ANALISIS MODEL *THRESHOLD GENERALIZED AUTOREGRESSIVE CONDITIONAL HETEROSCEDASTIC* (TGARCH) PADA PERAMALAN HARGA SAHAM BANK RAKYAT INDONESIA (BRI) PERSERO

(SKRIPSI)

Oleh

MUHAMMAD FARHAN SY
1817031060

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE THRESHOLD GENERALIZED AUTOREGRESSIVE CONDITIONAL HETEROSCEDASTIC (TGARCH) MODEL FOR FORECASTING THE STOCK PRICES OF *BANK RAKYAT INDONESIA* (BRI) PERSERO

BY

Muhammad Farhan SY

Stock prices are a type of data with high volatility, which causes heteroscedasticity effects. To forecast a data with such high volatility, using the Box-Jenkins model or the ARCH and GARCH models are not viable because they are unable to address the asymmetric effects. Therefore, in this research, we uses the TGARCH model on the stock price data with high volatility.

The research showed that the best model for the stock price data of *Bank Rakyat Indonesia* (BRI) Persero is the TGARCH(1,0,1) model, with the equation of mean $Y_t = 0.0002 + 0.0324e_{t-1} + e_t$, and the equation of variance $\sigma_t^2 = (0.0002 - e_t^2) + \sum_1^q 0.0324(e_{t-j}^2 + e_{t-j}^{-2})$.

Key words: stock prices, volatility, asymmetric effects, TGARCH model

ABSTRAK

ANALISIS MODEL *THRESHOLD GENERALIZED AUTOREGRESSIVE CONDITIONAL HETEROSCEDASTIC* (TGARCH) PADA PERAMALAN HARGA SAHAM BANK RAKYAT INDONESIA (BRI) PERSERO

Oleh

Muhammad Farhan SY

Harga saham adalah jenis data dengan volatilitas tinggi, yang menyebabkan adanya pengaruh heteroskedastitas. Untuk meramalkan data dengan voltilitas tinggi, model Box-Jenkins ataupun model ARCH dan GARCH tidak dapat digunakan karena tidak mampu mengatasi efek asimetris. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan model TGARCH pada data harga saham yang memiliki volatilitas tinggi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa model terbaik dari data harga saham Bank Rakyat Indonesia (BRI) Persero adalah model TGARCH(1,0,1) dengan persamaan rata-rata $Y_t = 0.0002 + 0.0324e_{t-1} + e_t$, dan persamaan ragam $\sigma_t^2 = (0.0002 - e_t^2) + \sum_1^q 0.0324(e_{t-j}^2 + e_{t-j}^{-2})$.

Kata kunci: harga saham, volatilitas, efek asimetris, model TGARCH

ANALISIS MODEL *THRESHOLD GENERALIZED AUTOREGRESSIVE CONDITIONAL HETEROSCEDASTIC* (TGARCH) PADA PERAMALAN HARGA SAHAM BANK RAKYAT INDONESIA (BRI) PERSERO

Oleh

MUHAMMAD FARHAN SY
1817031060

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA MATEMATIKA

Pada

Jurusan Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung

JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024

Judul Skripsi	:	**ANALISIS MODEL *THRESHOLD GENERALIZED AUTOREGRESSIVE CONDITIONAL HETEROSCEDASTIC* (TGARCH) PADA PERAMALAN HARGA SAHAM BANK RAKYAT INDONESIA (BNI) PERSERO**
Nama Mahasiswa	:	**Muhammad Farhan SY**
Nomor Pokok Mahasiswa	:	**1817031060**
Program Studi	:	**Matematika**
Fakultas	:	**Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Dr. Khoirin Nisa, S.Si., M.Si.	**Agus Sutrisno, S.Si., M.Si.**
NIP. 19740726 200003 2 001	NIP. 19700831 199903 1 002

Mengetahui,

2. Ketua Jurusan Matematika

Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si.
NIP. 19740316 200501 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

   Ketua : **Dr. Khoirin Nisa, S.Si., M.Si.** ....

   Sekretaris : **Agus Sutrisno, S.Si., M.Si.** ....

   Penguji
   Bukan Pembimbing : **Drs. Nusyirwan, M.Si.** ....

2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.
NIP. 19711001 200501 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **10 Juli 2024**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	:	Muhammad Farhan SY
Nomor Pokok Mahasiswa	:	1817031060
Jurusan	:	Matematika
Judul Skripsi	:	**Analisis Model *Threshold Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (TGARCH) Pada Peramalan Harga Saham Bank Rakyat Indonesia**

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan semua tulisan yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah karya penulisan ilmiah Universitas Lampung. Apabila kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku

Bandar Lampung, 19 Agustus 2024
Penulis,

METERAI TEMPEL
B9E5FAKX373787883

Muhammad Farhan SY
1817031060

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kota Bandar Lampung pada tanggal 26 Agustus 2000 sebagai anak dari Bapak Drs. Hi. Ahmad Bastian SY dan Ibu Fara Sausan, S.I.Kom.

Pendidikan Sekolah Dasar (SD) dan Sekolah Menengah Pertama (SMP) diselesaikan di SD dan SMP Lazuardi Haura *Global Islamic School* (GIS), Bandar Lampung pada tahun 2015. Kemudian, pada tahun 2018, penulis menyelesaikan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Tunas Mekar Indonesia (TMI), juga di Bandar Lampung.

Pada tahun 2018, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Matematika FMIPA Unila melalui jalur SBMPTN. Di awal tahun 2021, penulis melaksanakan Kuliah Praktik di Kantor Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Lampung. Dan pada pertengahan tahun 2023, penulis mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Margodadi, Kecamatan Way Lima, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung.

