

TUGAS AKHIR - KA 184801

**ANALISIS RISIKO SAHAM SEKTOR PERBANKAN
MENGUNAKAN *VALUE AT RISK* DAN *EXPECTED
SHORTFALL* DENGAN PENDEKATAN VARMA-GARCH**

AIDA FAUZIAH

NRP 06311840000015

Dosen Pembimbing

R. Mohamad Atok, M.Si. Ph.D

NIP 19710915 199702 1 001

PROGRAM STUDI SARJANA SAINS AKTUARIA

DEPARTEMEN AKTUARIA

FAKULTAS SAINS DAN ANALITIKA DATA

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2022



TUGAS AKHIR - KA 184801

**ANALISIS RISIKO SAHAM SEKTOR PERBANKAN
MENGUNAKAN *VALUE AT RISK* DAN *EXPECTED
SHORTFALL* DENGAN PENDEKATAN VARMA-GARCH**

AIDA FAUZIAH

NRP 06311840000015

Dosen Pembimbing

R. Mohamad Atok, M.Si. Ph.D

NIP 19710915 199702 1 001

PROGRAM STUDI SARJANA SAINS AKTUARIA

DEPARTEMEN AKTUARIA

FAKULTAS SAINS DAN ANALITIKA DATA

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2022



FINAL PROJECT - KA 184801

**RISK ANALYSIS OF BANKING SECTOR STOCK USING
VALUE AT RISK AND EXPECTED SHORTFALL WITH
VARMA-GARCH APPROACH**

AIDA FAUZIAH

NRP 06311840000015

Advisor

R. Mohamad Atok, M.Si. Ph.D

NIP 19710915 199702 1 001

STUDY PROGRAM ACTUARIAL SCIENCE

DEPARTMENT OF ACTUARIAL

FACULTY OF SCIENCE AND DATA ANALYTICS

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2022

LEMBAR PENGESAHAN


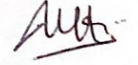
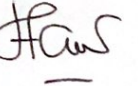
ANALISIS RISIKO SAHAM SEKTOR PERBANKAN MENGGUNAKAN *VALUE AT RISK* DAN *EXPECTED SHORTFALL* DENGAN PENDEKATAN VARMA-GARCH

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Ilmu Aktuaria pada
Program Studi Sarjana Sains Aktuaria
Departemen Aktuaria
Fakultas Sains dan Analitika Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh : **AIDA FAUZIAH**
NRP. 0631184000015

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

- | | | | |
|---|---|------------|---|
| 1 | R. Mohamad Atok, M.Si. Ph.D. | Pembimbing | () |
| 2 | Pratnya Paramitha Oktaviana, S.Si, M.Si, M.Sc | Penguji | () |
| 3 | Galuh Oktavia Siswono, S.Si, M.Si, M.Act.Sc | Penguji | () |

SURABAYA

Juli, 2022

APPROVAL SHEET

RISK ANALYSIS OF BANKING SECTOR STOCK USING VALUE AT RISK AND EXPECTED SHORTFALL WITH VARMA-GARCH APPROACH


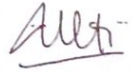

FINAL PROJECT

Submitted to fulfill one of the requirement
for obtaining a degree Bachelor of Actuarial Science at
Undergraduate Study Program of Actuarial Science
Department of Actuarial Science
Faculty of Science and Data Analytics
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

By: **AIDA FAUZIAH**

NRP. 06311840000015

Approved by Final Project Examiner Team:

- | | | | |
|---|---|----------|---|
| 1 | R. Mohamad Atok, M.Si. Ph.D. | Advisor | () |
| 2 | Pratnya Paramitha Oktaviana, S.Si, M.Si, M.Sc | Examiner | () |
| 3 | Galuh Oktavia Siswono, S.Si, M.Si, M.Act.Sc | Examiner | () |

SURABAYA

July, 2022

PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama mahasiswa / NRP : Aida Fauziah / 06311840000015

Departemen : Aktuaria

Dosen Pembimbing / NIP : R. Mohamad Atok, M.Si. Ph.D. / 19710915 199702 1 001

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul “**Analisis Risiko Saham Sektor Perbankan Menggunakan *Value at Risk* dan *Expected Shortfall* dengan Pendekatan VARMA-GARCH**” adalah hasil karya sendiri, bersifat orisinal, dan ditulis dengan mengikuti kaidah penulisan ilmiah.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, Juli 2022

Mengetahui

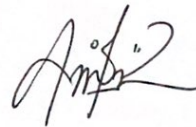
Dosen Pembimbing



(R. Mohamad Atok, M.Si. Ph.D.)

NIP. 19710915 199702 1 001

Mahasiswa,



(Aida Fauziah)

NRP. 06311840000015

STATEMENT OF ORIGINALITY

The undersigned below:

Name of student / NRP : Aida Fauziah / 06311840000015
Department : Aktuaria
Advisor / NIP : R. Mohamad Atok, M.Si. Ph.D. / 19710915 199702 1 001

hereby declare that the Final Project with the title of “**Risk Analysis of Banking Sector Stock Using Value at Risk and Expected Shortfall With VARMA-GARCH Approach**” is the result of my own work, is original, and is written by following the rules of scientific writing.

If in the future there is a discrepancy with this statement, then I am willing to accept sanctions in accordance with the provisions that apply at Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, July 2022

Acknowledged

Advisor



(R. Mohamad Atok, M.Si. Ph.D.)

NIP. 19710915 199702 1 001

Student



(Aida Fauziah)

NRP. 06311840000015

ANALISIS RISIKO SAHAM SEKTOR PERBANKAN MENGGUNAKAN VALUE AT RISK DAN EXPECTED SHORTFALL DENGAN PENDEKATAN VARMA-GARCH

Nama mahasiswa / NRP : Aida Fauziah / 06311840000015

Departemen : Aktuarial - ITS

Dosen Pembimbing : R. Mohamad Atok, M.Si. Ph.D.

Abstrak

Investasi adalah sebuah komitmen dalam menanamkan sejumlah dana pada periode tertentu untuk mendapatkan keuntungan di masa yang akan datang. Investasi pada saham menjadi sasaran para investor karena keuntungan (*return*) yang diperoleh relatif tinggi. Namun, *return* yang tinggi memiliki risiko yang tinggi pula. Pergerakan *return* dari saham lain juga dapat mempengaruhi besar *return* yang didapatkan. Sehingga, diperlukan analisis untuk mengetahui seberapa besar risiko suatu saham dan melihat pengaruh yang dimiliki antar saham. Metode yang dapat digunakan dalam mengestimasi risiko pada saham adalah *Value at Risk* dan *Expected Shortfall*. Dalam perhitungannya dilakukan pendekatan dengan model VARMA untuk melihat pengaruh antar saham. *Return* juga erat kaitannya dengan volatilitas. Pergerakan dari *return* yang tidak stabil menyebabkan volatilitas yang tinggi. Sehingga akan ada efek heteroskedastisitas yang dapat menimbulkan ketidakstasioneran data terhadap varians. Maka dilakukan pemodelan GARCH untuk mengatasi hal tersebut. Pada penelitian ini, data yang digunakan adalah data harian dari saham sektor perbankan yaitu saham BBKA, BBRI, dan BMRI dengan periode waktu dari 2 Januari 2017 hingga 30 Desember 2021. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa model VARMA (0,4) merupakan model yang terbaik. Sedangkan model GARCH terbaik adalah model GARCH (1,1) untuk masing-masing saham. Hasil estimasi risiko tertinggi berdasarkan nilai VaR dimiliki oleh saham BBRI pada tingkat kepercayaan 99% dengan nilai VaR sebesar 7,688542%. Sedangkan nilai VaR terendah dimiliki oleh saham BBKA pada tingkat kepercayaan 90% dengan nilai VaR sebesar 0,031299%. Hasil estimasi risiko tertinggi berdasarkan nilai *Expected Shortfall* (ES) dimiliki oleh saham BBRI pada tingkat kepercayaan 99% dengan nilai ES sebesar 12,419326%. Sedangkan nilai ES terendah dimiliki oleh saham BBKA pada tingkat kepercayaan 90% dengan nilai ES sebesar 2,744818%. Berdasarkan Uji Kausalitas Granger, dapat disimpulkan bahwa hanya terdapat dua hubungan satu arah antar saham sektor perbankan, yaitu saham BBKA berpengaruh pada saham BBRI dan saham BMRI berpengaruh pada saham BBRI.

