



PERAMALAN RETURN HARGA SAHAM DENGAN MENGGUNAKAN METODE ARIMA-EGARCH DAN SARIMA-EGARCH

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

ANDRE DHARMA



**DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2016**

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural U

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi berjudul *Peramalan Return Harga Saham dengan Menggunakan Metode ARIMA-EGARCH dan SARIMA-EGARCH* adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ni.

 Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Oktober 2016

Andre Dharma
NIM G54120078



Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural U

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

ABSTRAK

ANDRE DHARMA. Peramalan *Return* Harga Saham dengan Menggunakan Metode ARIMA-EGARCH dan SARIMA-EGARCH. Dibimbing oleh ENDAR HASAFAH NUGRAHANI dan HADI SUMARNO.

Saham adalah surat berharga yang menunjukkan kepemilikan seorang investor atas suatu perusahaan. Keuntungan atau kerugian dari saham tersebut dapat tergambar berdasarkan nilai imbal hasil saham perusahaan tersebut. Nilai imbal hasil tersebut menjadi pertimbangan bagi investor untuk mengambil keputusan dalam transaksi. Oleh karena itu diperlukan suatu cara untuk memprediksi *return* harga saham di waktu yang akan datang. Pada karya ilmiah ini metode prediksi yang digunakan adalah metode *autoregressive integrated moving average* (ARIMA) dan *seasonal autoregressive integrated moving average* (SARIMA). Akan tetapi jika dalam data terdapat masalah heteroskedastisitas, maka metode ARIMA dan SARIMA dikombinasikan dengan model *exponential generalized autoregressive conditional heteroskedastic* (EGARCH) menjadi metode ARIMA-EGARCH dan SARIMA-EGARCH. Hasil peramalan menggunakan kedua metode tersebut menunjukkan penggunaan metode ARIMA-EGARCH lebih baik dibandingkan dengan metode SARIMA-EGARCH dengan perbandingan nilai *mean square error* sebesar 0.000969 berbanding 0.001028. Meskipun demikian metode ARIMA-EGARCH dan SARIMA-EGARCH hanya cocok untuk melakukan peramalan jangka pendek.

Kata kunci: *return* harga saham, heteroskedastisitas, ARIMA-EGARCH, SARIMA-EGARCH

ABSTRACT

ANDRE DHARMA. Forecast of Stock Return Using ARIMA-EGARCH and SARIMA-EGARCH Methods. Supervised by ENDAR HASAFAH NUGRAHANI and HADI SUMARNO.

Stock is a security that indicates share of ownership of an investor in a company. Gains or losses on these shares can be illustrated by the return value of the company's stock. The return value then becomes a consideration for investors in decisions making toward a transaction. Therefore we need a way to predict the return of stock prices in the future. In this research, autoregressive integrated moving average (ARIMA) and seasonal autoregressive integrated moving average (SARIMA) methods were utilized. But if there is heteroscedasticity problem in the data, ARIMA and SARIMA methods were combined with exponential generalized autoregressive conditional heteroskedastic (EGARCH) model to construct the ARIMA-EGARCH and SARIMA-EGARCH methods. Forecasting results using both methods suggest that ARIMA-EGARCH method is better than SARIMA-EGARCH method, with the mean square error are 0.000969 and 0.001028, respectively. Nevertheless, ARIMA-EGARCH and SARIMA-EGARCH methods are only suitable for short-term forecasting.

Keywords: stock price return, heteroscedasticity, ARIMA-EGARCH, SARIMA-EGARCH



PERAMALAN RETURN HARGA SAHAM DENGAN MENGGUNAKAN METODE ARIMA-EGARCH DAN SARIMA-EGARCH

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

ANDRE DHARMA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains
pada
Departemen Matematika

**DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2016**

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural U

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Judul Skripsi: Peramalan *Return* Harga Saham dengan Menggunakan Metode ARIMA-EGARCH dan SARIMA-EGARCH

: Andre Dharma
: G54120078

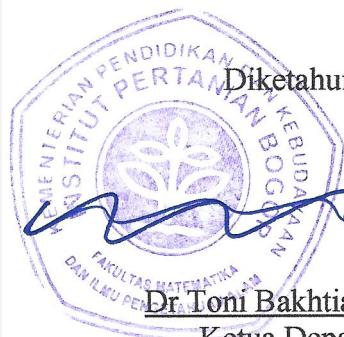
1. Nama
NIM

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Disetujui oleh



Hak cipta milik IPB
Institut Pertanian Bogor



Diketahui oleh

Dr Ir Hadi Sumarno, MS

Pembimbing II

Dr Ir Endar Hasafah Nugrahani, MS
Pembimbing I

Dr Toni Bakhtiar, SSi MSc
Ketua Departemen

Tanggal Lulus:

21 OCT 2016

2. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Judul karya ilmiah ini adalah Peramalan Return Harga Saham dengan Menggunakan Metode ARIMA-EGARCH dan SARIMA-EGARCH.

Terima kasih penulis ucapkan kepada Ibu Dr Ir Endar Hasafah Nugrahani, MS dan Bapak Dr Ir Hadi Sumarno, MS selaku pembimbing, serta Bapak Dr Ir Budi Suharjo, MS yang telah banyak memberi saran. Ungkapan terima kasih juga saya ucapkan kepada ayah, ibu, serta seluruh keluarga, atas segala doa dan kasih sayangnya. Tidak lupa saya mengucapkan terima kasih untuk para sahabat, teman-teman Matematika, serta teman-teman di luar Departemen Matematika baik di dalam maupun di luar IPB atas kritik, saran, dan doanya selama pembuatan karya ilmiah ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi dunia ilmu pengetahuan, khususnya Matematika, dan menjadi inspirasi bagi penelitian-penelitian selanjutnya.

Bogor, Oktober 2016

Andre Dharma

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vi
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Tujuan Penelitian	2
TINJAUAN PUSTAKA	2
Model ARIMA	2
Model SARIMA	4
Masalah Heteroskedastisitas	4
Kesesuaian Model	5
METODOLOGI	6
HASIL DAN PEMBAHASAN	7
Analisis Model	7
Hasil Peramalan	12
SIMPULAN	14
DAFTAR PUSTAKA	14
LAMPIRAN	16
RIWAYAT HIDUP	24

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



DAFTAR TABEL

1. Hasil uji <i>Augmented Dickey-Fuller Data Return Harga Saham</i>	9
2. Model ARIMA dan SARIMA tentatif untuk <i>return</i> harga saham Media Nusantara Citra Tbk. (MNCN.JK)	11

DAFTAR GAMBAR

1. Plot Data <i>Return</i> Harian Saham Media Nusantara Citra Tbk.	8
2. Plot Korelasi Diri (ACF)	8
3. Plot Korelasi Diri Parsial (PACF)	10
4. Grafik data aktual, data peramalan ARIMA-EGARCH dan data peramalan SARIMA-EGARCH	13

DAFTAR LAMPIRAN

1. Hasil Output Minitab Untuk Model ARIMA (1,0,1)	16
2. Hasil Output Minitab Untuk Model ARIMA (2,0,3)	16
3. Hasil Output Minitab Untuk Model ARIMA (3,0,2)	17
4. Hasil Output Minitab Untuk Model SARIMA (2,0,3)(1,0,1) ⁴	17
5. Hasil Output Minitab Untuk Model SARIMA (2,0,3)(1,0,1) ⁸	18
6. Hasil Uji heteroskedastisitas Untuk Model ARIMA (2,0,3)	18
7. Hasil Uji heteroskedastisitas Untuk Model SARIMA (2,0,3)(1,0,1) ⁴	19
8. Hasil Output Eviews Untuk Model ARIMA (2,0,3) –EGARCH(1,1)	20
9. Hasil Output Eviews Untuk Model SARIMA(2,0,3)(1,0,1) ⁴ – EGARCH (1,1)	21
10. Perbandingan Data Peramalan dengan Data Aktual	21
11. Hasil Peramalan dengan Menggunakan Metode ARIMA--EGARCH	22

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pada zaman sekarang setiap perusahaan membutuhkan modal yang cukup besar untuk menjalankan bisnisnya. Untuk dapat memenuhi kebutuhan akan modal tersebut, perusahaan menjual sebagian kepemilikan kepada orang lain dengan menerbitkan saham. Saham adalah surat berharga yang menunjukkan kepemilikan seorang investor di dalam suatu perusahaan yang artinya jika seseorang membeli saham suatu perusahaan, itu berarti dia telah menyertakan modal ke dalam suatu perusahaan tersebut sebanyak jumlah saham yang dibeli (Fakhruddin 2008).