KATA INSPIRASI

"Jadilah baik. Sesungguhnya Allah menyukai orang-orang yang berbuat baik."
(Q.S Al Baqarah: 195)

"Tidak ada balasan untuk kebaikan selain kebaikan pula."
(Q.S Ar Rahman: 60)

"Sukses bukanlah final, kegagalan tidaklah fatal. Keberanian untuk melanjutkanlah yang terpenting."
(Winston Churchill)

"Kerja keras mengalahkan bakat jika bakat tidak bekerja keras."
(Kevin Durant)

PERSEMBAHAN

Dengan mengucap Alhamdulillah atas berkat dan rahmat Allah SWT, saya persembahkan karya tulis ini untuk:

Ayah dan Ibuku tercinta. yang telah mencurahkan seluruh hidupnya demi kebahagiaanku dan tidak pernah berhenti mendoakanku. Putramu ini akan selalu berusaha membahagiakanmu, Ayah dan Ibu.

Keluaga besarku, orang-orang terdekatku, sahabat-sahabatku, dan almamaterku di Universitas Lampung. Terima Kasih.

SANWACANA

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT atas rahmat, nikmat, serta hidayah-Nya yang telah diberikan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, yang telah membawa umat manusia dari zaman kebodohan dan kegelapan menuju jalan penuh cahaya dan kemuliaan.

Penulis menyadari bahwa banyak pihak yang terlibat, membantu, serta membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "Analisis Model *Threshold Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (TGARCH) pada Harga Saham Bank Rakyat Indonesia (BRI) Persero" sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Matematika (S.Mat) pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

Untuk itu, iringan do'a dan ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Ibu Dr. Khoirin Nisa, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing utama, atas kesediaan waktu dan pemikiran dalam memberikan evaluasi, arahan, dan saran konstruktif dalam proses penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Agus Sutrisno, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing kedua sekaligus dosen pembimbing akademik atas kesediaan waktu, arahan, dan saran konstruktif dalam proses penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Drs. Nusyirwan, M.Si. selaku dosen penguji atas kesediaan waktu, saran, dan masukan yang berharga selama proses penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
5. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

6. Seluruh civitas akademika, dosen, serta staf Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
7. Bapak Donny Lesmana, S.T., M.Sc. selaku Dosen Fakulras Teknik Universitas Lampung, yang juga memberikan dukungan dalam masa perkuliahan penulis.
8. Ayah dan Ibu tercinta, beserta keluarga besar, yang selalu memberikan semangat, dukungan, dan doa yang terbaik untuk kelancaran dan kemudahan dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Paman dan Bibi penulis, Nova Helmi dan Masayu Vivie Deviani, S.T., M.Pd., yang telah banyak membantu dalam pengarahan pembuatan skripsi ini.
10. Nenek yang penulis cintai, yang tidak pernah lelah menemani penulis selama masa perkuliahan.
11. Para sahabat Matematika 2018 dan Abang Yunda yang selalu memberikan semangat, motivasi, dan dukungan selama proses penyusunan skripsi ini.
12. Seluruh pihak terkait yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Namun, penulis berharap semoga skripsi sederhana ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Bandar Lampung, Agustus 2024
Penulis

Muhammad Farhan SY
NPM. 1817031060

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Model deret waktu yang sering digunakan dalam peramalan data deret waktu adalah model yang diperkenalkan oleh Box dan Jenkins pada tahun 1971 yang dikenal sebagai model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) (Makridakis, 1998). Meskipun sering digunakan, model ARIMA dapat menghasilkan galat dengan ragam tidak konstan atau heteroskedastitas.

Engle (1982), memperkenalkan model *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (ARCH) untuk memodelkan inflasi yang mengandung ragam tidak konstan. Model ini disempurnakan menjadi *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (GARCH) oleh Bollerslev (1986). Kedua model memiliki karakteristik respon volatilitas yang simetris terhadap goncangan, baik positif ataupun negatif.

Meskipun demikian, data keuangan, terutama saham, sering menunjukkan volatilas asimetris, yang mencerminkan pergerakan volatilitas yang berbeda terhadap kenaikan atau penurunan harga suatu asset. Volatilitas mencerminkan tingkat fluktuasi harga aset dalam suatu periode waktu tertentu, dan memahami faktor-faktor yang memengaruhinya adalah kunci untuk merancang model prediksi yang efektif.

Salah satu model yang efektif untuk mengatasi masalah asimetris adalah model *Threshold Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (TGARCH). Model ini, diperkenalkan oleh Zakoian (1994), memiliki keunggulan dalam mengukur volatilitas harga saham dengan memperhitungkan perbedaan efek guncangan positif dan negatif.

Berdasarkan uraian tersebut, penulis bermaksud untuk menyelidiki penerapan model TGARCH sebagai solusi mengatasi masalah asimetris pada data investasi saham Bank Rakyat Indonesia (BRI) Persero.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Menentukan model TGARCH yang paling relevan untuk menggambarkan fluktuasi *return* harga saham Bank Rakyat Indonesia (BRI) Persero.
2. Melakukan proses peramalan menggunakan model TGARCH untuk memproyeksikan pergerakan *return* harga saham Bank Rakyat Indonesia (BRI) Persero dalam beberapa periode berikutnya.

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki manfaat sebagai berikut.

1. Memberikan panduan berharga bagi investor dalam pengambilan keputusan investasi pada sektor keuangan, terutama dalam investasi saham Bank Rakyat Indonesia (BRI) Persero.
2. Memperluas pemahaman mengenai model TGARCH.

1.4 Penelitian Terdahulu

- Nodra Brilliantya, Sofalina. 2022. Model EGARCH dan TGARCH untuk Mengukur Volatilitas Asimetris Return Saham. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.
- Puspitasari, Agnes Dhika. 2023. Suatu Aplikasi dari Model-Model Bertipe Threshold GARCH(1,1) pada Data Tokyo Stock Price Index. Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga.
- Safitri, Endang. 2011. Peramalan Volatilitas Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) Menggunakan Model GARCH dan Threshold GARCH. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya Malang.
- Wati, Hanida Herni. 2020. Analisis Volatilitas Return Saham Menggunakan Pendekatan Model T-GARCH dan E-GARCH. Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Jendral Soedirman Purwokerto.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deret Waktu

Deret waktu adalah sebuah kumpulan dari observasi x_t, tiap satu observasi yang dikumpulkan pada waktu t. Model deret waktu pada data observasi $\{x_t\}$ adalah sebuah spesifikasi dari distribusi bersama (atau mungkin hanya *mean* dan *kovarian*) dari barisan peubah acak $\{X_t\}$. Bagian terpenting dari analisis deret waktu adalah pemilihan dari kemungkinan model yang cocok pada data tersebut. Data deret waktu sendiri adalah data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu terhadap suatu individu (Brockwell dan Davis, 2001).