Kata kunci: Analisis Risiko, Saham Perbankan, Value at Risk, Expected Shortfall, VARMA-GARCH

RISK ANALYSIS OF BANKING SECTOR STOCK USING VALUE AT RISK AND EXPECTED SHORTFALL WITH VARMA-GARCH APPROACH

Student Name / NRP : Aida Fauziah / 06311840000015
Department : Aktuarial - ITS
Advisor : R. Mohamad Atok, M.Si. Ph.D.

Abstract

Investment is a commitment to provide amount of funds in a certain period to get profits in the future. Investment in stocks is the target of investors because the profits (returns) are relatively high. However, a high return also has a high risk. The movement of returns from other stocks can also affect the amount of return. Thus, an analysis is needed to find out how much risk of stock and get the influence between stocks. Methods that can be used in estimating risk in stocks are Value at Risk and Expected Shortfall. In the calculation, an approach with the VARMA model is used to see the effect between stocks. Return is also closely related to volatility. The movement of unstable returns causes high volatility. So there will be a heteroscedasticity effect that cause non-stationary data to variance. Therefore, GARCH modeling is carried out to overcome this problem. The data used is daily data from banking sector stocks, namely BBKA, BBRI, and BMRI shares with a time period from January 2, 2017 to December 30, 2021. The identification results show that the VARMA model (0.4) is the best model. Meanwhile, the best GARCH model is the GARCH (1,1) model for each stock. The results of the highest risk estimation based on the Value at Risk (VaR) are owned by BBRI shares at a 99% confidence level with a VaR value of 7,688542%. While the lowest VaR value is owned by BBKA shares at a 90% confidence level with a VaR value of 0,031299%. The results of the highest risk estimation based on the Expected Shortfall (ES) value are owned by BBRI shares at a 99% confidence level with an ES value of 12,419326%. While the lowest ES value is owned by BBKA shares at a 90% confidence level with an ES value of 2,744818%. Based on the Granger Causality Test, it can be concluded that there are only two one-way relationships between stocks in the banking sector, namely BBKA have an effect on BBRI and BMRI have an effect on BBRI shares.

Keywords: Risk Analyst, Banking Stocks, Value at Risk, Expected Shortfall, VARMA-GARCH

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur selalu dipanjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini yang berjudul “**Analisis Risiko Saham Sektor Perbankan Menggunakan Value at Risk dan Expected Shortfall dengan Pendekatan VARMA-GARCH**”. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi oleh mahasiswa dalam mendapatkan gelar Sarjana di Departemen Aktuaria FSAD ITS.

Dalam penulisan tugas akhir ini tentu tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, motivasi serta semangat yang diberikan kepada penulis dari berbagai pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik, diantaranya:

1. Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan kesempatan, rahmat, dan karunia pada peneliti sehingga peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
2. Bapak Dr. Drs. Soehardjoepri M.Si selaku Kepala Departemen Aktuaria yang senantiasa memberikan semangat dan motivasi kepada para mahasiswanya.
3. Bapak R. Mohamad Atok, M.Si. Ph.D. selaku dosen pembimbing dan dosen wali yang telah menyempatkan waktu dalam memberikan bimbingan, kritik, dan saran kepada penulis dalam menyusun dan menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Ibu Pratnya Paramitha Oktaviana, S.Si, M.Si, M.Sc selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyusunan dan perbaikan tugas akhir ini.
5. Ibu Galuh Oktavia Siswono, S.Si, M.Si, M.Act.Sc selaku dosen penguji yang juga telah memberikan kritik dan saran dalam penyusunan dan perbaikan tugas akhir ini.
6. Seluruh Dosen Departemen Aktuaria yang selama ini telah sepenuh hati memberikan ilmu yang mereka miliki kepada penulis sehingga penulis memperoleh banyak pengetahuan dan pengalaman.
7. Bapak, Ibu, serta kakak tercinta yang senantiasa mendoakan dan mendukung dengan sepenuh hati untuk kelancaran dan keberhasilan penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
8. Teman-teman Departemen Aktuaria yang selalu memberikan motivasi dan semangat serta banyak kenangan selama empat tahun perkuliahan ini.
9. Dan seluruh pihak terkait yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis juga menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dan keterbatasan, baik dalam penulisannya, penggunaan tata bahasa, maupun dalam penyajiannya. Oleh karena itu penulis sangat terbuka terhadap kritik dan saran yang bersifat membangun kesempurnaan tugas akhir ini. Penulis juga berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat dan dapat dijadikan salah satu referensi dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi kedepannya.

Surabaya, 13 Juni 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	v
Abstrak	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Investasi.....	6
2.3 Saham.....	6
2.3.1 <i>Return Saham</i>	7
2.4 Analisis Risiko Investasi.....	8
2.5 Analisis Time Series.....	8
2.6 Stasioneritas Data.....	9
2.6.1 Stasioneritas dalam Varians.....	9
2.6.2 Stasioneritas dalam Rata-Rata.....	9
2.7 <i>Matrix Autocorelation Function (MACF)</i>	10
2.8 <i>Matrix Partial Autocorelation Function (MPACF)</i>	11
2.9 <i>Akaike's Information Criterion (AIC)</i>	12
2.10 Estimasi Parameter dan Pengujian Signifikansi Parameter.....	12
2.11 Uji Asumsi Residual Model.....	13
2.11.1 Uji <i>White Noise</i>	13
2.11.2 Uji Normalitas Residual.....	13
2.12 <i>Mean Absolute Percentace Error (MAPE)</i>	14
2.13 Uji Heteroskedastisitas Residual.....	14
2.14 Model <i>Multivariate Time Series</i>	14
2.14.1 Model VARMA ($p, 0$) / VAR (p).....	15
2.14.2 Model VARMA ($0, q$) / VAR (q).....	15
2.14.3 Model Vector Autoregressive Moving Average (VARMA) (p, q).....	15
2.15 Model <i>Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (GARCH)</i>	16
2.16 Uji <i>Kausalitas Granger</i>	16
2.17 <i>Value at Risk (VaR)</i>	17
2.18 <i>Expected Shortfall (ES)</i>	17
BAB III METODOLOGI	19
3.1 Sumber Data.....	19
3.2 Variabel Penelitian.....	19
3.3 Langkah Analisis.....	20
3.4 Diagram Alir Penelitian.....	22

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Gambaran Umum Objek Penelitian	25
4.2 Uji Stasioneritas Data	29
4.2.1 Uji Stasioneritas dalam Varians	29
4.2.2 Uji Stasioneritas dalam <i>Mean</i>	30
4.3 Identifikasi Model VARMA	31
4.4 Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Model VARMA.....	32
4.5 Uji Asumsi Residual Model VARMA (<i>Diagnosting Checking</i>)	35
4.6 Pemilihan Model VARMA Terbaik	37
4.7 Uji Heteroskedastisitas Residual Model VARMA	38
4.8 Identifikasi Model GARCH.....	38
4.8.1 Model GARCH (1,1) Saham BBKA	38
4.8.2 Model GARCH (1,1) Saham BBRI.....	39
4.8.3 Model GARCH (1,1) Saham BMRI.....	40
4.8.4 Persamaan Model GARCH	41
4.9 Perbandingan Data Aktual dengan Dugaan Model.....	42
4.10 Analisis <i>Value at Risk</i>	43
4.11 Analisis <i>Expected Shortfall</i>	44
4.12 Analisis <i>Kausalitas Granger</i>	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN.....	53
BIODATA PENULIS.....	129