Selembar saham memiliki nilai yang berbeda-beda untuk setiap perusahaan penerbit saham. Nilai saham untuk tiap perusahaan juga akan berubah-ubah setiap waktu. Peningkatan nilai saham menunjukkan perusahaan tersebut mengalami keuntungan sedangkan penurunan nilai saham menunjukkan terjadinya kerugian. Besar presentase keuntungan atau kerugian suatu perusahaan dapat tergambar berdasarkan nilai imbal hasil (*return*) harga saham perusahaan tersebut. Nilai *return* tersebut akan menjadi pertimbangan bagi investor untuk berinvestasi pada saham tersebut. Jika suatu saham memiliki nilai *return* yang semakin besar maka akan semakin menarik minat investor. Para investor tentu juga harus mengetahui perkiraan nilai *return* pada hari-hari yang akan datang untuk menentukan saat yang tepat untuk membeli atau menjual saham mereka. Oleh karena itu perlu dilakukan peramalan untuk memprediksi *return* harga saham di waktu yang akan datang untuk membantu investor dalam mengambil keputusan dalam melakukan transaksi jual-beli saham tersebut.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk meramalkan *return* harga saham adalah metode *autoregressive integrated moving average* (ARIMA). Metode ini dipopulerkan oleh Box dan Jenkins pada awal tahun 1970-an (Makridakis *et al.* 1998). Metode ini merupakan data deret waktu (*time series*) dengan menggunakan nilai-nilai masa lalu sebagai variabel. Metode ARIMA cocok digunakan untuk meramal sejumlah variabel dengan cepat, sederhana, akurat dan murah karena hanya membutuhkan data variabel yang akan diramal berupa nilai-nilai di masa lalu dan kesalahan yang mengikutinya. Metode peramalan ini dapat digunakan dalam peramalan nilai saham, analisis anggaran, analisis sensus, dan perkembangan nilai tukar terhadap mata uang asing. Terdapat pula pengembangan dari metode ARIMA adalah metode *seasonal autoregressive integrated moving average* (SARIMA) yang memperhatikan siklus data yang bersifat musiman.

Dalam memodelkan *return* harga saham ini terdapat masalah heteroskedastisitas. Untuk dapat menyelesaikan masalah tersebut, model ARIMA dan SARIMA akan dikombinasikan dengan model *autoregressive conditional heteroskedastic* (ARCH) ataupun beberapa pengembangannya seperti *generalized autoregressive conditional heteroskedastic* (GARCH) dan *exponential generalized autoregressive conditional heteroskedastic* (EGARCH) sehingga menjadi model ARIMA-ARCH, ARIMA-GARCH, ARIMA-EGARCH, SARIMA-ARCH, SARIMA-GARCH, ataupun SARIMA-EGARCH.

Dalam karya ilmiah ini akan digunakan model ARIMA-EGARCH dan SARIMA-EGARCH untuk melakukan pemodelan dan peramalan *return* nilai

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

saham. Pemilihan penggunaan model EGARCH untuk menyelesaikan masalah heteroskedastisitas karena model ini mampu mengatasi varian yang tidak konstan. Untuk mengetahui ketepatan hasil pemodelan dan peramalan ini dapat dilakukan dengan mengukur nilai *mean square error* (MSE). Semakin kecil nilai MSE menandakan hasil peramalan semakin baik.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan dan meramalkan *return* harga saham tertentu di Bursa Efek Indonesia dengan menggunakan model ARIMA-EGARCH dan SARIMA-EGARCH.

TINJAUAN PUSTAKA

Model ARIMA

Model *autoregressive integrated moving average* (ARIMA) dikembangkan oleh Box dan Jenkins sehingga disebut juga metode deret waktu Box-Jenkins. Pada model ini terjadi proses *autoregressive* (AR) berordo- p atau proses *moving average* (MA) berordo- q atau merupakan kombinasi dari ke duanya. Jika data yang digunakan belum bersifat stasioner, akan dilakukan pembedaan sebanyak d hingga diperoleh data yang stasioner. Banyaknya pembedaan yang dilakukan akan menjadi ordo dari pembedaan. Bentuk umum model ARIMA (p,d,q) adalah sebagai berikut (Liu *et al.* 1994):

$$\phi_p(B)(1 - B)^d Z_t = \theta_q a_t,$$

dengan:

- p = derajat *autoregressive* (AR)
- d = derajat pembedaan
- q = derajat *moving average* (MA)
- t = waktu
- B = operator *backshift*
- ϕ_p = parameter yang menjelaskan AR
- θ_q = parameter yang menjelaskan MA
- a_t = galat acak pada waktu ke- t yang diasumsikan menyebar normal bebas stokastik
- $\phi_p = (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p)$
- $\theta_q = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q)$
- $B^k(Z_t) = Z_{t-k}$

Terdapat empat langkah dalam memformulasikan model ARIMA, yaitu :

1. Identifikasi model

Langkah awal dalam identifikasi model adalah mendapatkan struktur data yang stasioner. Dari data yang stasioner dapat diperoleh model sementara dengan mengamati fungsi korelasi diri (ACF) dan fungsi korelasi diri parsialnya (PACF). Ordo proses AR dapat ditentukan dengan melihat

berapa banyak koefisien korelasi diri parsial (PACF) yang tidak nol. Sedangkan ordo proses MA ditentukan dengan melihat berapa banyak koefisien korelasi diri (ACF) pertama yang tidak nol (Bowerman dan O'Connell 1987). Berdasarkan ordo yang diperoleh dari plot ACF dan PACF dapat dibuat model tentatif untuk data.

2. Pendugaan Parameter

Setelah mendapat model tentatif dari langkah sebelumnya, berikutnya dilakukan pendugaan parameter untuk model tentatif. Pendugaan parameter dilakukan untuk menentukan apakah parameter sudah layak digunakan dalam model. Banyaknya parameter yang akan diduga bergantung pada banyaknya koefisien model awal. Penduga parameter dikatakan berpengaruh jika nilai mutlak yang berpadanan dengan parameter tersebut lebih besar daripada nilai t tabel pada taraf nyata $\alpha/2$ berderajat bebas minus banyaknya parameter (Bowerman & O'Connell 1987).

3. Diagnostik model

Pada tahap diagnostik model ini akan dilihat apakah model relevan dengan data yang digunakan. Statistik uji Q Box-Pierce dapat digunakan untuk menguji kelayakan model, yaitu dengan menguji apakah sekumpulan korelasi diri untuk nilai sisa tersebut tidak nol. Statistik uji Q Box-Pierce menyebar mengikuti sebaran χ^2 dengan derajat bebas ($m - p - q$), di mana m adalah lag maksimum yang diamati, p adalah ordo AR, dan q adalah ordo MA. Jika nilai Q lebih besar nilai $\chi^2(m - p - q)$ untuk tingkat kepercayaan tertentu atau nilai peluang statistik Q lebih kecil dari taraf nyata α , maka dapat disimpulkan bahwa model tidak layak. Persamaan statistik uji Q Box-Pierce menurut Makridakis *et al.* (1998) adalah:

$$Q = (N - d) \sum_{k=1}^m r_k^2,$$

dengan

r_k^2 = nilai korelasi diri pada lag ke- k

N = banyaknya amatan pada data awal

d = ordo pembedaan

m = lag maksimum

4. Peramalan

Peramalan adalah proses yang digunakan untuk memprediksi nilai untuk beberapa periode ke depan. Peramalan dilakukan dengan menggunakan model terbaik yang telah dipilih. Untuk mengevaluasi model dapat dilakukan dengan mengukur nilai kesalahan dari model.

