090
	-0.039705	0.021113	0.0602
	-0.039652	0.021121	0.0606
	0.012178	0.021141	0.5646
	0.011849	0.021120	0.5748
	-0.039508	0.021132	0.0617

	0.998706	0.000760	0.0000
ARMA(16, 1)	-0.005801	0.021116	0.7836
	-0.030834	0.021123	0.1445
	-0.015089	0.021132	0.4753
	0.012856	0.021136	0.5431
	0.026685	0.021114	0.2064
	-0.032828	0.021104	0.1200
	0.006404	0.021116	0.7617
	-0.018419	0.021087	0.3825
	0.034226	0.021103	0.1050
	-0.002107	0.021101	0.9205
	-0.039988	0.021129	0.0585
	-0.039840	0.021132	0.0595
	0.012366	0.021152	0.5588
	0.012156	0.021139	0.5653
	-0.039434	0.021140	0.0623
	0.009689	0.021152	0.6469
	0.998713	0.000728	0.0000

Berdasarkan tabel diatas, model yang memenuhi kriteria uji keberartian koefisien adalah AR(1), AR(2), AR(3), AR (4), AR(5), AR(6), AR(7), AR(8), AR(9), AR(10), AR(11), AR(12), AR(13), AR(14), AR(15), AR(16), dan MA(1).

Perbandingan Nilai Akaike Info Criterion (AIC) dan Schwarz Criterion (SC)

Verifikasi model selanjutnya adalah membandingkan nilai AIC dan SC. Dengan cara memilih nilai AIC dan SC yang terkecil.

Tabel 3.7
Nilai AIC dan SC

Model	AIC	SC
AR(1)	8.673313	8.678352
AR(2)	8.537086	8.544647

AR(3)	8.465911	8.475997
AR(4)	8.436834	8.449445
AR(5)	8.417300	8.432439
AR(6)	8.395352	8.413020
AR(7)	8.382429	8.402629
AR(8)	8.375701	8.398434
AR(9)	8.363414	8.388682
AR(10)	8.344154	8.371959
AR(11)	8.342606	8.372950
AR(12)	8.338082	8.370966
AR(13)	8.330405	8.365833
AR(14)	8.319154	8.357126
AR(15)	8.314823	8.355341
AR(16)	8.313035	8.356101
MA(1)	8.248551	8.253588

Berdasarkan tabel diatas, dapat disimpulkan model yang dipilih yaitu model MA(1), karena model tersebut memiliki nilai AIC dan SC paling kecil dibandingkan dengan model yang lain.

Uji Efek *Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (ARCH) atau Heterokedastisitas

Model *Box Jenkin's* yang dipilih yaitu MA (1), selanjutnya perlu dilakukan uji efek ARCH pada residualnya sebelum dibentuk model TGARCH. Jika variansi residualnya memiliki efek ARCH (heteroskedastisitas) maka dapat dibentuk model TGARCH, namun sebaliknya jika variansi residualnya tidak terdapat efek ARCH (homoskedastisitas) maka model yang digunakan yaitu MA(1).

Tabel 3.8

Uji Efek ARCH

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	21.66404	Prob. F(1,2272)	0.0000
Obs*R-squared	21.47831	Prob. Chi-Square(1)	0.0000

Berdasarkan *output Eviews* 8 diatas, nilai $p\text{-value} = 0 < \alpha$ maka H_0 ditolak berarti pada model MA(1) terdapat efek heterokedastisitas.

Uji Efek Asimetris

Pada uji ini menggunakan data residual dari model *Generalized Autoregressive Heteroscedastic* (GARCH). Uji efek asimetris dilakukan untuk mengidentifikasi adanya efek asimetris pada model GARCH.

Tabel 3.9
Uji Efek Asimetris

Model	<i>P-value</i>
MA(1)-GARCH(1,1)	0,0023
MA(1)-GARCH(1,2)	0,0047
MA(1)-GARCH(2,1)	0,0053
MA(1)-GARCH(2,2)	0,0040

Berdasarkan tabel 4.9, bahwa *p-value* dari semua model MA(1)-GARCH memiliki hasil MA(1)-GARCH < α . Maka dapat disimpulkan H_0 ditolak berarti model GARCH terdapat efek asimetris, sehingga dilanjutkan pada pembentukan model asimetris MA(1)-TGARCH.