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	23
Gambar 4.1 Plot Time Series Harga Penutupan Saham: (a) BBCA (b) BBRI, dan (c) BMRI.....	25
Gambar 4.2 Plot Time Series Return Saham: (a) BBCA, (b) BBRI, dan (c) BMRI	27
Gambar 4.3 Histogram Data Return Saham: (a) BBCA, (b) BBRI, dan (c) BMRI.....	28
Gambar 4.4 Box-Cox Plot Return Saham: (a) BBCA, (b) BBRI, (c) BMRI.....	29
Gambar 4.5 Transformasi Box-Cox Saham: (a) BBCA, (b) BBRI, (c) BMRI	30
Gambar 4.6 Plot MACF Data Return Saham Sektor Perbankan	31
Gambar 4.7 Plot MPACF Data Return Saham Sektor Perbankan	31
Gambar 4.8 Perbandingan Data Aktual dengan Model pada Saham: (a) BBCA, (b) BBRI, (c) BMRI.....	42

(Halaman Sengaja Dikосongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Variabel Penelitian.....	19
Tabel 3.2	Struktur Data Penelitian.....	19
Tabel 4.1	Statistika Deskriptif Data Return Saham Sektor Perbankan.....	27
Tabel 4.2	Hasil Box-Cox Plot Return Saham Sektor Perbankan.....	29
Tabel 4.3	Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Dugaan Model VARMA	32
Tabel 4.4	Hasil Ljung-Box Test Residual Model VARMA	35
Tabel 4.5	Nilai AIC	37
Tabel 4.6	Hasil Estimasi dan Signifikansi Parameter pada Model GARCH (1,1) Saham BCA.....	38
Tabel 4.7	Hasil Estimasi dan Signifikansi Parameter pada Model GARCH (1,1) Saham BRI	40
Tabel 4.8	Hasil Estimasi dan Signifikansi Parameter pada Model GARCH (1,1) Saham Mandiri	41
Tabel 4.9	Nilai MAPE	43
Tabel 4.10	Hasil Perhitungan Value at Risk Model dan Data Empiris	43
Tabel 4.11	Hasil Perhitungan Expected Shortfall Model dan Data Empiris	45
Tabel 4.12	Hasil Uji Kausalitas Granger	46

(Halaman Sengaja Dikосongkan)

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data Closing Price Saham BBCA, BBRI, dan BMRI	53
Lampiran 2	Data Return Saham BBCA, BBRI, dan BMRI	54
Lampiran 3	Syntax Analisis dengan RStudio	55
Lampiran 4	Syntax Pemodelan VARMA dengan SAS	58
Lampiran 5	Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (0,1)	59
Lampiran 6	Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (0,2)	60
Lampiran 7	Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (0,3)	61
Lampiran 8	Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (0,4)	62
Lampiran 9	Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (0,5)	64
Lampiran 10	Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (1,0)	66
Lampiran 11	Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (2,0)	67
Lampiran 12	Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (3,0)	68
Lampiran 13	Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (4,0)	69
Lampiran 14	Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (5,0)	71
Lampiran 15	Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (1,1)	73
Lampiran 16	Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (1,2)	74
Lampiran 17	Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (1,3)	76
Lampiran 18	Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (1,4)	78
Lampiran 19	Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (1,5)	80
Lampiran 20	Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (2,1)	82
Lampiran 21	Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (2,2)	83
Lampiran 22	Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (2,3)	85
Lampiran 23	Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (2,4)	87
Lampiran 24	Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (2,5)	89
Lampiran 25	Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (3,1)	91

Lampiran 26	Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (3,2)	93
Lampiran 27	Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (3,3)	95
Lampiran 28	Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (3,4).....	97
Lampiran 29	Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (3,5).....	99
Lampiran 30	Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (4,1).....	102
Lampiran 31	Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (4,2).....	104
Lampiran 32	Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (4,3).....	106
Lampiran 33	Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (4,4).....	108
Lampiran 34	Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (4,5).....	111
Lampiran 35	Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (5,1).....	114
Lampiran 36	Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (5,2).....	116
Lampiran 37	Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (5,3).....	119
Lampiran 38	Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (5,4).....	122
Lampiran 39	Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (5,5).....	125

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian yang akan diambil oleh penulis.

1.1 Latar Belakang Masalah

Investasi merupakan salah satu alternatif dalam menstabilkan dan meningkatkan perekonomian. Pada umumnya, investasi dapat dilakukan dalam bentuk *riil assets* dan *non-riil assets*. *Riil assets* dapat berupa tanah, emas, *real estate*, karya seni, dan barang-barang berharga lainnya, sedangkan *non-riil assets* dapat berupa sekuritas atau surat-surat berharga (Tambunan, 2020). Investasi dalam bentuk *non-riil assets* (aset finansial) sedang marak dilakukan oleh masyarakat. Aset finansial adalah bentuk klaim yang berbentuk surat berharga atas sejumlah aset yang dimiliki oleh pihak yang mengeluarkan surat berharga tersebut (Handini dan Astawinetu, 2020). Terdapat banyak jenis produk dari aset finansial antara lain, saham, obligasi, deposito, *option*, *warrants*, *futures* serta ekuitas lainnya. Dari sekian banyaknya aset finansial tersebut, terdapat aset finansial yang paling sering menjadi sasaran para investor karena keuntungan yang diperoleh dari aset tersebut relatif tinggi, yaitu saham.

Saham dikeluarkan oleh sebuah perusahaan yang berbentuk perseroan terbatas yang disebut emiten. Saham merupakan surat berharga yang menunjukkan bukti kepemilikan dari suatu perusahaan sehingga pemegang saham mempunyai hak klaim atas keuntungan dan aktiva dari perusahaan tersebut (Rusdin, 2008). Perdagangan aset finansial termasuk saham dilakukan di pasar modal. Pasar modal adalah tempat berbagai instrumen keuangan diperjualbelikan dengan berbagai metode, baik dalam bentuk modal maupun dalam bentuk hutang (Nasution, 2015). Pasar modal di Indonesia dikenal dengan Bursa Efek Indonesia (BEI). Menurut Undang-Undang No. 8 Tahun 1995 tentang pasar modal, bursa efek merupakan pihak yang menyelenggarakan dan menyediakan serangkaian sistem untuk melakukan penawaran jual beli dan perdagangan efek.

Selama pandemi covid-19 pasar modal mengalami gejolak yang cukup signifikan. Dalam kondisi tersebut, investor akan lebih cenderung memilih saham berkapitalisasi pasar besar. Hal ini karena rata-rata emiten tersebut memiliki fundamental bisnis yang baik. Sehingga dengan kondisi pasar saham yang sedang menurun, saham-saham tersebut dapat kembali dan bertahan pada posisinya. Selama tahun 2021, terdapat beberapa sektor saham yang menunjukkan performa yang positif, khususnya saham pada sektor telekomunikasi dan perbankan. Saham sektor perbankan menjadi sektor yang terbilang menjanjikan dan aman di Indonesia. Perbankan di Indonesia masih mampu tumbuh dan menghasilkan laba yang tinggi meskipun dalam kondisi ekonomi yang kurang baik apalagi dalam masa pandemi covid-19 sekarang ini.

Saham sebagai instrumen keuangan tidak lepas dari adanya risiko. Semakin besar keuntungan, semakin besar pula risiko yang harus dihadapi. Risiko yang tinggi ini dapat dilihat melalui volatilitas saham (Sutrisno, 2017). Volatilitas harga saham adalah pergerakan harga saham yang terlalu cepat naik atau terlalu cepat turun dengan tajam dalam periode waktu tertentu (Kartika, 2010). Analisis volatilitas dapat digunakan dalam pembentukan sebuah portofolio, pembentukan harga, dan manajemen risiko. Dalam pemodelan volatilitas pada analisis keuangan, terdapat model yang diperkenalkan oleh Engle pada tahun 1982 yaitu model *Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (ARCH) dan dikembangkan oleh Bollerslev pada tahun 1986 yang dikenal dengan model *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (GARCH). Metode tersebut menjadi metode yang dapat digunakan dalam analisis finansial termasuk *return* dan volatilitas saham (McClain dkk 1996).