Tahap awal yang harus dilakukan dalam membuat model ARIMA adalah dengan identifikasi model. Pada tahap ini model tentatif ditentukan dengan bantuan plot autokorelasi dan parsial autokorelasi. Setelah didapat beberapa model tentatif, dilanjutkan dengan melakukan pendugaan parameter. Pada pendugaan parameter ini akan dilihat nilai kesignifikansi parameter untuk setiap parameternya. Jika telah didapat model yang signifikan untuk setiap parameternya akan dilanjutkan dengan diagnostik model. Untuk tes diagnostik model digunakan uji Box-Pierce. Peramalan akan dilakukan bila model telah cocok menurut uji Box-Pierce (Juanda dan Junaidi 2012).

Model SARIMA

Model *seasonal autoregressive integrated moving average* (SARIMA) adalah perluasan dari model ARIMA dengan (p,d,q) adalah ordo non-musiman dan (P,D,Q) adalah ordo musiman dari model serta S adalah jumlah periode per musim. Bentuk umum model SARIMA $(p,d,q)(P,D,Q)^S$ adalah sebagai berikut (Liu *et al.* 1994):

$$\Phi_P(B^S) \phi_p(B)(1 - B)^d(1 - B^S)^D Z_t = \Theta_Q(B^S) \theta_q(B) a_t,$$

dengan :

p	= derajat <i>autoregressive</i> (AR) non-musiman
d	= derajat pembeda non-musiman
q	= derajat <i>moving average</i> (MA) non-musiman
P	= derajat <i>autoregressive</i> (AR) musiman
D	= derajat pembeda musiman
Q	= derajat <i>moving average</i> (MA) musiman
S	= rentang waktu pengulangan pola musiman
t	= waktu
B	= operator <i>backshift</i>
ϕ_p	= parameter yang menjelaskan AR
Φ_P	= parameter yang menjelaskan AR musiman
θ_q	= parameter yang menjelaskan MA
Θ_Q	= parameter yang menjelaskan MA musiman
a_t	= galat acak pada waktu ke- t yang diasumsikan menyebar normal bebas stokastik
ϕ	$= (1 - \phi B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p)$
θ_q	$= (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q)$
$B^k(Z_t)$	$= Z_{t-k}$

Masalah Heteroskedastisitas

Masalah heteroskedastisitas dari ragam residual biasa terjadi pada data deret waktu. Dalam karya ilmiah ini dibahas 3 cara untuk menyelesaikan masalah heteroskedastisitas yaitu model ARCH, model GARCH, dan model EGARCH.

Model ARCH

Ragam residual yang berubah-ubah terjadi karena ragam residual dipengaruhi oleh nilai residual di periode yang lalu. Engle mengembangkan model di mana rata-rata dan ragam suatu data deret waktu dimodelkan secara simultan. Model tersebut dikenal dengan model *autoregressive conditional heteroscedasticity* (ARCH). Model tersebut memiliki ordo q atau disebut model ARCH(q). Model ARCH(q) dapat dituliskan sebagai berikut (Bollerslev 2008):

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2,$$

dengan:

ε_t^2	= kuadrat <i>error</i> pada waktu t
σ_t^2	= ragam pada waktu t
ω, α	= konstanta c

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Model GARCH

Masalah heteroskedastisitas dari ragam residual tidak hanya bergantung kepada nilai residual periode lalu, tetapi juga dipengaruhi oleh ragam residual periode sebelumnya. Bollerslev kemudian mengembangkan model ARCH dengan memasukkan unsur residual periode lalu dan ragam residual. Model ini dikenal sebagai *generalized autoregressive conditional heteroscedasticity* (GARCH). Model GARCH memiliki ordo p dan q atau disebut model GARCH(p,q). Model GARCH(p,q) dapat ditulis sebagai berikut (Bollerslev 2008):

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^p \beta_i \sigma_{t-i}^2,$$

dengan:

- ε_t^2 = kuadrat *error* pada waktu t
 σ_t^2 = ragam pada waktu t
 ω, α, β = konstanta c

Model EGARCH

Koefisien ω, α, β pada model GARCH dapat bernilai negatif sehingga mengakibatkan nilai ragam juga dapat bernilai negatif. Agar nilai ragam pada model GARCH bernilai positif diberikan syarat nilai koefisien ω, α, β harus bernilai positif. Cara lain agar membuat nilai ragam selalu bernilai positif adalah dengan menggunakan fungsi eksponensial yang dikenal dengan *exponential generalized autoregressive conditional heteroscedasticity* (EGARCH). Model EGARCH diperkenalkan oleh Nelson. Pada model ini persamaan ragam bersifat eksponensial bukan dalam bentuk kuadratik sehingga menggunakan bentuk logaritma natural (\ln). Rumus umum model EGARCH(1,1) dapat ditulis sebagai berikut (Bollerslev 2008):

$$\ln(\sigma_t^2) = \omega + \alpha_i \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right| + \gamma_i \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} + \beta_i \ln(\sigma_{t-1}^2),$$

dengan:

- ε_t^2 = kuadrat *error* pada waktu t
 σ_t^2 = ragam pada waktu t
 ω, α, β = konstanta c

Kesesuaian Model

Suatu model untuk peramalan dapat dikatakan baik jika model tersebut sesuai dengan data aktual yang dimiliki. Akan tetapi dalam peramalan dapat terjadi perbedaan antara nilai hasil peramalan dengan nilai aktual yang disebut kesalahan (*error*). Untuk dapat mengetahui kesesuaian model dapat diukur berdasarkan tingkat kesalahan yang dihasilkan oleh model tersebut. Untuk mengukur tingkat kesesuaian suatu model peramalan dapat dilakukan dengan berbagai metode pengukuran antara lain *mean error* (ME), *mean square error* (MSE), dan *mean percentage error* (MAPE). Pada karya ilmiah ini ukuran kesalahan yang digunakan adalah MSE. MSE merupakan rata-rata dari nilai kuadrat kesalahan antara data aktual dengan data hasil peramalan. Semakin kecil nilai MSE menunjukkan data

- hasil peramalan semakin mendekati nilai aktual. Rumus dari MSE yaitu (Makridakis *et al.* 1998):

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

dengan:

- Y_t : data aktual pada periode ke- t ,
- F_t : nilai ramalan pada periode ke- t ,
- n : banyaknya periode waktu.

METODOLOGI

Dalam karya ilmiah ini dilakukan pemodelan dan peramalan *return* harga saham. Data harga saham yang digunakan adalah data harga saham Media Nusantara Citra Tbk. (MNCN.JK). Data tersebut berupa data harian periode 1 Januari 2010 – 31 Desember 2015 untuk dimodelkan dan data periode 1 Januari 2016 – 20 Januari 2016 untuk validasi kesesuaian model. Data tersebut diperoleh dari situs <http://www.finance.yahoo.com>.

Berikut ini adalah langkah-langkah untuk melakukan pemodelan dan peramalan:

- Menentukan *return* harga saham dengan rumus sebagai berikut (Husnan 2001):

$$R = \ln\left(\frac{P_{t+1}}{P_t}\right),$$

dengan:

- R = *return* harga saham
- P_{t+1} = harga saham pada waktu ke-($t+1$)
- P_t = harga saham pada waktu ke- t .

- Melakukan pengecekan kestasioneran data

Asumsi awal yang harus dipenuhi dari data deret waktu adalah data yang bersifat stasioner. Menurut Nachrowi dan Usman (2006) sekumpulan data dikatakan stasioner jika nilai rata-rata dan ragam dari data *time series* tersebut tidak mengalami perubahan secara sistematis sepanjang waktu, atau sebagian ahli menyatakan rata-rata dan ragamnya konstan. Data yang stasioner akan menghasilkan estimasi model yang lebih akurat. Data deret waktu yang bersifat tidak stasioner hanya akan dapat dipelajari karakteristiknya dalam suatu periode waktu tertentu saja. Pengecekan kestasioneran ini menggunakan tren data dalam grafik, korelogram, dan uji akar unit.