Untuk identifikasi model TGARCH belum ada teori khusus namun menggunakan metode *trial and error*. Untuk itu identifikasi model TGARCH sederhana menggunakan model TGARCH (1, 1), TGARCH (1, 2), TGARCH (2, 1), dan TGARCH (2, 2).

Estimasi parameter model TGARCH(1,1) sebagai berikut

$$Z_t = 1,157369 + a_t + 0,998450a_{t-1}$$

$$\sigma_t^2 = 0,737565 + 0,071945a_{t-1} - 0,015625N_{t-1}a_{t-1} + 0,938467\sigma_{t-1}^2.$$

Estimasi parameter model TGARCH(1,2) sebagai berikut

$$Z_t = 1,175339 + a_t + 0,998455a_{t-1}$$

$$\sigma_t^2 = 0,913011 + 0,095057a_{t-1} - 0,019349N_{t-1}a_{t-1} + 0,516372\sigma_{t-1}^2 + 0,401932\sigma_{t-2}^2.$$

Estimasi parameter model TGARCH(2,1) sebagai berikut

$$Z_t = 1,395090 + a_t + 0,998485a_{t-1}$$

$$\sigma_t^2 = 0,393522 + 0,147178a_{t-1} - 0,030368N_{t-1}a_{t-1} - 0,082455a_{t-2} + 0,954333\sigma_{t-1}^2.$$

Estimasi parameter model TGARCH(2,2) sebagai berikut

$$Z_t = 0,905725 + a_t + 0,998382a_{t-1}$$

$$\sigma_t^2 = 1,913525 + 0,052502a_{t-1} + 0,033996N_{t-1}a_{t-1} + 0,059291a_{t-2} - 0,003895\sigma_{t-1}^2 + 0,875636\sigma_{t-2}^2.$$

Verifikasi Model

Setelah dilakukan estimasi dengan bantuan *software*, tahap selanjutnya adalah verifikasi model. Tahap verifikasi model akan dilakukan uji keberartian koefisien dan perbandingan nilai AIC dan SC. Dari tahap ini akan didapat model yang terbaik untuk dilakukan peramalan.

Uji Keberartian Koefisien

Tabel 3.10
Uji Keberartian Koefisien Model TGARCH

Model	Lambang	Koefisien	Standar Error	P-value
MA(1)-TGARCH(1,1)	α_0	0,737565	0,267174	0,0058
	α_1	0,071945	0,007341	0,0000
	γ_1	-0,015625	0,007057	0,0268
	β_1	0,938467	0,004063	0,0000
MA(1)-TGARCH(1,2)	α_0	0,913011	0,358417	0,0109
	α_1	0,095057	0,015994	0,0000
	γ_1	-0,019349	0,012587	0,1242
	β_1	0,516372	0,199805	0,0098
	β_2	0,401932	0,191761	0,0361
MA(1)-TGARCH(2,1)	α_0	0,393522	0,194865	0,0434
	α_1	0,147178	0,011659	0,0000
	γ_1	-0,030368	0,006920	0,0000

	α_2	-0,082455	0,011063	0,0000
	β_1	0,954333	0,004776	0,0000
MA(1)-TGARCH(2,2)	α_u	1,913525	0,580031	0,0010
	α_1	0,052502	0,009479	0,0000
	γ_1	0,033996	0,009523	0,0004
	α_2	0,059291	0,007517	0,0000
	β_1	-0,003895	0,042795	0,9275
	β_2	0,875636	0,044959	0,0000

Berdasarkan tabel di atas, model yang memenuhi kriteria uji keberartian koefisien p -value < α adalah MA(1)-TGARCH(1,1) dan MA(1)-TGARCH(2,1).