Analisis risiko pada saham juga erat kaitannya dengan perhitungan *Value at Risk (VaR)*. *Value at Risk* adalah metode yang dapat digunakan dalam mengukur risiko atau estimasi kerugian pada periode tertentu dengan tingkat kepercayaan (keamanan) tertentu. *Value at Risk* menjadi salah satu metode yang populer untuk mengestimasi risiko, namun terdapat kekurangan yang dimiliki oleh *VaR*, dimana *VaR* hanya dapat mengukur persentil dari distribusi keuntungan atau kerugian tanpa memperhatikan setiap kerugian yang melebihi tingkat *VaR*. Sehingga diperlukan metode lain untuk memperkuat hasil analisis seperti *Conditional Value at Risk (CVaR)*, *Expected Shortfall (ES)*, atau *Expected Tail Loss (ETL)* (Saepudin dkk, 2017). *Expected Shortfall* menjadi metode yang sering kali digunakan sebagai metode lanjutan dari *VaR* untuk estimasi risiko. Menurut Artzner dkk (1999), *Expected Shortfall* digunakan untuk mengurangi permasalahan yang dimiliki oleh *VaR*, dimana *Expected Shortfall* mempertimbangkan kerugian atau nilai risiko yang melebihi tingkat *VaR*.

Instrumen keuangan seperti saham termasuk ke dalam data *time series*. Data *time series* merupakan serangkaian data pengamatan yang terurut berdasarkan waktu (Wei, 2006). Dalam *time series* dikenal juga istilah univariat dan multivariat. Data *time series* univariat adalah data *time series* yang diambil dari satu variabel pengamatan. Metode yang dapat digunakan dalam analisis data *time series* univariat diantaranya *Autoregressive (AR)*, *Moving Average (MA)*, *Autoregressive Moving Average (ARMA)* dan *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)*. Sedangkan data *time series* multivariat diambil dari beberapa variabel pengamatan yang memiliki keterkaitan dengan variabel lainnya dan tersusun dalam suatu sistem yang saling terkait. Sehingga data *time series* tersebut dipengaruhi oleh periode pengamatan sebelumnya dan periode waktu sebelumnya pada pengamatan variabel lainnya. Dalam menganalisis masalah *time series* multivariat terdapat beberapa metode diantaranya yaitu, metode VARMA, VARIMA, VARIMAX, GSTAR, dan VECM (Jusmawati dkk, 2020).

Dari beberapa metode dalam menganalisis data multivariat, terdapat metode VARMA yang merupakan gabungan antara metode *Vector Autoregressive (VAR)* dan *Vector Moving Average (VMA)*. VARMA merupakan metode yang juga dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh antar variabel, sehingga tak hanya dapat menganalisis lebih dari dua data, namun juga dapat menganalisis keterkaitan antar variabel (Anggraeni dan Dewi, 2008). Seperti yang kita ketahui, saham merupakan instrumen keuangan yang banyak dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya juga dipengaruhi oleh pergerakan saham lainnya. Dalam penelitian sebelumnya dengan judul “*Modelling and Forecasting by the Vector Autoregressive Moving Average Model for Export of Coal and Oil Data (Case Study from Indonesia over the Years 2002-2017)*” yang dilakukan oleh Warsono dkk (2019), model VARMA digunakan untuk menggambarkan hubungan antara dua vektor data deret waktu ekspor batubara dan data ekspor minyak di Indonesia selama periode 2002-2017.

Dalam estimasi risiko pada data multivariat diperlukan adanya model *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic (GARCH)* untuk memodelkan volatilitas. Ling dan McAleer (2003) memperkenalkan Model *Vector Autoregressive Moving Average-GARCH (VARMA-GARCH)*. Pada penelitian sebelumnya yang berjudul “*Multivariate Volatility In Environmental Finance*” oleh Hoti, S., M. McAleer and L.L. Pauwels (2005), analisis dilakukan pada dua *sustainability index* dan dua indeks keuangan terkemuka yaitu DJSI World, ESI Global, DJIA, dan S&P500. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa VARMA-GARCH menunjukkan terdapat *spillover effects* antara dua *sustainability index* namun tidak terdapat *spillover effects* di antara kedua indeks keuangan, dimana ESI Global tidak bergantung pada guncangan indeks lainnya. Guncangan (*shocks*) terhadap *sustainability index* mempengaruhi volatilitas indeks keuangan. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Lin Chang, McAleer, dan Tansuchat (2009) tentang “*Modelling Conditional Correlations for Risk Diversification in Crude Oil Markets*”, dimana penelitian tersebut melakukan estimasi untuk

conditional volatility dan *conditional correlation* pada spot, forward, dan future *return* dari 3 *benchmarks* utama di pasar minyak mentah internasional yaitu Brent, WTI, dan Dubai dalam mengatasi diversifikasi risiko. Hasil estimasi menyimpulkan bahwa VARMA-GARCH model lebih unggul daripada VARMA-AGARCH model.

Dari hasil penelitian yang telah diuraikan di atas, dapat diketahui bahwa model VARMA-GARCH merupakan model yang cocok dalam menganalisis risiko pada data multivariat. Oleh karena itu, pada penelitian ini, penulis akan melakukan analisis risiko menggunakan *Value at Risk (VaR)* dan *Expected Shortfall (ES)* pada tiga saham di sektor perbankan Indonesia, yaitu saham PT. Bank Central Asia Tbk. (BBCA), PT. Bank Rakyat Indonesia (Persero) Tbk. (BBRI), dan PT. Bank Mandiri (Persero) Tbk (BMRI). Selain itu, dalam analisis risiko ini penulis juga akan melakukan pendekatan dengan menggunakan model *Vector Autoregressive Moving Average-Generealized Autoregressive Conditional Heteroscedastic (VARMA-GARCH)* untuk mengetahui pola pengaruh yang dimiliki antar saham dan untuk pemodelan volatilitas yang akan digunakan dalam perhitungan *Value at Risk (VaR)* dan *Expected Shortfall (ES)*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik dari data *return* saham sektor perbankan?
2. Bagaimana pemodelan *multivariate time series* menggunakan VARMA-GARCH pada saham sektor perbankan?
3. Bagaimana estimasi risiko dengan pendekatan VARMA-GARCH pada saham sektor perbankan?
4. Bagaimana analisis pengaruh yang dimiliki antar saham sektor perbankan?

1.3 Batasan Masalah

Batasan Masalah penelitian yang diharapkan adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan estimasi risiko menggunakan metode *Value at Risk* dan *Expected Shortfall*.
2. Saham yang digunakan adalah tiga saham dari sektor perbankan yaitu: BBCA, BBRI, dan BMRI.
3. Data yang digunakan adalah data harga penutupan saham harian sektor perbankan dengan periode 2 Januari 2017 – 30 Desember 2021.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan di atas, maka tujuan penelitian yang dilakukan untuk pemecahan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Mendeskripsikan karakteristik dari data *return* saham sektor perbankan.
2. Mengidentifikasi dan menganalisis pemodelan menggunakan VARMA-GARCH pada saham sektor perbankan.
3. Menganalisis dan mengukur risiko yang dimiliki oleh saham sektor perbankan dengan pendekatan VARMA-GARCH.
4. Mendapatkan model pengaruh antar saham sektor perbankan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang diharapkan adalah sebagai berikut:

1. Menambah wawasan serta pengetahuan bagi para pembaca mengenai perhitungan estimasi risiko menggunakan *Value at Risk* dan *Expected Shortfall* dengan pendekatan VARMA-GARCH pada instrumen keuangan saham.
2. Menambah wawasan serta pengetahuan bagi para pembaca mengenai pola pengaruh yang dimiliki antar saham.
3. Membantu peneliti untuk mengaplikasikan metode *Value at Risk* dan *Expected Shortfall* dalam menganalisis risiko pada saham dengan pendekatan VARMA-GARCH.
4. Membantu peneliti dalam mengaplikasikan model VARMA untuk mengetahui pengaruh yang dimiliki antar saham.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan dasar teori yang menjadi pendukung dalam penyelesaian masalah pada penelitian yang dilakukan, mencakup teori dan metode yang akan digunakan.