- Melakukan pemodelan dan peramalan dengan metode ARIMA-EGARCH

Dalam memodelkan dengan metode ARIMA-EGARCH dilakukan pemodelan ARIMA terlebih dahulu. Langkah pemodelan ARIMA adalah identifikasi model, pendugaan parameter, dan diagnostik model. Setelah didapat model ARIMA yang terbaik dilanjutkan dengan uji

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

heteroskedastisitas untuk mengecek adanya masalah heteroskedastisitas pada model. Jika terdapat masalah heteroskedastisitas, model ARIMA dikombinasikan dengan model EGARCH sehingga menjadi model ARIMA-EGARCH. Kemudian dilakukan peramalan dengan model ARIMA-EGARCH yang telah diperoleh.

4. Melakukan pemodelan dan peramalan dengan metode SARIMA-EGARCH

Dalam memodelkan dengan metode SARIMA-EGARCH dilakukan pemodelan SARIMA terlebih dahulu. Langkah pemodelan SARIMA adalah identifikasi model, pendugaan parameter, dan diagnostik model. Setelah didapat model SARIMA yang terbaik dilanjutkan dengan uji heteroskedastisitas untuk mengecek adanya masalah heteroskedastisitas pada model. Jika terdapat masalah heteroskedastisitas, model SARIMA dikombinasikan dengan model EGARCH sehingga menjadi model SARIMA-EGARCH. Kemudian dilakukan peramalan dengan model SARIMA-EGARCH yang telah diperoleh.

5. Penyesuaian model dengan data aktual

Tahap ini dilakukan dengan mengukur tingkat kesalahan. Hasil peramalan dengan metode ARIMA-EGARCH dan SARIMA-EGARCH akan diukur tingkat kesalahannya dengan menggunakan MSE.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Model

Pengecekan Kestasioneran

Data yang akan dianalisis harus diperiksa kestasionerannya. Ada beberapa cara yang umum digunakan dalam menentukan kestasioneran data. Cara yang paling sederhana adalah pengujian menggunakan tren data dalam grafik. Pengujian lanjutan yang biasa digunakan adalah menggunakan korelogram serta menggunakan uji akar unit (*unit roots test*).

Terdapat 1533 pengamatan data *return* nilai saham yang digunakan untuk pemodelan. Kemudian data yang telah diperoleh dibentuk dalam grafik plot agar lebih mudah untuk melihat pola yang terdapat dalam data. Plot data *return* harian saham tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.

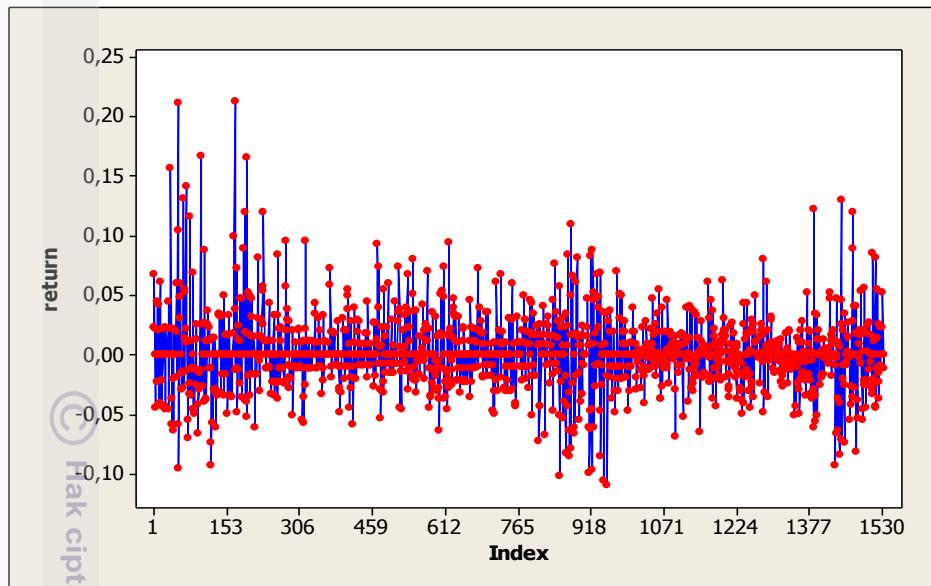
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

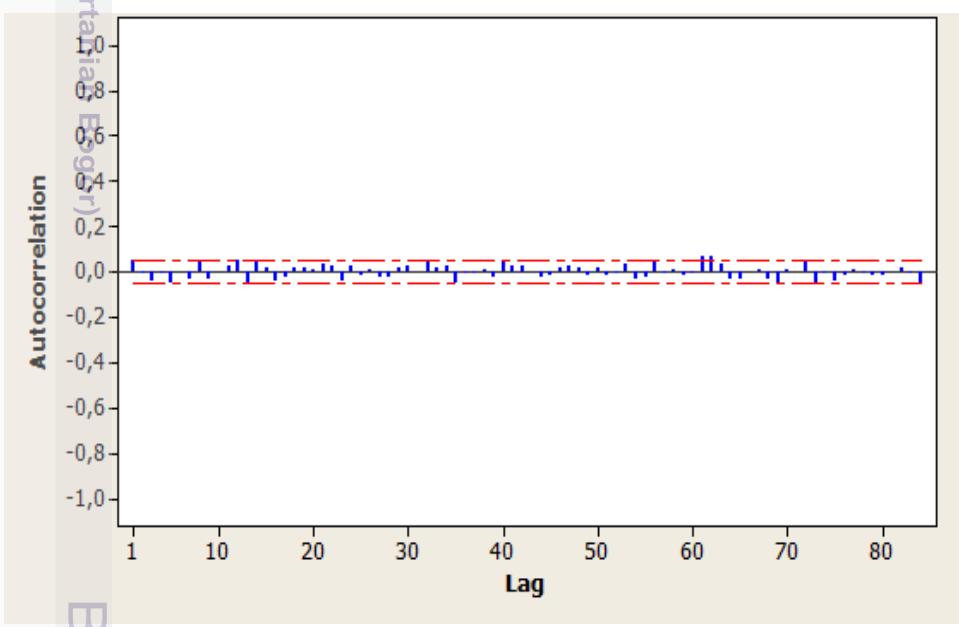




Gambar 1 Plot Data *Return* Harian Saham Media Nusantara Citra Tbk.

Gambar 1 menunjukkan bahwa plot nilai *return* harian saham relatif seragam berada di sekitar nilai tengah nol. Nilai tertinggi yang terdapat pada plot data sebesar 0.2136 dan nilai terendah sebesar -0.1092. Tren data pada Gambar 1 mengindikasikan data tersebut bersifat stasioner.

Pengujian lanjutan untuk memeriksa kestasioneran data dilakukan dengan menggunakan korelogram. Korelogram ditunjukkan pada plot korelasi diri (ACF). Gambar 2 menunjukkan plot ACF.