Perbandingan Nilai Akaike Info Criterion (AIC) dan Schwarz Criterion (SC)

Verifikasi model selanjutnya adalah membandingkan nilai AIC dan SC. Dengan cara memilih nilai AIC dan SC yang terkecil.

Tabel 3.11
Nilai AIC dan SC

Model	AIC	SC
MA(1)-TGARCH(1,1)	7,997661	8,012773
MA(1)-TGARCH(2,1)	7,993571	8,011201

Berdasarkan tabel diatas, dapat disimpulkan model yang dipilih yaitu model MA(1)-TGARCH(2,1) karena model tersebut memiliki nilai AIC dan SC lebih kecil dibandingkan dengan model yang lain.

Peramalan

Setelah dilakukan verifikasi model dan didapatkan model terbaik yaitu MA(1)-TGARCH(2,1), model tersebut akan digunakan untuk peramalan harga emas dunia.

Tabel 3.12
Harga Emas Dunia Hasil Peramalan (dalam satuan *troy ounce* dan dollar)

Data Ke-	Tanggal	Hasil Ramalan
2276	02/02/15	1260,91

2277	03/02/15	1261,65
2278	04/02/15	1262,31
2279	05/02/15	1263,04
2280	06/02/15	1263,70
2281	09/02/15	1264,44
2282	10/02/15	1265,10
2283	11/02/15	1265,83
2284	12/02/15	1266,49
2285	13/02/15	1267,23

Dengan menggunakan rata-rata nilai tukar rupiah terhadap dollar pada tanggal 02 Februari 2015 sampai 13 Februari 2015 sebesar Rp 12.680, untuk selanjutnya disediakan dalam tabel dibawah ini.

Tabel 3.13

Harga Emas Dunia Hasil Peramalan (dalam satuan gram dan rupiah)

Data Ke-	Tanggal	Hasil Ramalan
2276	02/02/15	514037,02
2277	03/02/15	514336,32
2278	04/02/15	514605,76
2279	05/02/15	514905,06
2280	06/02/15	515174,50
2281	09/02/15	515473,80
2282	10/02/15	515743,24
2283	11/02/15	516042,53
2284	12/02/15	516311,97
2285	13/02/15	516611,27

berikut adalah harga emas dunia aktual atau yang sebenarnya.

Tabel 3.14

Harga Emas Dunia Sebenarnya

Data Ke-	Tanggal	Harga Emas Dunia
2276	02/02/15	1272,50
2277	03/02/15	1264,25
2278	04/02/15	1268,50
2279	05/02/15	1259,25
2280	06/02/15	1241,00
2281	09/02/15	1238,50
2282	10/02/15	1234,50

2283	11/02/15	1223,75
2284	12/02/15	1222,50
2285	13/02/15	1232,50

apabila dilihat harga emas hasil peramalan dengan menggunakan model TGARCH(2,1) tidak terlalu beda jauh dengan harga emas dunia sebenarnya yang diperoleh dari situs www.kitco.com. Namun dalam hasil peramalan, harga emas dunia mengalami kenaikan akan tetapi dalam harga emas dunia sebenarnya mengalami penurunan. Perbedaan tersebut diakibatkan karena harga emas dunia memiliki *trend* naik yang berarti harga emas dunia cenderung naik maka hasil peramalan yang didapat mengalami kenaikan, namun harga emas dunia sebenarnya mengalami penurunan diakibatkan gejolak ekonomi, dimana nilai tukar dollar terhadap seluruh mata uang pada bulan Februari mengalami kenaikan berdampak terhadap harga emas dunia mengalami penurunan. Selanjutnya akan dilakukan evaluasi peramalan dengan menggunakan metode *Mean Squared Error* (MSE) dan *The Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Berikut perhitungan evaluasi peramalan dengan menggunakan metode MAPE.