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan salah satu referensi dasar dalam melaksanakan sebuah penelitian. Penelitian terdahulu berfungsi untuk memperluas dan memperdalam teori yang akan digunakan dalam kajian penelitian. Dalam hal ini, peneliti akan melakukan analisis dari penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan topik penelitian dan dapat dijadikan sebagai pembanding. Hal yang dianalisis meliputi penulis, judul penelitian, variabel penelitian, metode yang digunakan, dan hasil penelitian seperti yang ada pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

Penulis	Judul	Variabel	Metode	Hasil Penelitian
Hoti, S., McAleer, M. and Pauwels L.L. (2005)	<i>Multivariate Volatility In Environmental Finance</i>	dua <i>sustainability indeks</i> yaitu DJSI World dan ESI Global, serta dua indeks keuangan yaitu DJIA dan S&P500	VARMA-GARCH dan VARMA - AGARCH	VARMA-GARCH menunjukkan terdapat <i>spillover effects</i> antara dua <i>sustainability index</i> namun tidak terdapat <i>spillover effects</i> di antara kedua indeks keuangan, dimana ESI Global tidak bergantung pada guncangan indeks lainnya. Guncangan (<i>shocks</i>) terhadap <i>sustainability index</i> mempengaruhi volatilitas indeks keuangan
Lin Chang, McAleer, dan Tansuchat (2009)	<i>Modelling Conditional Correlations for Risk Diversificatio in Crude Oil Markets</i>	3 <i>benchmarks</i> utama di pasar minyak mentah internasional yaitu Brent, WTI, dan Dubai.	CCC model, VARMA-GARCH, VARMA-AGARCH, dan DCC model	Hasil estimasi dari <i>volatility spillovers</i> dan <i>asymmetric effects</i> untuk guncangan negatif maupun positif pada <i>conditional variance</i> menyimpulkan bahwa VARMA-GARCH model lebih unggul daripada VARMA-AGARCH model
Warsono, Russel, E., Wamiliana, Widiarti, dan Usman, M. (2019)	<i>Modeling and Forecasting by the Vector Autoregressive Moving Average Model for Export of Coal and Oil Data (Case Study from Indonesia over the Years 2002-2017)</i>	data ekspor batubara dan data ekspor minyak di indonesia selama periode 2002-2017	VARMA	Berdasarkan nilai AICC, HQC, AIC, dan SBC diperoleh model terbaik yaitu VARMA(2,1). Hasil peramalan menunjukkan <i>standard error</i> yang semakin meningkat dari waktu ke waktu hingga peramalan untuk 12 bulan.

2.2 Investasi

Investasi adalah sebuah komitmen dalam menanamkan modal atau sejumlah dana pada periode tertentu dengan tujuan untuk mendapatkan keuntungan di masa yang akan datang (Handini dan Astawinetu, 2020). Topik investasi di Indonesia telah diatur dalam Pernyataan Standar Akuntansi Keuangan (PSAK No. 13), dimana pengertian investasi adalah suatu aktiva yang digunakan oleh perusahaan dengan tujuan untuk pertumbuhan kekayaan perusahaan (*accretion of wealth*) yang bersumber dari distribusi hasil investasi (seperti bunga, deviden, *royalty*, dan uang sewa) sebagai bentuk apresiasi dari nilai investasi atau manfaat yang diperoleh melalui hubungan perdagangan bagi perusahaan yang berinvestasi. Menurut Irham Fahmi dan Yovi Lavianti, (2009) jika dilihat dari bentuknya, investasi dapat dibedakan dalam dua macam, yaitu *real investment* dan *financial investment*. *Real investment* merupakan investasi nyata yang secara umum melibatkan asset berwujud, seperti tanah, bangunan, pabrik, lahan pertanian, lahan perkebunan, atau mesin-mesin. Sedangkan *financial investment* merupakan investasi keuangan yang menggunakan kontrak tertulis sebagai bentuk investasi, seperti investasi pada saham biasa (*common stock*) dan obligasi (*bond*).

Menurut Mudjiyono (2012), Investasi juga dibedakan menjadi dua berdasarkan hubungannya dengan pengelolaan, yaitu Investasi langsung (*direct investment*) yang merupakan penanaman modal secara langsung untuk awal pendirian sebuah perusahaan yang dikelola sendiri oleh penanam saham tersebut, sehingga segala bentuk kerugian dan keuntungan dari perusahaan akan ditanggung sendiri yang pada umumnya dibutuhkan waktu jangka panjang untuk hal itu dan untuk pengembalian modal tidak memiliki batas waktu tertentu (tidak terbatas). Kemudian terdapat investasi tidak langsung (*indirect investment*) yang merupakan penanaman modal pada perusahaan lain dimana perusahaan tersebut telah berdiri sebelumnya dengan cara melakukan pembelian saham yang diterbitkan oleh perusahaan dan diharapkan penanam modal dapat memperoleh sebagian keuntungan dari perusahaan penerbit saham dalam bentuk dividen. Sedangkan jika dilihat dari segi lamanya (waktu) dalam berinvestasi, investasi dapat dibedakan menjadi dua, yaitu investasi jangka pendek dan investasi jangka panjang. Investasi jangka pendek adalah investasi yang keuntungannya dapat segera dicairkan karena investasi jenis ini relatif singkat dimiliki, biasanya hanya dalam waktu setahun atau kurang dari setahun. Keuntungan dari investasi jangka pendek ini bertujuan untuk memberdayakan kas yang berguna untuk mendapatkan keuntungan dari penjualan surat berharga yang dikenal dengan *capital gain* serta memiliki tujuan agar tidak terjadi kas menganggur (*idle cash*). Sedangkan, investasi jangka panjang adalah investasi selain investasi lancar yang pada umumnya kepemilikan dari surat berharga tersebut lebih dari periode akuntansi atau dimiliki lebih dari 5 tahun.

2.3 Saham

Saham merupakan surat berharga yang menunjukkan bukti kepemilikan dari suatu perusahaan sehingga pemegang saham mempunyai hak klaim atas keuntungan dan aktiva dari perusahaan tersebut. Jika seorang investor melakukan investasi dengan membeli saham, maka dapat dikatakan bahwa ia membeli sebagian kepemilikan atas aset-aset perusahaan yang menerbitkan saham. Saham juga merupakan suatu surat berharga yang dijadikan sebagai bukti penyetoran dana dari investor kepada perusahaan. Perusahaan yang menerbitkan saham untuk dimiliki masyarakat disebut perusahaan terbuka (*Go Public*) (Nastiti dan Suharsono, 2012). Dengan investasi pada saham, maka investor akan mendapatkan keuntungan berupa *capital gain* dan dividen. Saham-saham di pasar modal diperjualbelikan secara wajar atau dengan harga pasar karena adanya tanggungjawab pada praktek akuntansi modern dan kewajiban bagi

perusahaan untuk *disclosure* laporan keuangan kepada pemilik saham, sehingga pasar dan para investor secara luas memiliki informasi tentang nilai sebuah perusahaan (Kartika, 2010). Menurut Anoraga dan Pakarti (2008), dengan memiliki saham dari suatu perusahaan, maka investor dapat memperoleh keuntungan berupa dividen, *capital gain*, serta keuntungan non finansial lainnya seperti mendapatkan kekuasaan dalam memperoleh hak suara untuk ikut serta dalam menentukan jalannya perusahaan.