Gambar 2 Plot Korelasi Diri (ACF)

Plot ACF pada Gambar 2 memiliki pola koreogram dengan nilai positif-negatif secara bergantian di sekitar titik nol atau tidak berbeda signifikan dengan nol. Hal tersebut juga mengindikasikan data tersebut bersifat stasioner. Akan tetapi pengujian berdasarkan tren data pada grafik dan plot koreogram masih bersifat subjektif karena setiap orang dapat mengambil kesimpulan yang berbeda.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Untuk mendapat hasil yang lebih akurat tentang kestasioneran data diperlukan pengujian lain. Pengujian ini dilakukan menggunakan uji akar unit. Uji akar unit adalah pengujian yang formal sehingga dapat dipercaya keakuratan hasilnya. Ada beberapa metode uji akar unit antara lain uji Dickey-Fuller, uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF), dan uji Philips-Perron. Pada karya ilmiah ini digunakan uji *Augmented Dickey-Fuller*. Hasil pengujian terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil uji *Augmented Dickey-Fuller* Data *Return Harga Saham*

	t-Statistic	Prob.*
<i>Augmented Dickey-Fuller test statistic</i>	-37.18991	0.0000
<i>Test critical values:</i>		
1% level	-3.434412	
5% level	-2.863221	
10% level	-2.567713	

Pada pengujian ADF akan diperoleh nilai- p , jika nilai- p lebih besar dari 0.05 mengindikasikan data belum stasioner dan jika didapatkan nilai- p kurang dari 0.05 berarti data telah stasioner. Berdasarkan dari pengujian pada Tabel 1, diperoleh nilai- p kurang dari $\alpha = 0.05$, yaitu sebesar 0.0000. Berdasarkan hasil uji ADF dapat diambil kesimpulan data tersebut telah stasioner pada level sehingga tidak perlu dilakukan transformasi ataupun pembedaan pada data.

Identifikasi Model

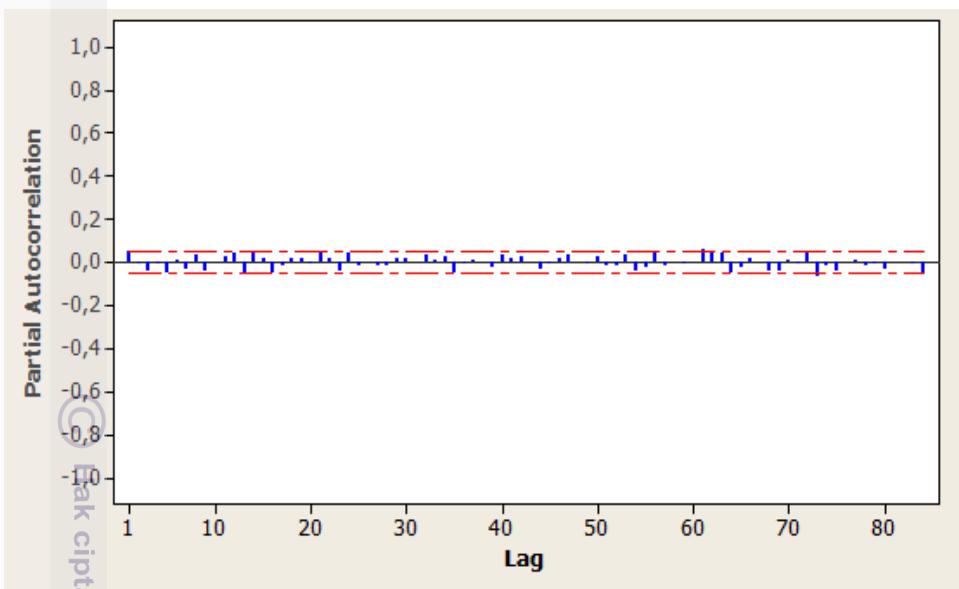
Data yang telah stasioner menandakan data telah dapat digunakan untuk dimodelkan. Langkah selanjutnya adalah identifikasi model. Pada tahap ini dilakukan untuk mencari model tentatif yang sesuai berdasarkan data *return* harian saham. Plot korelasi diri (ACF) pada Gambar 2 digunakan untuk membantu memperkirakan ordo- q . Sedangkan plot korelasi diri parsial (PACF) pada Gambar 3 digunakan untuk memperkirakan ordo- p .

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Gambar 3 Plot Korelasi Diri Parsial (PACF)

Ordo dari plot ACF dan PACF digunakan untuk menentukan kisaran ordo model tentatif awal yang sesuai. Pada plot korelasi diri (Gambar 2) terlihat garis biru menyentuh garis horizontal merah pada *lag* 1. Pada plot korelasi diri parsial (Gambar 3) juga terlihat garis biru menyentuh garis horizontal merah pada *lag* 1. Hal tersebut mengindikasikan ordo model tentatif awal yang ditunjukkan berdasarkan Gambar 2 dan Gambar 3 adalah ARIMA(1,0,1).

Pendugaan Parameter

Akan tetapi model ARIMA(1,0,1) ini bukan merupakan model yang sesuai untuk data karena tidak signifikan untuk semua parameternya seperti yang tertera pada Lampiran 1. Untuk mengetahui model yang paling sesuai, harus dilakukan proses pendugaan parameter. Proses ini dapat dilakukan dengan cara *trial and error* dengan mengombinasikan ordo-*p* dan ordo-*q* hingga diperoleh beberapa kandidat model yang terbaik. Beberapa kandidat model terbaik hasil dari pendugaan parameter adalah ARIMA(2,0,3), ARIMA(3,0,2), SARIMA(2,0,3)(1,0,1)⁴, dan SARIMA(2,0,3)(1,0,1)⁸. Hasil pendugaan parameter model tersebut tertera pada Tabel 2.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Tabel 2 Model ARIMA dan SARIMA tentatif untuk *return* harga saham Media Nusantara Citra Tbk. (MNCN.JK)

Model	Parameter	Koefisien Parameter	Kesignifikanan Parameter
ARIMA(2,0,3)	Konstanta	0,0009235	0.045
	AR(1)	-0,2910	0.017
	AR(2)	0,6712	0.000
	MA(1)	-0,3459	0.005
	MA (2)	0,6769	0.000
	MA (3)	0,0871	0.045
ARIMA(3,0,2)	Konstanta	0,0008603	0.059
	AR (1)	-0,2040	0.060
	AR (2)	0,6754	0.000
	AR (3)	-0,0843	0.001
	MA(1)	-0,2564	0.016
	MA(2)	0,6807	0.000
SARIMA (2,0,3)(1,0,1) ⁴	Konstanta	0,00010434	0.052
	AR (1)	-0,3334	0.048
	AR (2)	0,6325	0.007
	SAR (4)	0,8938	0.000
	MA (1)	-0,3883	0.022
	MA (2)	0,6342	0.008
	MA (3)	0,0841	0.001
	SMA (4)	0,8997	0.000
SARIMA (2,0,3)(1,0,1) ⁸	Konstanta	0,0013716	0.060
	AR (1)	-0,2376	0.102
	AR (2)	0,7054	0.002
	SAR (8)	-0,8289	0.000
	MA (1)	-0,2997	0.040
	MA (2)	0,7115	0.002
	MA (3)	0,0936	0.000
	SMA (8)	-0,8771	0.060

Pada Tabel 2 dapat diketahui nilai kesignifikanan parameter dan koefisien parameter dari model tentatif terbaik yang digunakan. Pada model ARIMA(3,0,2) dan SARIMA (2,0,3)(1,0,1)⁸ terdapat nilai kesignifikanan parameter yang melebihi batas kesalahan maksimal yaitu sebesar 0.05. Parameter yang melebihi nilai batas kesalahan maksimal adalah pada parameter AR(1) di kedua model sehingga kedua model tersebut tidak cukup baik untuk digunakan. Model ARIMA(2,0,3) dan model SARIMA(2,0,3)(1,0,1)⁴ adalah model yang lebih sesuai dengan data karena memiliki nilai kesignifikan parameter dibawah 0.05 untuk setiap parameter selain konstanta. Oleh karena itu, model ARIMA(2,0,3) dan

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
© Hak cipta milik IPB Institut Pertanian Bogor
Bogor Agricultural University
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB. 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.
- SARIMA $(2,0,3)(1,0,1)^4$ yang akan digunakan untuk peramalan. Hasil analisis lengkap terdapat pada Lampiran 2 sampai 5.