2.2 Kestasioneran Data Deret Waktu

Menurut Juanda dan Junaidi (2012), data deret waktu dikatakan stasioner jika memnuhi dua kriteria, yaitu nilai tengah dan ragamnya konstan dari waktu ke waktu, Secara statistik dinyatakan sebagai berikut, $E(Y_t) = \mu$ (rata-rata yang konstan) serta $Var(Y_t) = E(Y_t - \mu)^2 = \sigma^2$ (ragam Y konstan).

Berdasarkan nilai tengah dan ragamnya, terdapat dua jenis kestasioneran data, yaitu data stasioner pada nilai tengahnya, jika data berfluktuasi disekitar suatu nilai tengah yang tetap dari waktu ke waktu, dan data stasioner pada ragamnya, jika data berfluktuasi dengan ragam tetap dari waktu ke waktu.

Untuk mengatasi data yang tidak stasioner pada nilai tengahnya, dapat dilakukan proses pembedaan atau diferensiasi terhadap deret data asli. Proses tersebut adalah proses mencari perbedaan antara data suatu periode dengan periode sebelumnya secara berurutan. Data yang dihasilkan disebut data diferensiasi tingkat pertama.

Selanjutnya, jika diferensiasi pertama belum menghasilkan deret stasioner, dilakukan diferensiasi tingkat berikutnya. Membedah data diferensiasi tingkat pertama akan menghasilkan diferensiasi tingkat kedua. Membedah data diferensiasi tingkat kedua akan menghasilkan diferensiasi tingkat ketiga, dan seterusnya.

Untuk mengatasi data yang tidak stasioner pada ragamnya, umumnya dilakukan transformasi data asli ke bentuk logaritma natural atau akar kuadrat. Data yang tidak stasioner pada ragam dapat juga disebabkan pengaruh musiman, sehingga setelah dihilangkan pengaruh musimnya dapat menjadi data stasioner. Selanjutnya, jika data tidak stasioner baik pada nilai tengah maupun ragamnya, dilakukan proses diferensiasi dan transformasi L_n atau akar kuadrat.

2.3 Pemeriksaan Kestasioneran Data Deret Waktu

Menurut Muis (2008), terdapat dua cara untuk menguji suatu data bersifat stasioner atau tidak, yaitu dengan cara grafik berupa tampilan *correlogram* dengan nilai ACF (*Autocorrelation Function*), dan PACF (*Partial Autocorrelation Function*) beserta nilai statistiknya, atau secara kuantitatif berupa uji *Unit Root* dengan metode ADF (*Dickey-Fuller Test*) dengan uji hipotesis.

2.3.1 Uji Stasioner Data Secara *Correlogram*

Uji stasioner secara *correlogram* dengan tampilan grafik batang berupa nilai koefisien ACF dan PACF dari *lag* yang tidak lain merupakan data runtun waktu dari harga saham penutupan hari ke-1 sampai hari ke-16 maupun nilai galat. Koefisien autokorelasi menunjukkan tingkat keeratan hubungan antara nilai dari variabel yang sama untuk periode waktu yang berbeda disebut *time lag*.

Pengidentifikasian sifat stasioner data mengacu pada penurunan nilai koefisien ACF maupun PACF, bila nilai koefisien baik ACF atau PACF menurun secara eksponensial seiring dengan meningkatnya k (*lag*), hal tersebut menunjukkan data sudah dalam kondisi stasioner. Sebaiknya data tidak stasioner bila nilai koefisien ACF dan PACF tidak menurun menuju nol seiring dengan meningkatnya k.

Fungsi ACF yang dipergunakan untuk identifikasi sifat stasioner data tidak lain adalah memberikan informasi mengenai korelasi antara data-data runtun waktu yang berdekatan. Secara matematis, fungsi autokorelasi *log* ke k ditulis sebagai:

$$\rho_k = \frac{cov(Y_t Y_{t+k})}{[var(Y_t) var(Y_{t+k})]}$$

Untuk data yang bersifat stasioner, maka nilai varian akan konstan, sehingga $var(Y_t) = var(Y_{t+k})$. Dengan demikian persamaan ρ_k menjadi:

$$\rho_k = \frac{cov(Y_t Y_{t+k})}{[var^2(Y)]} = \frac{\gamma_k}{\gamma_0}$$

2.3.2 Uji Stasioner Data Secara Kuantitatif

Pengujian sifat stasioner data secara kuantitatif adalah uji akar-akar unit yang menggunakan metode ADF. Pengujian secara kuantitatif jika data deret waktu harga saham penutupan bersifat stasioner atau tidak stasioner, sangatlah penting agar hasil kesimpulan tidak bersifat subjektif sebagaimana bila dalam bentuk tampilan grafik.

Pengujian dengan menggunakan metode ADF menyiratkan data bersifat stasioner jika hasil ADF lebih kecil dari nilai kritis 5%

$$Y_t - Y_{t-1} = \rho\ Y_{t-1} - Y_{t-1} + e_t$$

$$\Delta Y_t = (\rho - 1)\ Y_{t-1} + e_t = \delta\ Y_{t-1} + e_t$$

Dengan kata lain, jika $\delta - (\rho - 1) = 0$ atau $\rho = 1$, yang berarti data tidak bersifat stasioner atau sebaliknya. Metode transformasi dengan cara pembedaan untuk mengatasi data deret waktu yang tidak stasioner menjadi stasioner adalah sebagai berikut.

$$Y_t = \beta_1 Y_{t-1} + e_t$$

Persamaan tersebut merupakan model yang tidak stasioner. Dengan transformasi pembedaan pertama, yaitu dikurangi Y_{t-1}, maka nilai rata-rata dan varian menjadi:

$$Y_t - Y_{t-1} = \beta_1 + e_t$$

$$\Delta(Y_t) = \beta_1 + e_t$$

$$E(\Delta Y_t) = E(\beta_1 + e_t) = \beta_1$$

$$Var(\Delta Y_t) = Var(\beta_1 + e_t) = \sigma^2$$

Tampak jelas bahwa setelah ditransformasi, baik nilai rata-rata maupun varian telah konstan, yang berarti data $\Delta(Y_t)$ sudah stasioner.