Terdapat dua jenis saham yang pada umumnya diperjualbelikan di pasar modal, yaitu saham biasa (*common stock*) dan saham preferen (*preferred stock*). Saham biasa merupakan jenis saham dimana pemegang sahamnya tidak memiliki hak istimewa, yaitu hak untuk memperoleh dividen dari perusahaan ketika perusahaan tersebut memperoleh keuntungan, namun pemilik saham biasa masih mempunyai hak suara pada rapat umum pemegang saham yang jumlah suaranya menyesuaikan dengan jumlah saham yang dimilikinya (biasanya, one share one vote). Pada likuidasi perseroan, pemilik saham biasa masih memiliki hak memperoleh sebagian keuntungan atau kekayaan dari perusahaan setelah semua kewajiban dilunasi. Sedangkan saham preferen memiliki ciri-ciri yaitu merupakan gabungan dari modal dan hutang (*debt to equity*). Jenis saham ini diterbitkan dengan memiliki hak untuk mendapatkan dividen atau sebagian kekayaan perusahaan ketika perusahaan dilikuidasi terlebih dahulu dari saham biasa. Selain itu, pemilik saham preferen juga memiliki hak dalam memberikan usul dalam pencalonan direksi/komisaris dalam perusahaan. Ciri-ciri yang dimiliki oleh saham preferen diantaranya yaitu, hak utama atas dividen dan aktiva perusahaan, penghasilan atau pendapatan tetap, memiliki jangka waktu yang tidak terbatas, tidak memiliki hak suara dan saham bersifat kumulatif (Anoraga dan Pakarti, 2008).

2.3.1 Return Saham

Return saham merupakan hasil atau imbalan yang diperoleh dari investasi. Dalam suatu asset finansial, investor akan menyediakan sejumlah dana pada saat ini untuk memperoleh sebuah aliran dana pada masa yang akan datang sebagai kompensasi atas faktor waktu selama dana ditanamkan dan risiko yang ditanggung (Legiman, 2015). Menurut Jogiyanto (2008), jika dalam konteks manajemen investasi, *return* dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu, *return* realisasi (*realized return*) yang biasa juga dikenal dengan *return* sebenarnya dan *return* yang diharapkan (*expected return*). Adapun *return* sebenarnya (*actual return*) merupakan *return* yang telah terjadi, dimana dalam perhitungannya menggunakan data historis (*historical data*), sehingga *return* ini berguna dalam analisis kinerja perusahaan serta menjadi dasar dalam perhitungan untuk menentukan *return* ekspektasi dan analisis risiko dari aset perusahaan dimasa yang akan datang.

Menurut Husnan (2005), untuk menghitung *return* saham yang diterima selama periode tertentu t atas aset i berdasarkan data historis (persentase harga saham) adalah sebagai berikut:

$$R_{it} = \frac{P_{it} - P_{it-1}}{P_{it-1}} \quad (2.1)$$

dengan:

R_{it} : *return* saham pada periode t ;

P_{it} : harga atau nilai pada akhir periode t ;

P_{it-1} : harga atau nilai pada periode sebelumnya ($t - 1$).

Hasil dari *return* tidak selalu bernilai positif tetapi juga bisa bernilai negatif. Nilai positif pada *return* artinya terdapat keuntungan sedangkan nilai negatif berarti investor mengalami kerugian.

2.4 Analisis Risiko Investasi

Pada saat akan melakukan investasi perlu adanya perhitungan dan pertimbangan secara matang terutama dalam hal menganalisis lebih mendalam tentang risiko investasi yang mungkin akan terjadi. Maka dari itu, dalam berinvestasi di pasar modal, terdapat dua hal yang harus diperhatikan oleh investor, yaitu keuntungan (*return*) yang diharapkan dan tingkat risiko dari investasi yang dilakukan (Muslih, 2008). Investor dapat menerima keuntungan yang tidak sesuai dengan harapan karena adanya risiko dan hal itu dapat menimbulkan suatu penyimpangan yang sering disebut dengan ketidakpastian (*uncertainly*). Menurut Jorion (2000), Risiko dalam investasi merupakan kemungkinan perbedaan yang terjadi antara keuntungan (*return*) yang sebenarnya diterima dengan *return* yang diharapkan (*expected return*) sehingga jika perbedaan yang terjadi antara keuntungan yang sebenarnya (*return actual*) dengan *return* harapan (*expected return*) semakin besar, maka semakin besar pula risiko investasi yang dilakukan. Jorion juga berpendapat bahwa risiko dapat diartikan sebagai volatilitas dari hasil yang tidak diharapkan dalam sebuah investasi, dimana hal tersebut dicerminkan dalam nilai aset, ekuitas, atau pendapatan.

Menurut Anshari (2016), risiko digolongkan menjadi dua, yaitu risiko sistematis (*systematic risk*) dan risiko tidak sistematis (*unsystematic risk*). Risiko sistematis merupakan risiko yang tidak dapat dihilangkan melalui diversifikasi, sedangkan risiko tidak sistematis adalah risiko yang tidak terstruktur, dimana risiko ini hanya akan langsung dihadapi oleh perusahaan, namun ketika perusahaan menghadapi risiko ini, perusahaan masih dapat mengatasinya dengan menerapkan berbagai strategi. Dalam teori pasar modal ditekankan bahwa hubungan antara risiko dan tingkat pengembalian investasi (*return* saham) memiliki sifat yang linier dan searah, artinya semakin besar keuntungan (*return*) maka semakin besar pula risiko yang diperoleh.

2.5 Analisis Time Series

Analisis *time series* atau analisis deret waktu merupakan analisis yang dilakukan pada data pengamatan yang diambil secara berurutan berdasarkan waktu (Box dkk, 2015). Contoh data *time series* ialah data pada bidang-bidang ekonomi, bisnis, teknik, ilmu alam, dan ilmu sosial yang dikumpulkan terurut berdasarkan waktu. Waktu dalam pengambilan pengamatan ini dapat berjarak teratur atau tidak teratur, dan dapat bersifat kontinu maupun diskrit. Jika dinotasikan dengan $\{y_t\}$, dimana t adalah waktu dimana pengamatan dilakukan dan $t \in \mathbb{Z}$, dimana $\mathbb{Z} = \{\dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots\}$ adalah himpunan bilangan bulat positif dan negatif. Maka, kita dapat menuliskan deret waktu tersebut menjadi $\{y_1, y_2, \dots, y_n\}$. Deret waktu tersebut serupa dengan proses stokastik yang terdiri dari variabel acak yang diamati pada periode waktu tertentu. Dalam bidang finansial, data *time series* dapat dengan mudah kita temui karena mereka terbentuk secara alami menjadi barisan data yang terurut berdasarkan waktu, contohnya seperti indeks saham, volume transaksi, dsb. Pada umumnya, data-data tersebut akan dikumpulkan dan dianalisis untuk pertimbangan besar *return* yang dapat diperoleh. Data *time series* biasanya digunakan untuk menggambarkan suatu perkembangan atau kecenderungan keadaan/peristiwa/kegiatan (Boediono, 2004).