Perhitungan MSE:

$$MS = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2 = 723,032$$

Perhitungan nilai MAPE:

$$M = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t} \times 100\% = 1,4952\%$$

Peramalan dikatakan sangat baik apabila MAPE kurang dari 10% dan dikatakan baik apabila MAPE berada diantara 10% sampai dengan 20% (Zainun dan Majid, 2003). Telah didapatkan nilai evaluasi peramalan dengan menggunakan MAPE sebesar 1,4952% dan nilai MSE sebesar 723,032, dapat disimpulkan bahwa hasil peramalan harga emas dunia dengan menggunakan model TGARCH(2,1) dikatakan sangat baik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan peramalan harga emas dunia dengan menggunakan model *Threshold Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (TGARCH) dalam skripsi ini maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Setelah dilakukan tahap pengujian untuk model terbaik maka didapat model MA(1)-TGARCH(2,1) dipilih sebagai model terbaik dibanding dengan model TGARCH yang lain. Berikut ini adalah model MA(1)-TGARCH(2,1)

$$Z_t = 1,395090 + a_t + 0,998485a_{t-1}$$

$$\sigma_t^2 = 0,393522 + 0,147178a_{t-1} - 0,030368N_{t-1}a_{t-1} - 0,082455a_{t-2} + 0,954333\sigma_{t-1}^2$$

Dengan nilai evaluasi peramalan *Mean Squared Error* (MSE) sebesar 723,032 dan *The Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 1,4952%.

- b. Hasil peramalan harga emas dunia menggunakan model TGARCH untuk periode 10 hari ke depan memiliki hasil yang tidak begitu jauh dengan harga aslinya dan hasil peramalan harga emas dunia untuk periode 10 hari ke depan memiliki hasil, bahwa harga emas dunia cenderung meningkat. Dalam harga sebenarnya mengalami penurunan, perbedaan tersebut karena pada bulan Februari terjadi gejolak ekonomi dimana nilai tukar dollar terhadap seluruh mata uang pada bulan Februari mengalami kenaikan berdampak terhadap harga emas dunia mengalami penurunan sedangkan hasil peramalan mengalami kenaikan karena data harga emas memiliki *trend* naik mengakibatkan hasil peramalan untuk 10 ke depan mengalami kenaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, A. E. M. & Suliman, Z. S. (2011). Modeling Stock Market Volatility Using GARCH Models Evidence from Sudan. *Internationa Journal of Business and Social Science*. 2(23). hlm. 114-128.
- Ali, G. (2013). EGARCH, GJR-GARCH, TGARCH, AVGARCH, NGARCH, IGARCH, and APARCH Models for Pathogens at Marine Recreational. *Journal of Statistical and Econometric Methods*. 2(3). hlm. 57-73.
- Anggraeni, S. (2012). *Model Volatilitas Conditional Heteroscedastic Autoregressive Moving Average (CHARMA)*. (Skripsi). Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Ariefianto, M.D. (2012). *Ekonometrika Esensi dan Aplikasi dengan Menggunakan Eviews*. Jakarta: Erlangga.
- Bollerslev, T. (1986). "Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity". *Journal of Econometrics*, 31, hlm. 307-327.
- Chen, M. Y. (2013). *Time Series Analysis: Conditional Volatility Models*. Taiwan: National Chung Hsing University.
- Firmansyah, H. (2009). *Pertumbuhan Ekonomi*. [Online]. Diakses dari <http://erlan-abuhanifa.blogspot.com/2009/04/bahan-kuliah-pertumbuhan-ekonomi.html>.
- Franses, P. H., Dijk, D. V., & Opschoor, A. (2014). *Time Series Models for Business and Forecasting. (Second Edition)*. New York: Cambridge University Press.
- Futures, PT. B. (2014). *Karakteristik Harga Emas*. [Online]. Diakses dari <http://best-profit-futures.com/karakteristik-harga-emas/>.
- Herrhyanto, N. (2011). *Statistika Matematis Lanjutan*. Bandung: CV. Pustaka Setia.