2.4 Proses *Autoregressive*

Proses *autoregressive* (AR), yang pertama kali diperkenalkan Yule pada tahun 1927, adalah regresi deret Y_t terhadap amatan waktu lampau dirinya sendiri. Y_{t+k} untuk $k = 1, 2, \dots, p$.

Bentuk persamaannya adalah:

$$Y_t = \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 Y_{t-2} + \cdots + \beta_p Y_{t-p} + e_t$$

Dengan $|\beta_q|$ dan e_t merupakan kumpulan semua peubah yang memengaruhi Y_t selain dari nilai p muatan waktu lampau terdekat. Dapat diperhatikan model ini sudah dikurangi dengan konstanta nilai tengah atau garis kecenderungan deret, sehingga $E(Y_t) = 0$.

Dengan demikian, deret yang digunakan dalam model ini adalah simpangan terhadap rataannya atau terhadap garis kecenederungannya. Jika garis kecenderungannya membentuk kecenderungan musiman, maka model ini disebut "*deseasonalized*" atau "*detrended*", yaitu model yang garis kecenderungannya dihilangkan.

2.4.1 Proses *Autoregressive* Orde Pertama

Model *autoregressive* orde pertama, atau AR(1), persamaannya adalah

$$Y_t = \beta_1 Y_{t-1} + e_t$$

Sifat-sifat AR(1) yang stasioner adalah

- $E(Y_t) = 0$
- $\gamma_0 = Var(Y_t) = \frac{\sigma^2}{1-\beta^2}$
- $\gamma_k = \beta_{\gamma_{k-1}} = \frac{\beta^k \sigma^2}{1-\beta^2}$
- $\rho_k = \frac{\gamma_k}{\gamma_0}$

Syarat kestasioneran proses AR(1) adalah $|\beta| < 1$.

2.4.2 Proses *Autoregressive* Orde Kedua

Model *autoregressive* orde kedua, atau AR(2), persamaannya adalah

$$Y_t = \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 Y_{t-2} + e_t$$

Sifat-sifat AR(2) yang stasioner adalah

- $\gamma_k = \beta_{\gamma_{k-1}} + \beta_{\gamma_k - 2}$ untuk $k = 1, 2, ...$
- $\rho_k = \beta_{\rho_{k-1}} + \beta_{\rho_{k-2}}$ untuk $k = 1,2, ...$

Persamaan diatas dinamakan persamaan Yule-Walker. Syarat kestasioneran proses AR(2) adalah $\beta_1 + \beta_2 < 1$, $\beta_2 - \beta_1 < 1$, $|\beta_2| < 1$

2.4.3 Proses *Autoregressive* Ordo p

Model *autoregressive* ordo p, atau AR(p), persamaannya adalah

$$Y_t = \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 Y_{t-2} + \cdots + \beta_p Y_{t-p} + e_t$$

Persamaan Yule-Walker untuk AR(p) adalah

$$\rho_1 = \beta_1 + \beta_2\rho_2 + \cdots + \beta_p Y_{t-1}$$

$$\rho_2 = \beta_1\rho_1 + \beta_2 + \cdots + \beta_\rho Y_{t-2}$$

$$\rho_p = \beta_1\rho_{p-1} + \beta_2\rho_{p-2} + \cdots + \beta_p$$

2.5 Proses *Moving Average*

Proses *moving average* pertama kali diperkenalkan Slutsky. Regresi model ini melibatkan selisih nilai variabel sekarang dengan nilai variabel sebelumnya. Proses *moving average* disngkat MA(q), persamaannya adalah

$$Y_t = e_t - \beta_1 e_{t-1} + \beta_2 e_{t-2} - \cdots + \beta_p e_{t-q}$$

2.5.1 Proses *Moving Average* Orde Pertama

Model yang paling sederhana adalah MA(1), persamaannya adalah

$$Y_t = e_t - \beta_1 e_{t-1}$$

Sifat-sifat model ini adalah

- $E(Y_t) = 0$
- $\gamma_0 = Var(Y_t) = \frac{\sigma^2}{1+\beta^2}$
- $\gamma_1 = -\beta\sigma^2$
- $\rho_1 = -\frac{\beta}{1+\beta^2}$
- $\gamma_k = \rho_k = 0$ untuk $k \geq 2$.

2.5.2 Proses *Moving Average* Orde Kedua

Model MA(1), persamaannya adalah

$$Y_t = e_t - \beta_t e_{t-1}$$

Sifat-sifat model ini adalah

- $E(Y_t) = 0$
- $\gamma_0 = Var(Y_t) = \frac{\sigma^2}{(1+\beta_1^2+\beta_2^2)\sigma^2}$
- $\gamma_1 = (-\beta_1 + \beta_1\beta_2)\sigma^2$
- $\gamma_1 = -\beta_1\sigma^2$
- $\rho_1 = (-\beta_1 + \beta_1\beta_2)(1 + \beta_1^2 + \beta_2^2)$
- $\gamma_k = \rho_k = 0$ untuk $k \geq 3$.