Analisis deret waktu pada data finansial berkaitan dengan teori dan praktik penilaian aset secara kontinu. Terdapat perbedaan antara analisis deret waktu finansial dengan analisis deret waktu lainnya, dimana terdapat unsur ketidakpastian pada rangkaian waktu empirisnya. Misalnya, ada berbagai definisi dalam volatilitas aset, dan untuk rangkaian dalam *return* saham, volatilitas tidak dapat diamati secara langsung. Sehingga, teori dan metode statistik memainkan peran penting dalam analisis deret waktu finansial (Tsay, 2010). Pada umumnya, analisis deret waktu memiliki dua tujuan yaitu, untuk memahami serta memodelkan mekanisme stokastik yang memunculkan deret dari data yang diamati dan untuk memprediksi atau meramalkan nilai

masa depan deret berdasarkan sejarah (*historical data*) dari data tersebut atau mungkin berdasarkan hal lain yang terkait (Cryer, 2008). Data *time series* jika dikelompokkan berdasarkan banyaknya peubah yang dimaati dapat digolongkan menjadi univariat dan multivariat. Data *time series* univariat adalah data *time series* yang diambil dari satu variabel pengamatan. Sedangkan data *time series* multivariat merupakan data variabel yang memiliki keterkaitan dengan variabel lainnya yang tersusun dalam suatu sistem yang saling terkait. Sehingga data *time series* tersebut dipengaruhi oleh periode pengamatan sebelumnya dan periode waktu sebelumnya pada pengamatan variabel lainnya (Jusmawati dkk, 2020).

2.6 Stasioneritas Data

Data *time series* dikatakan stasioner jika *mean* data tersebut konstan, memiliki *variance* dan *covariance* yang tetap sama dalam berbagai *lags* dan waktu observasi (Terry & Keith, 1996). Uji stasioneritas erat kaitannya dengan pengujian terhadap kemungkinan hubungan keseimbangan jangka panjang antar variabel-variabel ekonomi. Variabel *return* yang diharapkan dan standar deviasi dari data historis dapat digunakan dalam mengestimasi nilai di masa yang akan datang jika data *time series* tersebut bersifat stasioner. Stasioneritas data terbagi menjadi dua, yaitu stasioneritas dalam varians dan stasioneritas dalam rata-rata.

2.6.1 Stasioneritas dalam Varians

Data *time series* yang belum memenuhi kondisi stasioner terhadap varians dapat diatasi dengan menggunakan transformasi *Box-Cox* dengan rumus sebagai berikut (Wei, 2006):

$$T(Z_t) = \begin{cases} \frac{z_t^{(\lambda)} - 1}{\lambda} & \lambda \neq 0 \\ \lim_{\lambda \rightarrow 0} \frac{z_t^{(\lambda)} - 1}{\lambda} = \ln Z_t & \lambda = 0 \end{cases} \quad (2.5)$$

dengan,

Z_t : nilai variabel pada waktu ke- t

λ : parameter transformasi

Nilai lambda (λ) merupakan parameter transformasi yang menjadi penentu dalam kestasioneran data. Ketentuan nilai lambda (λ) pada transformasi *Box-Cox* dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Transformasi *Box-Cox*

Nilai lambda (λ)	Transformasi
-1	$1/Z_t$
-0,5	$1/\sqrt{Z_t}$
0	$\ln(Z_t)$
0,5	$\sqrt{Z_t}$
1	Z_t (tanpa transformasi)

2.6.2 Stasioneritas dalam Rata-Rata

Stasioneritas dalam rata-rata memiliki arti bahwa sebuah data harus memiliki fluktuasi yang berada di sekitar nilai rata-rata yang konstan dan tidak bergantung pada waktu. Dalam mengetahui apakah sebuah data stasioner dalam rata-rata dapat kita ketahui melalui bentuk plot data tersebut. Ciri yang dimiliki oleh data yang tidak stasioner dalam rata-rata adalah plot diagram yang dimiliki oleh data tersebut terdapat *trend* naik ataupun turun secara lambat. Plot ACF (*Autocorrelation Function*) merupakan pengujian yang dapat dilakukan untuk melihat apakah sebuah data sudah stasioner dalam rata-rata (Wei, 2006).

Salah satu uji stasioner terhadap *mean* adalah uji *Dickey Fuller*. Uji DF pertama kali diperkenalkan oleh David Dickey dan Wayne Fuller. Uji DF didasarkan pada model berikut (Tsay, 2010):

$$Z_t = \phi Z_{t-1} + a_t \quad (2.2)$$

dengan a_t adalah *error* yang bersifat *white noise*. Hipotesis dari uji DF dapat ditulis sebagai berikut:

$$H_0 : \phi = 1$$

$$H_1 : \phi < 1$$

dengan statistik ujinya adalah

$$DF = t \text{ ratio} = \frac{\hat{\phi} - 1}{std(\hat{\phi})} = \frac{\sum_{t=1}^n Z_{t-1} a_t}{\hat{\sigma} \sqrt{\sum_{t=1}^n Z_{t-1}^2}} \quad (2.3)$$

dimana

$$\hat{\phi} = \frac{\sum_{t=1}^n Z_{t-1} Z_t}{\sum_{t=1}^n Z_{t-1}^2} \text{ dan } \hat{\sigma} = \frac{\sum_{t=1}^n (Z_t - \hat{\phi} Z_{t-1})^2}{n-1}$$

Uji DF menggunakan asumsi bahwa tidak ada korelasi antar residual. Namun, sangat dimungkinkan bahwa terdapat korelasi antar residual. Sehingga uji DF dikembangkan menjadi uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF). Secara spesifik, uji ADF mengikuti estimasi regresi sebagai berikut:

$$Z_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Z_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i Z_{t-i} + a_t \quad (2.4)$$

dimana m merupakan panjang lag yang digunakan dalam model. Uji ADF memiliki hipotesis sebagai berikut:

$$H_0 : \delta = 0 \text{ (data tidak stasioner)}$$

$$H_1 : \delta < 0 \text{ (data stasioner)}$$

dengan stastistik uji:

$$\tau = \frac{\hat{\delta}}{SE(\hat{\delta})} \quad (2.5)$$

dimana $\hat{\delta}$ adalah estimasi *least-square* dari δ . Daerah kritis atau tolak H_0 jika $|\tau| > \tau_\alpha$ yang berarti data telah stasioner dalam *mean*. Hasil pengujian ADF juga dapat dilihat pada nilai *p - value*, dimana jika *p - value* lebih kecil dari taraf signifikansi α (*p - value* < α), maka tolak H_0 .

Menemukan data yang stasioner dalam rata-rata memang tidak mudah, karena terdapat banyak faktor yang mempengaruhi pergerakan sebuah data. Dalam mengatasi sebuah data yang tidak stasioner dalam rata-rata, dapat dilakukan *differencing* antar pengamatan. Proses *differencing* tersebut dapat dirumuskan dalam persamaan sebagai berikut:

$$\Delta Z_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Z_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Z_{t-i} + a_t \quad (2.6)$$

dimana ΔZ_{t-i} merupakan hasil diferensiasi data pada periode ke- t dengan $\Delta Z_{t-1} = Z_{t-1} - Z_{t-2}$ $\Delta Z_{t-2} = Z_{t-2} - Z_{t-3}$ dan seterusnya (Gujarati, 2004).

2.7 Matrix Autocorelation Function (MACF)

Autokorelasi merupakan hubungan antara dua variabel atau lebih yang serupa namun memiliki perbedaan dalam hal waktu. Jika terdapat suatu vektor runtun waktu (*time series*) sebanyak n buah pengamatan, yaitu $\{Y_1, Y_2, \dots, Y_n\}$, maka persamaan matriks fungsi korelasi sampel dinyatakan dengan

$$\hat{\rho}(k) = [\hat{\rho}_{ij}(k)] \quad (2.7)$$

dengan $\hat{\rho}_{ij}(k)$ adalah korelasi silang sampel untuk komponen deret ke- i dan ke- j yang dirumuskan dalam persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\hat{\rho}_{ij}(k) &= \frac{cov_{X_i X_j}}{\sqrt{var X_i} \sqrt{var X_j}} \\ &= \frac{\sum_{t=1}^n (X_{i,t} - \bar{X}_i)(X_{j,t} - \bar{X}_j)}{n-1} \\ &= \frac{\sum_{t=1}^n (X_{i,t} - \bar{X}_i)(X_{j,t+k} - \bar{X}_j)}{[\sum_{t=1}^n (X_{i,t} - \bar{X}_i)^2 \sum_{t=1}^n (X_{j,t} - \bar{X}_j)^2]^{1/2}}\end{aligned}\quad (2.8)$$

sehingga diperoleh:

$$\hat{\rho}_{ij}(k) = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (X_{i,t} - \bar{X}_i)(X_{j,t+k} - \bar{X}_j)}{[\sum_{t=1}^n (X_{i,t} - \bar{X}_i)^2 \sum_{t=1}^n (X_{j,t} - \bar{X}_j)^2]^{1/2}} \quad (2.9)$$

dengan,

- $\hat{\rho}_{ij}(k)$: koefisien autokorelasi
- $X_{i,t}$: nilai variabel X_i pada waktu ke- t
- $X_{j,t}$: nilai variabel X_j pada waktu ke- t
- n : jumlah data
- t : waktu pengamatan