- Huang, A. Y. H. (2011). *Volatility Forecasting by Asymmetrical Quadratic Effect with Diminishing Marginal Impact*. Toayuan: Yuan Ze University.
- Iqbal, T. A. (2014). Pemodelan pengukuran luas panen padi nasional menggunakan *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic* model (GARCH). *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 33(1), hlm. 17-26.
- Julianto. (2012). *Penerapan Model EGARCH-M Dalam Peramalan Nilai Harga Saham Dan Pengukuran Value At Risk (VAR)*. (Skripsi). Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Manullang, K. (2014). *Perbandingan Metode EGARCH, Jaringan Syaraf Tiruan, dan NEURO-GARCH untuk Peramalan Data Saham (Studi Kasus Harga Saham Astra Internasional. Tbk.)*. (Skripsi). Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Musunuru, N., Yu, M., & Larson, A. (2013). Forecasting Volatility of Returns for Corn Using GARCH Models. *The Texas Journal of Agriculture Natural Resources*. (26). hlm. 42-55.
- Parmitha, G., Nugroho, W. H., & Kusdarwati, H. (2013). Perbandingan Model Volatilitas Data Return dengan Menggunakan Model Exponentially Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (EGARCH) (1,1) dan Threshold Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (TGARCH) (1,1). *Jurnal Mahasiswa Statistik*. 1(4). hlm. 241-244.
- Puspita, E. (2012). *Model GARCH untuk Variansi Sesatan dari Model Autoregressive Moving Average*. [Online]. Diakses dari http://file.upi.edu/browse.php?dir=Direktori/FPMIPA/JUR._PEND._MATEMATIKA/196704081994032-ENTIT_PUSPITA/.
- Sholihah, S. S., Kusdarwati, H. (2013). Pemodelan Return IHSG Periode 15 September 1998 - 13 September 2013 Menggunakan Threshold Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (TGARCH(1,1)) dengan Dua Threshold. *Jurnal Mahasiswa Statistik*. 1(4). hlm. 313-316.
- Shumway, R. H. & Soffer, D. S. (2011). *Time Series Analysis and Its Applications with R Examples. (Third Edition)*. New York: Springer.
- Soejoeti, Z. (1987). *Analisis Runtun Waktu*. Jakarta: Karunia Jakarta Universitas Terbuka.
- Southern Methodist University. (t.t). *Augmented Dickey-Fuller Unit Root Tests*. Diakses dari <http://faculty.smu.edu/tfomby/eco6375/BJ%20Notes/ADF%20Notes.pdf>.
- Tsay, Ruey S. (2010). *Analysis of Financial Time Series . (Third Edition)*. USA: John Wiley and Sons.

- Universitas Pendidikan Indonesia. (2011). *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah*. Bandung: UPI Press.
- Universitas Pendidikan Indonesia. (2014). *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah*. Bandung: UPI Press.
- Universitas Sumatra Utara. (2011). Definisi investasi dan macam-macam investasi. Sumatra Utara: Universitas Sumatra Utara.
- Untari, N. (2009). Analisis deret waktu dengan ragam galat heterogen dan asimetrik. *Forum Statistika dan Penelitian*, 14(1), hlm. 22-33.
- Villar, M. J. R. (2010). *Volatility Models with Leverage Effect*. (Tesis). Department of Statistics, Universidad Carlos III De Madrid, Madrid.
- Wei, W. W. S. (2006). *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods. (Second Edition)*. New York: Pearson Education, Inc.
- Winarnno, W.W. (2011). *Analisis Ekonometrika dan Statistika dengan Eviews*. Yogyakarta: UPP STIM YKPN.
- Wu, J. (2010). *Threshold GARCH Model: Theory and Application*. Ontario: University of Western Ontario.
- Yihan, L. (2013). *GARCH Models for Forecasting Volatilities of Three Major Stock Indexes: Using Both Frequentist and Bayesian Approach*. (Tesis). Ball State University, Muncie.
- Yoso, A. (2009). *Uji Akar Unit (ADF test)*. [Online]. Diakses dari <https://ariyoso.wordpress.com/2009/12/10/uji-akar-unit-2/>.
- Yulianto, M. A. (2012). *Analisa Time Series*. [Online]. Diakses dari <https://digensia.wordpress.com/2012/08/24/analisa-time-series/>.