2.5.3 Proses *Moving Average* Orde q

Untuk model umum MA(q), persamaannya adalah

$$Y_t = e_t - \beta_1 e_{t-1} + \beta_2 e_{t-2} - \cdots + \beta_p e_{t-q}$$

berlaku,

$\rho_k = \frac{-\beta_k+\beta_1\beta_{k+1}+\beta_2\beta_{k+2}+\cdots+\beta_{q-k}\beta_q}{1+\beta_1^2+\beta_2^2+\cdots+\beta_q^2}$ untuk $k = 1, 2, \dots, q$

$\rho_k = 0$, untuk $k \geq q + 1$

2.6 Proses ARMA(p,q)

Proses ini terdiri dari penggabungan antara model AR dan MA. Nilai Y_t tidak hanya dipengaruhi nilai peubah tersebut, tetapi juga oleh galat peubah tersebut pada periode sebelumnya. Bentuk umumnya sebagai berikut

$$Y_t = \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 Y_{t-2} + \cdots + \beta_p Y_{t-p} + e_t + \alpha_1 e_{t-1} + \alpha_2 e_{t-2} - \cdots + \alpha_p e_{t-q}$$

2.6.1 ARMA(1,1)

Persamaan Yule Walker untuk ARMA(1,1) adalah,

- $\gamma_0 = \beta_1 Y_1 + [1 - \alpha(\beta - \alpha)]\sigma^2$ untuk $k = 0$
- $\gamma_k = \frac{(1-\alpha\beta)(\alpha-\beta)\beta^{k-1}\sigma^2}{1-\alpha^2}$ untuk $k = 1$
- $\rho_k = \frac{(1-\alpha\beta)(\alpha-\beta)\beta^{k-1}\sigma^2}{1-2\alpha\beta+\alpha^2}$ untuk $k = 1$

2.6.2 ARMA(p,q)

Persamaan Yule Walker untuk ARMA(p,q) adalah

$$Y_t = \beta_1 Y_{k-1} + \beta_2 Y_{k-2} + \cdots + \beta_p Y_{k-p} \text{ untuk } k > q$$

2.7 Model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA)

Model, AR, MA, atau ARMA dengan data yang stasioner melalui proses diferensiasi disebut model ARIMA. Suatu deret waktu (Y_t) disebut mengikuti model ARIMA jika deret dengan diferensiasi ke-d ($W_t = \Delta^d Y_t$) adalah proses ARMA (p,d,q). Dalam praktik biasanya $d \leq 2$. Misalnya Y_t suatu ARIMA (p,1,q), dengan $W_t = Y_t - Y_{t-1}$ maka

$$W_t = \beta_0 + \beta_1 W_{t-1} + \beta_2 W_{t-2} + \cdots + \beta_p W_{t-p} + e_t + \alpha_1 e_{t-1} + \alpha_2 e_{t-2} - \cdots + \alpha_p e_{t-q}$$

2.8 Prosedur Box-Jenkins

Untuk menentukan apakah perilaku data mengikuti pola AR, MA, ARMA, atau ARIMA dan untuk menentukan ordo AR, MA, serta tingkat proses diferensiasi untuk menjadi data stasioner. Box dan Jenkins (1982) telah mengembangkan suatu prosedur yang dikenal dengan prosedur Box-Jenkins, yaitu

1. Identifikasi model

2. Estimasi parameter model

3. Evaluasi model

4. Prediksi atau peramalan model

2.8.1 Identifikasi Model

Langkah pertama yang perlu dilakukan dalam membangun model adalah mendeteksi masalah stasioner dari data yang digunakan. Jika data tidak stasioner pada *level*, diperlukan proses diferensiasi untuk mendapatkan data stasioner (baik pada *level* maupun pada *differens*), langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi model.

Metode yang umum digunakan untuk pemilihan model melalui *correlogram Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF). Misalnya, jika dimiliki data deret waktu sebagai berikut $Y_1, Y_2, \ldots, Y_n$, maka dapat dibangun pasangan nilai $(Y_1, Y_{k+1}), (Y_2, Y_{k+2}), \ldots., (Y_n, Y_{k+n})$. *Autocorrelation* untuk *lag* k (korelasi antara Y_t dengan Y_{t+k}) dinyatakan sebagai ρ_k, yaitu

$$\rho_k = \frac{\sum_{t=k+1}^{T}(Y_t - \bar{Y})(Y_{t-k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^{T}(Y_t - \bar{Y})^2}$$

ρ_k = koefisien autokorelasi untuk *lag* k

$\bar{Y}$ = rata-rata data deret waktu

Karena ρ_k merupakan fungsi dari k, maka hubungan autokorelasi dengan *lag*-nya dinamakan *autocorrelation function* (ACF). Fungsi autokorelasi pada dasarnya memberikan informasi bagaimana korelasi antara data-data (Y_t) yang berdekatan. Selanjutnya, jika ACF tersebut digambarkan dalam bentuk kurva, dikenal dengan istilah *correlogram* ACF.

PACF didefinisikan sebagai korelasi antara Y_t dan Y_{t-k} setelah menghilangkan pengaruh autokorelasi *lag* pendek dari korelasi yang diestimasi pada *lag* yang lebih panjang.

Algoritma untuk menghitung PACF sebagai berikut:

$$\begin{cases} \rho_1, & k = 1 \\ \dfrac{\rho_k - \sum_{j-1}^{k-1} \emptyset_{k-1}\rho_{k-j}}{1 - \sum_{j-1}^{k-1} \emptyset_{k-1}\rho_{k-j}}, & k > 1 \end{cases}$$

$\emptyset_k$ = *partial autocorrelation* pada *lag* k

ρ_k = *autocorrelation* pada *lag* k

Pemilihan modelnya dengan ACF maupun PACF secara grafis mengikuti ketentuan sebagai berikut.

Tabel 1. Pola ACF dan PACF

Model	Pola ACF	Pola PACF
AR(p)	*Exponential*, *exponential oscillation*, atau *sinewave*	Menurun drastic pada *lag* tertentu
MA(q)	Menurun drastic pada *lag* tertentu	*Exponential*, *exponential oscillation*, atau *sinewave*
ARMA(p,q)	*Exponential*, *Exponential oscillation*, atau *sinewave*	*Exponential*, *exponential oscillation*, atau *sinewave*

2.8.2 Evaluasi Parameter Model

Tahap ini merupakan evaluasi model tentatif dari persamaan tersebut. Pada tahap ini, dilakukan pengujian kelayakan model dengan mencari model terbaik. Model terbaik didasarkan pada *goodness of fit*, yaitu tingkat signifikasi koefisien peubah independen (termasuk konstanta) melalui uji t, uji F, maupun nilai koefisien determinasi (R^2) serta dengan menggunakan AIC dan SC.