Diagnostik Model

Sebelum digunakan untuk peramalan, model harus diakukan uji kelayakan terlebih dahulu. Pada model ARIMA(2,0,3) didapatkan nilai- p untuk setiap parameter berada di bawah $\alpha = 0.05$, yang artinya parameter tersebut signifikan. Selanjutnya harus dilakukan uji kelayakan model. Pengujian ini dinamakan juga uji Box-Pierce. Semua koefisien pada pengujian ini memiliki nilai- p lebih besar dari α , yaitu sebesar 0.05 seperti yang terdapat pada Lampiran 2. Hal tersebut menunjukkan bahwa model ARIMA(2,0,3) adalah model yang layak dan sesuai dengan data.

Model *seasonal autoregressive integrated moving average* (SARIMA) digunakan karena diduga data berpola musiman, yang artinya data memiliki pola berulang pada setiap periode tertentu. Pada model yang kedua, yaitu model SARIMA $(2,0,3)(1,0,1)^4$ juga memiliki nilai- p yang signifikan yaitu kurang dari $\alpha = 0.05$ untuk setiap parameter selain konstanta. Model ini memiliki nilai MS sebesar 0.00096. Langkah berikutnya adalah pengujian kelayakan model (Uji Box-Pierce). Berdasarkan hasil uji tersebut diperoleh nilai- p lebih besar dari $\alpha = 0.05$ untuk setiap variabel sehingga model ini sudah layak dan sesuai dengan data seperti yang terdapat pada Lampiran 4.

Hasil Peramalan

Hasil Peramalan Dengan Model ARIMA-EGARCH

Uji heteroskedastisitas dilakukan setelah diperoleh model ARIMA yang sesuai untuk mengetahui adanya masalah heteroskedastisitas dalam data. Masalah heteroskedastisitas ini berupa nilai ragam dari *error* yang tidak stabil. Permasalahan ini harus dihilangkan karena asumsi homogen harus terpenuhi agar model tidak berubah untuk setiap data yang diamati. Uji heteroskedastisitas untuk model ARIMA $(2,0,3)$ menunjukkan nilai- p sebesar 0.0000 lebih kecil dari $\alpha = 0.05$ sehingga disimpulkan terdapat masalah heteroskedastisitas pada model ini (Lampiran 6).

Setelah diketahui terdapat masalah heteroskedastisitas, digunakan metode EGARCH untuk mendapatkan model yang lebih baik dan dipilih model EGARCH $(1,1)$. Pada model ini didapatkan nilai- p untuk setiap variabel kurang dari $\alpha = 0.05$ sehingga model ARIMA $(2,0,3)$ -EGARCH $(1,1)$ dapat digunakan. Persamaan dari model ARIMA $(2,0,3)$ -EGARCH $(1,1)$ berdasarkan pada Lampiran 2 dan 8 adalah

$$Z_t = 0.0009235 - 0.2910 Z_{t-1} + 0.6712 Z_{t-2} - 0.3459 \varepsilon_{t-1} + 0.6769 \varepsilon_{t-2} \\ + 0.0871 \varepsilon_{t-3}$$

dengan model ragam residual

$$\ln(\sigma_t^2) = -0.114665 + 0.085504 \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right| - 0.019203 \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} + 0.992328 \ln(\sigma_{t-1}^2).$$

Hasil Peramalan Dengan Model SARIMA-EGARCH

Berikutnya dilakukan juga uji heteroskedastisitas untuk model SARIMA $(2,0,3)(1,0,1)^4$. Diketahui terdapat masalah heteroskedastisitas pada

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

model ini berdasarkan hasil pengujian (Lampiran 7). Kemudian diperoleh model EGARCH(1,1) sebagai model yang paling sesuai. Hal ini terlihat dari nilai- p yang telah kurang dari $\alpha = 0.05$ untuk setiap variabel. Berdasarkan beberapa pengujian tersebut diketahui model SARIMA(2,0,3)(1,0,1)⁴-EGARCH(1,1) adalah model yang layak untuk meramalkan *return* saham Media Nusantara Citra Tbk. (MNCN.JK). Persamaan dari model SARIMA (2,0,3)(1,0,1)⁴- EGARCH(1,1) berdasarkan pada Lampiran 4 dan 9 adalah

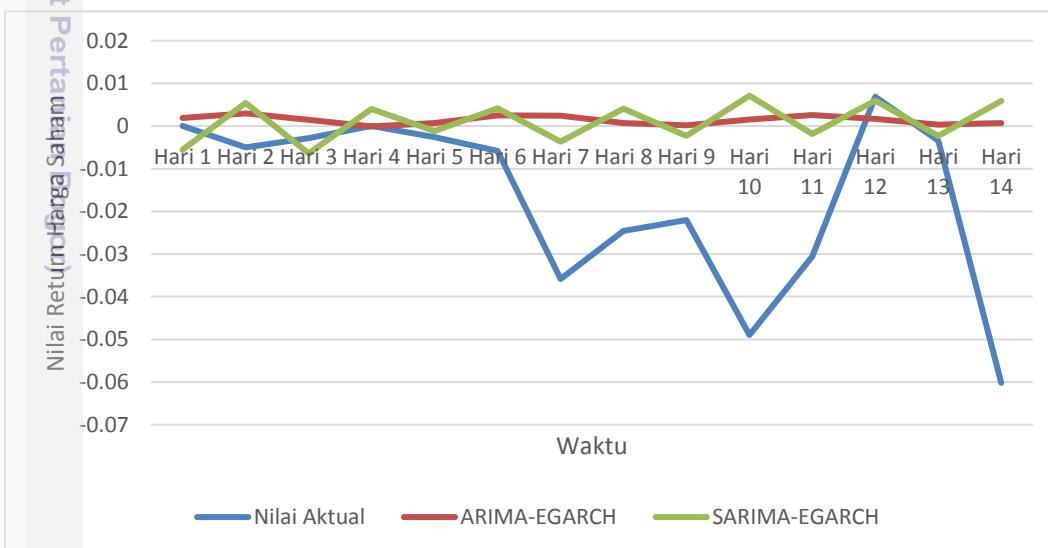
$$Z_t = 0.00010434 - 0.3334 Z_{t-1} + 0.6325 Z_{t-2} + 0.8938 Z_{t-4} - 0.3883 \varepsilon_{t-1} \\ + 0.6342 \varepsilon_{t-2} + 0.0841 \varepsilon_{t-3} + 0.8997 \varepsilon_{t-4}$$

dengan model ragam residual

$$\ln(\sigma_t^2) = -0.138355 + 0.094069 \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right| - 0.018110 \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} + 0.989886 \ln(\sigma_{t-1}^2).$$

Kesesuaian Model

Peramalan *return* harga saham Media Nusantara Citra Tbk. (MNCN.JK) dilakukan dengan mengolah persamaan dari model ARIMA(2,0,3)-EGARCH(1,1) dan model SARIMA (2,0,3)(1,0,1)⁴- EGARCH(1,1) yang telah diperoleh. Peramalan menggunakan proses *static forecasting*. Proses ini hanya meramalkan untuk satu periode waktu ke depan. Kemudian hasil peramalan dimasukkan kembali dalam model untuk meramalkan periode berikutnya. Gambar 4 menunjukkan grafik nilai data aktual dan hasil peramalan menggunakan ARIMA-EGARCH dan SARIMA-EGARCH.



Gambar 4 Grafik data aktual, data peramalan ARIMA-EGARCH dan data peramalan SARIMA-EGARCH

Pada Gambar 4 diketahui peramalan menggunakan model ARIMA(2,0,3)-EGARCH(1,1) memiliki nilai *return* yang selalu bernilai positif pada rentang periode hari 1 sampai hari 14, kecuali pada hari 4. Sementara untuk peramalan menggunakan model SARIMA (2,0,3)(1,0,1)⁴- EGARCH(1,1) memiliki nilai *return* positif-negatif yang berganti setiap selang waktu (Lampiran 10). Terlihat pada grafik, setelah hari 5 hasil peramalan yang diperoleh berbeda cukup jauh dengan nilai aktual. Hal tersebut menunjukkan bahwa untuk peramalan jangka

panjang dengan menggunakan kedua metode ini akan menghasilkan peramalan yang kurang baik.