Metode AIC dan SC adalah metode yang dapat digunakan untuk memilih model regresi terbaik yang ditemukan oleh Akaike dan Schwarz (Grasa, 1989). Kedua metode tersebut didasarkan pada metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE).

Untuk menghitung nilai AIC dan SC digunakan rumus sebagai berikut:

$$AIC = e^{\frac{2k}{n}} \frac{\sum_{i=1}^{n} \hat{u}_i^2}{n}$$

dan

$$SC = n^{\frac{k}{n}} \frac{\sum_{i=1}^{n} \hat{u}_i^2}{n}$$

Dengan:

k = jumlah parameter yang diestimasi dalam model regresi

n = jumlah observasi

e = 2.718

u = *residual*

2.8.3 Uji Ljung-Box

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap galat model yang diperoleh. Model yang baik memiliki galat bersifat acak. Analisis galat dilakukan dengan *correlogram*, baik melalui ACF maupun PACF.

Jika koefisien ACF maupun PACF secara individual tidak bersifat acak, harus kembali ketahap sebelumnya untuk memilih model yang lain. Pengujian signifikasi ACF dan PACF dapat dilakukan melalui uji Ljung-Box maupun Box-Pierce.

Uji Ljung-Box digunakan untuk menguji independensi *residual* antar lag pada model ARIMA.

Hipotesis:

H_0 : $k = 0$ (tidak ada korelasi *residual* antar lag).

H_1 : paling sedikit ada satu k_0 dengan $k = 1,2,3, \dots, l$ (ada korelasi *residual* antar lag).

Taraf signifikansi : α

Statistik uji:

$$Q = n(n+2)\sum_{k=1}^{m}(\frac{\hat{\rho}_k^2}{n-k})$$

Kriteria uji: H_0 ditolak jika $Q > \alpha$ atau p-value < α, dengan n = ukuran sampel, dan m = jumlah lag.

Uji Box-Pierce adalah versi sederhana dari uji Ljung-Box.

Statistik uji:

$$Q_{BP} = n\sum_{k=1}^{m}\hat{\rho}_k^2$$

2.8.4 Prediksi atau Peramalan

Tahap terakhir adalah melakukan prediksi atau peramalan berdasarkan model yang terpilih. Menurut Supranto (1984), peramalan merupakan perkiraan sesuatu pada waktu yang akan dating berdasarkan data masa lampau yang dianalisis secara ilmiah, khususnya dengan metode statistika.

Menurut Assauri (1993), peramalan merupakan seni dan ilmu dalam memprediksi kejadian yang mungkin dihadapi pada masa yang akan datang.

Masalah dalam peramalan biasanya dibagi kedalam tiga istilah: pendek, sedang, dan panjang. Istilah pendek menyangkut kejadian yang hanya beberapa waktu periode (hari, minggu, dan bulan) kedepannya. Istilah sedang menyangkut peramalan secara luas dari satu sampai dua tahun kedepannya. Istilah panjang menyangkut masalah peramalan yang diperluas dalam dua tahun atau lebih (Shewhart-Wilks, 2007). Dengan metode peramalan yang tepat, hasil peramalan dapat dipercaya ketetapannya.

Karena masing-masing metode peramalan berbeda-beda, maka penggunaannya harus hati-hati, terutama dalam memilih metode peramalan. Untuk mengevaluasi kesalah peramalan, dapat menggunakan *Mean Square Error* (MSE), *Mean Absolute Error* (MAE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$MAE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} y_i - \hat{y}_i$$

$$MAPE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \times 100\%$$

2.9 Model ARCH

Untuk menangani volatilitas data, diperlukan suatu pendekatan tertentu untuk mengukur volatilitas galat. Salah satu pendekatan yang digunakan adalah dengan memasukan peubah bebas yang mampu memprediksi volatilitas galat tersebut.

Menurut Engie (1982), ragam galat yang berubah-ubah ini terjadi karena ragam galat tidak hanya fungsi dari peubah bebas, tapi juga tergantung seberapa besar galat di masa lalu. Engle mengembangkan model dimana rata-rata dan ragam suatu deret waktu dimodelkan secara simultan. Model tersebut dikenal sebagai model *Autoregressive Conditional Heteroskedacity* (ARCH).

Untuk menjelaskan proses terbentuknya model ARCH, misalnya terdapat model regresi univariat dengan persamaan berikut:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + e_t$$

Persamaan ini disebut persamaan rata-rata, dan juga disebut model ARCH (1) karena ragam dari galat e_t tergantung hanya dari fluktuasi galat kuadrat satu periode yang lalu.

Pada data *cross-section*, heteroskedastisitas yang terjadi berhubungan langsung dengan peubah bebas, sehingga untuk mengatasinya hanya perlu melakukan transformasi persamaan regresi. Namun dalam model ARCH, heteroskedastisitas terjadi karena data deret waktu memiliki volatilitas tinggi.

Jika suatu data pada suatu periode memiliki fluktuasi yang tinggi dan galat juga tinggi, diikuti suatu periode dimana fluktuasinya rendah dan galatnya juga rendah, ragam galat model akan sangat bergantung dari fluktuasi galat sebelumnya.

Persamaan ragam galat dalam model ARCH dapat ditulis sebagai berikut:

$$\sigma_t^2 = \theta_0 + \theta_1 e_{t-1}^2$$

Persamaan ini disebut persamaan ragam, dan menunjukkan bahwa ragam galat memiliki dua unsur, yaitu konstanta (θ_0) dan kuadrat galat periode yang lalu bersyarat pada galat e_{t-1}. Menggunakan informasi heteroskedastisitas bersyarat dari e_t, maka parameter β_1 dan β_2 akan dapat diestimasi secara lebih efisien.

Jika ragam galat e_t tergantung dari fluktuasi galat kuadrat dari beberapa periode yang lalu (*lag* p), maka model ARCH (p) dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan berikut:

$$\sigma_t^2 = \theta_0 + \theta_1 e_{t-1}^2 + \theta_2 e_{t-2}^2 + \cdots + \theta_p e_{t-p}^2$$

2.10 Model GARCH

Bollerslev (1986), mengemukakan bahwa ragam galat tidak hanya tergantung dari galat yang lalu tetapi juga ragam galat periode yang lalu. Berdasarkan hal tersebut, Bollerslev kemudian mengembangkan model ARCH dengan memalsukan unsur galat periode lalu dan ragam galat. Model ini dikenal sebagai model *Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedacity* (GARCH).

Menggunakan persamaan rata-rata dan memasukan ragam galat periode yang lalu ke dalam persamaan ragam, model GARCH dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + e_t$$

$$\sigma_t^2 = \theta_0 + \theta_1 e_{t-1}^2 + \lambda_1 \sigma_{t-1}^2$$

Model persamaan disebut model GARCH(1,1), karena ragam galat hanya dipengaruhi oleh galat satu periode sebelumnya dan ragam galat satu sebelumnya.

Jika ragam galat dipengaruhi oleh galat p periode sebelumnya (*lag* p unsur ARCH) dan ragam galat q periode sebelumnya (*lag* q unsur GARCH), maka model GARCH(p,q) dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$\sigma_t^2 = \theta_0 + \theta_1 e_{t-1}^2 + \theta_p e_{t-p}^2 + \lambda_1 \sigma_{t-1}^2 + \cdots + \lambda_q \sigma_{t-q}^2$$

2.11 Model TGARCH

Model *Threshold Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedastic* (TGARCH) diperkenalkan Zakoian pada tahun 1994 merupakan pengembangan dari model sebelumnya, yakni model *Exponential Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedastic* (EGARCH) oleh Nelson pada tahun 1991 dan model GJR-GARCH oleh Glosten, Jagannathan, dan Runkle pada tahun 1993.

2.11.1 Proses TGARCH

Diberikan Y_t adalah perubah acak *independent identic distribution* (IID) dengan $E(Y_t) = 0$ dan $Var(Y_t) = 1$. Lalu e_t dinamakan proses TGARCH (p,q) jika memenuhi sebuah persaman dari bentuk,

$$\begin{cases} \sigma_t Y_t = e_t \\ \sigma_t = \theta_0 + \sum_{i=1}^{p} \theta_i^1 e_{t-1}^1 - \theta_i^2 e_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^{q} \lambda_j \sigma_{t-j} \end{cases}$$

Dimana $e_t^1 = \max(e_t, 0)$, $e_t^2 = \min(e_t, 0)$, dan $e_t = e_t^1 - e_t^2$ yang merupakan efek dari *threshold*. Variabel θ_0, θ_i^1, θ_i^2, dan λ_i adalah bilangan asli (Francq dan Zakoian, 2010).

Berdasarkan persamaan tersebut, nilai σ_t^2 adalah

$$\sigma_t^2 = \theta_0 + \sum_{i=1}^{p} \theta_i e_{t-i}^2 + \gamma_i e_{t-1}^2 d_{(e_{t-i})>0} + \sum_{j=1}^{q} \lambda_j \lambda_j^2$$

Kondisi pada saat terjadi *good news* ($\varepsilon_t > 0$) dan *bad news* ($\varepsilon_t < 0$) memberi pengaruh berbeda terhadap ragamnya. Pengaruh *good news* ditunjukkan oleh θ sedangkan pengaruh *bad news* ditunjukkan oleh $\theta + \gamma$. Jika $\gamma \neq 0$, maka terjadi efek asimetris.

Deret e_t mempunyai rata-rata nol dan tidak berkorelasi. Misalkan y_t adalah himpunan pengamatan selama waktu t, dengan $t = 1, 2, \dots, T$ yang dipengaruhi variabel eksogen x_t'.

x_t' adalah vektor dari variabel bebas yang lemah berukuran n_t sedangkan d adalah vektor parameter atau koefisien dari variable eksogen. Parameter d, θ_0, θ_i, λ_j, dan γ_i merupakan parameter-parameter yang diestimasi, sedangkan γ_i juga merupakan *leverage effect*.

Pada persamaan tersebut juga memiliki nilai-nilai variabelnya, yakni

$$\theta_0 = 0, \theta_i^1 \geq 0, \theta_i^2 > 0, \lambda_i \geq 0$$

dengan variabel σ_t selalu positif dan menjelaskan kondisi simpangan baku dari e_t. Pada umumnya kondisi simpangan baku dari e_t adalah $|\sigma_t|$ yang membuat nilai positif dari $|\sigma_t|$ tidak diperlukan.

Model TGARCH yang linier serupa dengan model GARCH. Berdasarkan persamaan tersebut didapatkan

$$e_t^1 = \sigma_t y^1, e_t^2 = \sigma_t y^2$$

dimana dapat ditulis simpangan baku dalam bentuk,

$$\sigma_t = \theta_0 + \sum_{i=1}^{\max(p,q)} \theta_i (Y_{T-1}) \sigma_{T-1}$$

dimana $i = 1, \dots, \max(p, q)$. Dinamika dari σ_t diberikan sebuah koefisien acak model *autoregressive*.