Untuk memeriksa kesesuaian model dilakukan validasi model dengan membandingkan antara data aktual dengan data hasil peramalan. Pengecekan dilakukan dengan mengukur nilai *mean square error* (MSE). Nilai MSE untuk model ARIMA(2,0,3)-EGARCH(1,1) adalah 0.000969 dan untuk model SARIMA(2,0,3)(1,0,1)⁴-EGARCH(1,1) adalah 0.001028. Berdasarkan nilai MSE untuk kedua model dapat diketahui bahwa peramalan nilai *return* saham ini menggunakan metode ARIMA(2,0,3)-EGARCH(1,1) lebih baik dibandingkan dengan metode SARIMA(2,0,3)(1,0,1)⁴- EGARCH(1,1).

Kedua metode dapat diterapkan untuk memodelkan dan meramalkan *return* harga saham. Akan tetapi peramalan yang dihasilkan hanya cocok untuk waktu jangka pendek, karena jika diterapkan untuk waktu jangka panjang akan menghasilkan perbedaan yang cukup jauh dengan data aktual. Berdasarkan hal tersebut untuk mendapatkan peramalan yang baik sebaiknya dilakukan peramalan untuk jangka pendek saja.

SIMPULAN

Return harga saham dapat dimodelkan dan diramalkan dengan menggunakan metode ARIMA-EGARCH dan SARIMA-EGARCH. Hasil peramalan dengan menggunakan metode ARIMA-EGARCH lebih baik dibandingkan dengan metode SARIMA-EGARCH berdasarkan nilai MSE yang diperoleh yaitu 0.000969 untuk metode ARIMA-EGARCH dan 0.001028 untuk metode SARIMA-EGARCH. Akan tetapi peramalan menggunakan kedua metode ini hanya cocok digunakan untuk peramalan jangka pendek saja karena untuk jangka panjang menghasilkan perbedaan yang cukup jauh dengan data aktualnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bollerslev T. 2008. Glossary to ARCH (GARCH). *CREATES Research Paper* 2008-49. Center for Research in Econometric Analysis of Time Series. University of Aarhus & University of Copenhagen. Denmark.
- Bowerman BL, O'Connell RT. 1987. *Time Series Forecasting: Unified Concepts and Computer Implementation*. Ed ke-2. Boston (US): Duxbury Press.
- Fakhruddin HM. 2008. *Tanya Jawab Pasar Modal Untuk SMA*. Jakarta (ID): PT Elex Media Komputindo.
- [Internet][diunduh 2016 Januari 12]; Tersedia pada: <http://finance.yahoo.com/quote/MNCN.JK/history?period1=1262278800&period2=1452445200&interval=1d&filter=history&frequency=1d>.
- Husnan S. 2001. *Dasar-Dasar Teori Portofolio dan Analisis Sekuritas*. Ed ke-3. Yogyakarta (ID): UUP AMP YKPN.
- Juanda B, Junaidi. 2012. *Ekonometrika Deret Waktu: Teori dan Aplikasi*. Bogor (ID): IPB Press.



- Liu LM, Hudak GB, Box GEP, Muller ME, Tiao FC. 1994. *Forecasting and Time Series Analysis Using The SCA Statistical System*. Chicago (US): Scientific Computing Associates@Corp.
- Makridakis S, Wheelwright SC, Hyndman RJ. 1998. *Forecasting: Methods and Applications*. Ed ke-3. New York (US): John Wiley and Sons.
- Nachrowi ND, Usman H. 2006. *Pendekatan Populer dan Praktis Ekonometrika Untuk Analisis Ekonomi dan Keuangan*. Jakarta (ID): Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 1 Hasil Output Minitab Untuk Model ARIMA (1,0,1)

Final Estimates of Parameters

Type	Coef	SE Coef	T	P
AR 1	-0.0317	0.4986	-0.06	0.949
MA 1	-0.0828	0.4971	-0.17	0.868
Constant	0.0015339	0.0008603	1.78	0.075
Mean	0.0014867	0.0008338		

Number of observations: 1533
 Residuals: SS = 1.48040 (backforecasts excluded)
 MS = 0.00097 DF = 1530

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	17.8	38.5	50.8	59.8
DF	9	21	33	45
P-Value	0.037	0.011	0.025	0.069

Lampiran 2 Hasil Output Minitab Untuk Model ARIMA (2,0,3)

Final Estimates of Parameters

Type	Coef	SE Coef	T	P
AR 1	-0.2910	0.1217	-2.39	0.017
AR 2	0.6712	0.1919	3.50	0.000
MA 1	-0.3459	0.1233	-2.80	0.005
MA 2	0.6769	0.1935	3.50	0.000
MA 3	0.0871	0.0257	3.39	0.001
Constant	0.0009235	0.0004607	2.00	0.045
Mean	0.0014901	0.0007434		

Number of observations: 1533
 Residuals: SS = 1.46728 (backforecasts excluded)
 MS = 0.00096 DF = 1527

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	6.7	25.7	35.1	42.1
DF	6	18	30	42
P-Value	0.352	0.107	0.241	0.465

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Lampiran 3 Hasil Output Minitab Untuk Model ARIMA (3,0,2)

Final Estimates of Parameters

Type	Coef	SE Coef	T	P
AR 1	-0.2040	0.1084	-1.88	0.060
AR 2	0.6754	0.1806	3.74	0.000
AR 3	-0.0843	0.0260	-3.24	0.001
MA 1	-0.2564	0.1059	-2.42	0.016
MA 2	0.6807	0.1831	3.72	0.000
Constant	0.0008603	0.0004545	1.89	0.059
Mean	0.0014038	0.0007416		

Number of observations: 1540

Residuals: SS = 1.47219 (backforecasts excluded)
MS = 0.00096 DF = 1534

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	6.7	25.3	34.2	41.6
DF	6	18	30	42
P-Value	0.352	0.116	0.273	0.489

Lampiran 4 Hasil Output Minitab Untuk Model SARIMA (2,0,3)(1,0,1)⁴

Final Estimates of Parameters

Type	Coef	SE Coef	T	P
AR 1	-0.3334	0.1684	-1.98	0.048
AR 2	0.6325	0.2334	2.71	0.007
SAR 4	0.8938	0.0879	10.17	0.000
MA 1	-0.3883	0.1698	-2.29	0.022
MA 2	0.6342	0.2384	2.66	0.008
MA 3	0.0841	0.0257	3.28	0.001
SMA 4	0.8997	0.0811	11.09	0.000
Constant	0.00010434	0.00005364	1.95	0.052
Mean	0.0014024	0.0007209		

Number of observations: 1540

Residuals: SS = 1.47235 (backforecasts excluded)
MS = 0.00096 DF = 1532

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	7.3	25.4	34.2	41.7
DF	4	16	28	40
P-Value	0.120	0.063	0.194	0.397

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 5 Hasil Output Minitab Untuk Model SARIMA (2,0,3)(1,0,1)⁸

Final Estimates of Parameters

Type	Coef	SE Coef	T	P
AR 1	-0.2376	0.1451	-1.64	0.102
AR 2	0.7054	0.2237	3.15	0.002
SAR 8	-0.8289	0.0643	-12.89	0.000
MA 1	-0.2997	0.1461	-2.05	0.040
MA 2	0.7115	0.2252	3.16	0.002
MA 3	0.0936	0.0258	3.62	0.000
SMA 8	-0.8771	0.0541	-16.22	0.000
Constant	0.0013716	0.0007295	1.88	0.060
Mean	0.0014093	0.0007495		

Number of observations: 1540

Residuals: SS = 1.46328 (backforecasts excluded)
MS = 0.00096 DF = 1532

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	6.8	22.1	34.4	41.4
DF	4	16	28	40
P-Value	0.146	0.141	0.189	0.408

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Lampiran 6 Hasil Uji heteroskedastisitas Untuk Model ARIMA (2,0,3)

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	28.75660	Prob. F(1,1528)	0.0000
Obs*R-squared	28.26235	Prob. Chi-Square(1)	0.0000

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Date: 05/19/16 Time: 12:59

Sample (adjusted): 4 1533

Included observations: 1530 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000824	6.94E-05	11.87948	0.0000
RESID^2(-1)	0.135899	0.025342	5.362518	0.0000
R-squared	0.018472	Mean dependent var	0.000954	
Adjusted R-squared	0.017830	S.D. dependent var	0.002567	
S.E. of regression	0.002544	Akaike info criterion	-9.109081	
Sum squared resid	0.009887	Schwarz criterion	-9.102109	
Log likelihood	6970.447	Hannan-Quinn criter.	-9.106486	
F-statistic	28.75660	Durbin-Watson stat	2.009262	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 7 Hasil Uji heteroskedastisitas Untuk Model SARIMA (2,0,3)(1,0,1)⁴

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	26.07036	Prob. F(1,1533)	0.0000
Obs*R-squared	25.66786	Prob. Chi-Square(1)	0.0000

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Date: 05/20/16 Time: 12:46

Sample (adjusted): 6 1540

Included observations: 1535 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000834	7.16E-05	11.65036	0.0000
RESID^2(-1)	0.129312	0.025326	5.105914	0.0000
R-squared	0.016722	Mean dependent var	0.000958	
Adjusted R-squared	0.016080	S.D. dependent var	0.002662	
S.E. of regression	0.002640	Akaike info criterion	-9.034399	
Sum squared resid	0.010688	Schwarz criterion	-9.027446	
Log likelihood	6935.901	Hannan-Quinn criter.	-9.031811	
F-statistic	26.07036	Durbin-Watson stat	2.008748	
Prob(F-statistic)	0.000000			

1.

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a.

Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b.

Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 8 Hasil Output Eviews Untuk Model ARIMA (2,0,3) –EGARCH(1,1)

Dependent Variable: RETURN

Method: ML ARCH - Normal distribution (OPG - BHHH / Marquardt steps)

Date: 05/19/16 Time: 13:03

Sample (adjusted): 1 1533

Included observations: 1533 after adjustments

Convergence achieved after 40 iterations

Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Presample variance: backcast (parameter = 0.7)

$\text{LOG(GARCH)} = C(7) + C(8)*\text{ABS}(\text{RESID}(-1)/@\text{SQRT}(\text{GARCH}(-1))) + C(9)*\text{RESID}(-1)/@\text{SQRT}(\text{GARCH}(-1)) + C(10)*\text{LOG}(\text{GARCH}(-1))$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.001365	0.000730	1.869956	0.0615
AR(1)	0.377940	0.055469	6.813572	0.0000
AR(2)	-0.938196	0.059986	-15.64032	0.0000
MA(1)	-0.305085	0.059344	-5.140944	0.0000
MA(2)	0.924253	0.054163	17.06422	0.0000
MA(3)	0.052131	0.025202	2.068530	0.0386

Variance Equation

C(7)	-0.114665	0.018273	-6.275048	0.0000
C(8)	0.085504	0.009353	9.142042	0.0000
C(9)	-0.019203	0.006717	-2.858686	0.0043
C(10)	0.992328	0.002125	466.9519	0.0000

R-squared	0.002437	Mean dependent var	0.001486
Adjusted R-squared	-0.000830	S.D. dependent var	0.031126
S.E. of regression	0.031139	Akaike info criterion	-4.232657
Sum squared resid	1.480660	Schwarz criterion	-4.197856
Log likelihood	3254.332	Hannan-Quinn criter.	-4.219706
Durbin-Watson stat	2.043076		

Inverted AR Roots	.19+.95i	.19-.95i	
Inverted MA Roots	.18-.95i	.18+.95i	-.06

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 9 Hasil Output Eviews Untuk Model SARIMA(2,0,3)(1,0,1)⁴ – EGARCH (1,1)

Dependent Variable: RETURN

Method: ML ARCH - Normal distribution (OPG - BHHH / Marquardt steps)

Date: 05/20/16 Time: 12:47

Sample (adjusted): 1 1540

Included observations: 1540 after adjustments

Failure to improve likelihood (non-zero gradients) after 48 iterations

Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Presample variance: backcast (parameter = 0.7)

$\text{LOG(GARCH)} = C(9) + C(10)*\text{ABS}(\text{RESID}(-1)/@\text{SQRT}(\text{GARCH}(-1))) + C(11)*\text{RESID}(-1)/@\text{SQRT}(\text{GARCH}(-1)) + C(12)*\text{LOG}(\text{GARCH}(-1))$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.001358	0.000680	1.996306	0.0459
AR(1)	-0.264220	0.000854	-309.3063	0.0000
AR(2)	0.568660	0.001337	425.2780	0.0000
AR(4)	0.167080	0.001666	100.3076	0.0000
MA(1)	0.333285	0.022590	14.75357	0.0000
MA(2)	-0.527630	0.026281	-20.07668	0.0000
MA(3)	-0.074111	0.026101	-2.839445	0.0045
MA(4)	-0.205115	0.025864	-7.930429	0.0000

Variance Equation

C(9)	-0.138355	0.025846	-5.353045	0.0000
C(10)	0.094069	0.010686	8.802737	0.0000
C(11)	-0.018110	0.008254	-2.194082	0.0282
C(12)	0.989886	0.002978	332.3789	0.0000

R-squared	0.006066	Mean dependent var	0.001401
Adjusted R-squared	0.001525	S.D. dependent var	0.031106
S.E. of regression	0.031082	Akaike info criterion	-4.234338
Sum squared resid	1.480075	Schwarz criterion	-4.192731
Log likelihood	3272.440	Hannan-Quinn criter.	-4.218858
Durbin-Watson stat	2.031984		

Inverted AR Roots	.79	-.03-.46i	-.03+.46i	-1.00
Inverted MA Roots	.81	-.07-.50i	-.07+.50i	-1.00

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Lampiran 10 Perbandingan Data Peramalan dengan Data Aktual

Tanggal	ARIMA-EGARCH	SARIMA-EGARCH	Nilai Aktual
Hari 1	0.001927	-0.005533	0
Hari 2	0.002965	0.005407	-0.004973
Hari 3	0.001488	-0.006403	-0.002837
Hari 4	-8.99E-05	0.004026	0
Hari 5	0.000699	-0.001167	-0.002590
Hari 6	0.002478	0.004179	-0.005847
Hari 7	0.002410	-0.003665	-0.035825
Hari 8	0.000715	0.004088	-0.024617
Hari 9	0.000139	-0.002280	-0.022048
Hari 10	0.001511	0.007107	-0.048949
Hari 11	0.002571	-0.001840	-0.030563
Hari 12	0.001684	0.005930	0.006873
Hari 13	0.000354	-0.002280	-0.003431
Hari 14	0.000684	0.005879	-0.060195



RIWAYAT HIDUP

Penulis yang bernama Andre Dharma lahir di Jakarta pada tanggal 2 Maret 1995, sebagai anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan Sigit Dhamma dan Mayana. Tahun 2012 penulis lulus dari SMAN 21 Jakarta dan pada tahun yang sama penulis lulus seleksi masuk Institut Pertanian Bogor (IPB) melalui jalur Ujian Talenta Masuk (UTM) IPB dan diterima di Departemen Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Selama masa perkuliahan, penulis aktif pada lembaga kemahasiswaan, yaitu sebagai Anggota Divisi Kerohanian Keluarga Mahasiswa Buddhis (KMB) IPB periode 2012/2013, Ketua Umum Keluarga Mahasiswa Buddhis (KMB) IPB periode 2013/2014, dan Dewan Pembina dan Penasehat Keluarga Mahasiswa Buddhis (KMB) IPB periode 2014/2015. Penulis juga mengikuti beberapa kegiatan, yaitu Anggota Divisi Logistik dan Transportasi Pesta Sains Nasional 2015 dan Anggota Divisi Konsumsi IPB Art Contest 2015.

Penulis juga tercatat sebagai penerima beasiswa *Lotte Foundation* pada periode 2013-2015.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.