2.11.2 Kasus-Kasus Model TGARCH

Menurut Agung (2009), kondisi ragam model TGARCH (a,b,c) persamaannya sebagai berikut,

$$\sigma_t^2 = \theta_0 + \sum_{i=1}^{a} \theta_i e_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^{a} \omega_j e_{t-j}^2 + \sum_{k=1}^{a} \gamma e_{t-k}^2 \, d_{(e_{t-i})>0} + \sum_{j=1}^{q} \lambda_j \lambda_j^2$$

Dimana

a = ARCH, b = GARCH, dan c = TGARCH serta ragam regresinya. Lalu untuk pemilihan bilangan bulat dari a, b, dan c mengikuti model TGARCH khusus yang diperoleh,

1. Untuk a ≠ 0, b = 0, dan c = 0

Pada kasus ini, kondisi model ragamnya dinamakan TGARCH(a,0,0) dengan persamaannya adalah

$$\sigma_t^2 = \theta_0 + \sum\nolimits_{i=1}^{a} \theta_i e_{t-i}^2 + \sum\nolimits_{j=1}^{q} \lambda_j \lambda_j^2$$

2. Untuk a = 0, b ≠ 0, dan c = 0

Pada kasus ini, kondisi model ragamnya dinamakan TGARCH(0,b,0) dengan persamaannya adalah

$$\sigma_t^2 = \theta_0 + \sum\nolimits_{j=1}^{a} \omega_j e_{t-j}^2 + \sum\nolimits_{j=1}^{q} \lambda_j \lambda_j^2$$

3. Untuk a = 0, b = 0, dan c ≠ 0

Pada kasus ini, kondisi model ragamnya dinamakan TGARCH(0,0,c) dengan persamaannya adalah

$$\sigma_t^2 = \theta_0 + \sum\nolimits_{k=1}^{a} \gamma e_{t-k}^2 \, d_{(e_{t-i})>0} + \sum\nolimits_{j=1}^{q} \lambda_j \lambda_j^2$$

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada semester genap tahun akademik 2023/2024, bertempat di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

3.2 Data Penelitian

Data yang digunakan adalah data deret waktu sekunder yang diambil dari situs *ir-bri.com/historical_price.html* untuk data harian harga saham Bank Rakyat Indonesia (BRI) Persero periode 9 November 2022 sampai 20 Mei 2023.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan langkah-langkah dalam mengkaji model TGARCH sebagai berikut:

1. Plot data harga saham Bank Rakyat Indonesia (BRI) Persero.
2. Menganalisa grafik terhadap tren data untuk pemahaman awal.
3. Memeriksa kestasioneran data dengan hipotesis uji ADF. Jika data tidak stasioner, dilakukan proses diferensiasi.
4. Mengidentifikasi model Box-Jenkins menggunakan metode pemilihan model melalui ACF dan PACF.

5. Mengestimasi parameter model Box-Jenkins terbaik melalui:

    a. uji signifikasi koefisien variabel independen termasuk konstanta.

    b. Kriteria SC.

6. Mengevaluasi model Box-Jenkins melalui pengujian terhadap galatnya.

7. Mengidentifikasi dan mengestimasi efek ARCH dan GARCH pada galatnya.

8. Melakukan pengujian efek asimetris dengan memanfaatkan model GARCH.

9. Membentuk model dan mengestimasi parameter model TGARCH dengan menguji berdasarkan nilai SC.

10. Mengevaluasi model TGARCH terhadap model dengan pengujian normalitas galat menggunakan Model Jargue-Bera.

11. Melakukan peramalan volatilitas model TGARCH untuk periode mendatang.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah model TGARCH terbaik yang digunakan untuk meramalkan harga saham Bank Rakyat Indonesia (BRI) Persero adalah model TGARCH(1,0,1) dengan persamaan rata-rata $Y_t = 0.0002 + 0.0324e_{t-1} + e_t$, dan persamaan ragam $\sigma_t^2 = (0.0002 - e_t^2) + \sum_1^q 0.0324(e_{t-j}^2 + e_{t-j}^{-2})$.

Hasil ramalan *return* harga saham pada periode berikutnya sebesar –0.0011. Pada hasil ramalan *return* tersebut, diperoleh harga saham Bank Rakyat Indonesia (BRI) Persero periode berikutnya sebesar 5394.

5.2. Saran

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan model TGARCH untuk meramalkan data harga saham Bank Rakyat Indonesia (BRI) Persero. Pada penelitian selanjutnya, dapat digunakan model lain yang memiliki karakteristik serupa, seperti model EGARCH atau APARCH.

DAFTAR PUSTAKA

Agung, I.G.N. 2009. *Time Series Data Analysis Using Eviews.* John Wiley and Sons, Ltd., Singapore.

Assauri, S. 1998. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Lembaga FEUI, Jakarta

Bollerslev, T. 1986. *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity*

Box, G.E.P. dan Jenkins, G.L. 1976. *Time Series Analysis: Forecasting and Control*

Brockwell, P.J. dan Davis, R.A. 2001. *Introduction to Time Series and Forecasting.* Fort Collins, Colorado

Engle, R.F. 1982. *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation*. *Econometrics*. 50**,** 987-1008.

Francq, C. dan Zakoian, J.M. 2010. *GARCH Models*, John Wiley and Sons, Ltd., Singapore

Grasa, A.A. 1989. *Econometric Model Selection: A New Approach.* Klewer

Gujarati, N.D. 2004. *Basic Econometrics*. McGraw-Hill, New York

Knight, J. dan Satchel, S. 2007. *Forecasting Volatility in the Financial Markets*. 3th Edition. Elsevier, Ltd., United Kingdom

Makridakis, S.S. 1998. *Methods and Applications in Forecasting*. John Wiley & Sons, Inc., New York

Muis, S. 2008. *Meramalkan Pergerakan Harga Saham Menggunakan Pendekatan Model Arima, Indeks Tunggal & Markowitz.* Graha Ilmu, Yogyakakrta.

Snedecor, G.W. dan Cochran, W.G. 1983. *Statistical Methods.* 6th Edition. Oxford and IBH. New Delhi.

Shewhart, W.A. dan Wilks, S.S. 2008. *Wiley Series in Probability and Statistics*. John Wiley & Sons, Inc., New York.

Supranto. 1984. *Eknomi.* Buku Dua Ghalia, Indonesia.

Widarjono, A. 2013. *Ekonometrika Pengantar dan Aplikasinya*. YKP, Yogyakarta

Zakoian, J. 1994. *Threshold Heteroscedastic Models*