X_i dan X_j diasumsikan stasioner terhadap rata-rata maupun variansinya dan \bar{X}_i, \bar{X}_j adalah rata-rata sampel dari komponen deret yang bersesuaian. Fungsi matriks korelasi digunakan dalam mengidentifikasi atau menentukan batas orde dari MA. Nilai MACF dapat dinotasikan dalam bentuk simbol (+), (-), dan (·) pada posisi matriks korelasi sampel (i, j). Simbol (+) menotasikan nilai yang kurang dari 2 kali standar *error* dan menunjukkan adanya hubungan korelasi positif. Simbol (-) menotasikan nilai yang kurang dari -2 kali standar *error* atau adanya hubungan korelasi negatif. Simbol (·) menotasikan nilai yang berada di antara ± 2 kali standar *error* yang artinya tidak terdapat hubungan korelasi. *Standar error* bernilai $\frac{1}{\sqrt{n}}$ dengan n banyaknya observasi yang efektif (Wei, 2006).

2.8 Matrix Partial Autocorrelation Function (MPACF)

Persamaan *partial autocorrelation function* (PACF) digunakan dalam menentukan orde AR pada univariat *time series*. Generalisasi konsep PACF ke dalam vektor *time series* dilakukan oleh Tiao & Box (1981) dalam Wei (2006). Matriks fungsi autokorelasi parsial pada lag ke- s dinotasikan dengan $P(s)$, sebagai koefisien matriks terakhir ketika data diterapkan ke dalam suatu proses *vector autoregressive* dari orde s . MPACF didefinisikan sebagai berikut:

$$P(s) = \begin{cases} \Gamma'(1)[\Gamma(0)]^{-1}, & s = 1 \\ \{\Gamma'(s) - c'(s)[A(s)]^{-1}b(s)\} \{\Gamma'(0) - b'(s)[A(s)]^{-1}b(s)\}^{-1}, & s > 1 \end{cases} \quad (2.10)$$

untuk $s \geq 2$, maka nilai $A(s)$, $b(s)$, dan $c(s)$ adalah sebagai berikut:

$$A(s) = \begin{bmatrix} \Gamma(0) & \Gamma'(1) & \cdots & \Gamma'(s-2) \\ \Gamma(1) & \Gamma(0) & \cdots & \Gamma'(s-3) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \Gamma(s-2) & \Gamma(s-3) & \cdots & \Gamma(0) \end{bmatrix} \quad (2.11)$$

$$b(s) = \begin{bmatrix} \Gamma'(s-1) \\ \Gamma'(s-2) \\ \vdots \\ \Gamma'(1) \end{bmatrix}, c(s) = \begin{bmatrix} \Gamma(1) \\ \Gamma(2) \\ \vdots \\ \Gamma(s-1) \end{bmatrix}$$

Tiao & Box juga mendefinisikan nilai MPACF dengan menotasikan nilai-nilai MPACF dalam bentuk simbol (+), (-), dan (·) pada posisi matriks korelasi sampel (i, j) seperti pada MACF (Wei, 2006).

2.9 Akaike's Information Criterion (AIC)

Selain mengidentifikasi plot MACF dan MPACF, dapat digunakan pula nilai *Akaike's Information Criterion* (AIC) dalam menentukan orde VARMA. Penentuan orde VARMA dilakukan dengan membandingkan nilai AIC dan memilih nilai yang paling minimum. Persamaan dari kriteria AIC dirumuskan sebagai berikut (Box dkk., 2016):

$$AIC_{p+q} = \ln\{|\tilde{\Sigma}_{(p+q)}|\} + \frac{2k^2(p+q)}{N} \quad (2.12)$$

dimana $\tilde{\Sigma}_{p+q}$ adalah estimasi *maximum likelihood* dari matriks kovarians residual Σ , p adalah orde AR, q adalah orde MA, dan N adalah jumlah data.

2.10 Estimasi Parameter dan Pengujian Signifikansi Parameter

Maximum Likelihood Estimation merupakan metode yang digunakan dalam mengestimasi parameter dari model yang telah didapatkan. Estimasi parameter pada penelitian ini menggunakan MLE dengan asumsi normalitas. Jika diberikan pengamatan Z_1, \dots, Z_N , estimasi parameter dari model VARMA (p, q) model dengan $\Phi(B)Z_t = \Theta(B)a_t$ didefinisikan sebagai berikut (Box dkk., 2016):

$$L = |\Sigma|^{-N/2} |\Omega|^{-1/2} |D|^{-1/2} \exp \left\{ -\left(\frac{1}{2}\right) \left[\sum_{t=1}^N \hat{a}_t' \Sigma^{-1} \hat{a}_t + \hat{a}_* \Omega^{-1} \hat{a}_* \right] \right\} \quad (2.13)$$

dimana $a_* = (Z'_{1-p}, \dots, Z'_0, a'_{1-q}, \dots, a'_0)'$ menunjukkan vektor nilai *presample*, $\hat{a}_* = E[a_* | Z_1, \dots, Z_N]$ merepresentasikan *conditional expectation* dari a_* , $\Omega = \text{cov}[a_*]$ menunjukkan matriks kovarians dari a_* , dan $D^{-1} = \text{cov}[a_* - \hat{a}_*]$. Sedangkan \hat{a}_t didefinisikan sebagai berikut:

$$\hat{a}_t = Z_t - \sum_{j=1}^p \Phi_j Z_{t-j} + \sum_{j=1}^q \Theta_j \hat{a}_{t-j} \quad (2.14)$$

dengan $t = 1, 2, \dots, N$ dan nilai *presample* merupakan nilai estimasi dari \hat{Z}_t dengan $t = 1 - p, \dots, 0$, dan \hat{a}_t dengan $t = 1 - q, \dots, 0$. Estimasi parameter yang telah diperoleh akan diuji kelayakannya dengan menggunakan distribusi t atau t -test dengan persamaan pada model *Vector Autoregressive* (VAR) sebagai berikut:

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\phi}_{i,j}}{SE(\hat{\phi}_{i,j})} \quad (2.15)$$

kemudian, untuk model *Vector Moving Average* (VMA) sebagai berikut.

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\theta}_{i,j}}{SE(\hat{\theta}_{i,j})} \quad (2.16)$$

dengan:

- $\hat{\phi}_{i,j}$: nilai taksiran dari parameter $\phi_{i,j}$
- $\hat{\theta}_{i,j}$: nilai taksiran dari parameter $\theta_{(i,j)}$
- $SE(\hat{\phi}_{i,j})$: standard error dari nilai taksiran $\hat{\phi}_{i,j}$
- $SE(\hat{\theta}_{i,j})$: standard error dari nilai taksiran $\hat{\theta}_{i,j}$.

Apabila ditetapkan taraf signifikan α , maka tolak dugaan awal bahwa parameter tidak signifikan apabila diperoleh $|t_{hitung}| > t_{\frac{\alpha}{2}, df, (n-p-1)}$ atau $p - value < \alpha$, dengan n banyaknya pengamatan dengan k adalah banyaknya parameter (Panjaitan dkk., 2008).

2.11 Uji Asumsi Residual Model

Uji asumsi residual model dilakukan setelah didapatkan model dengan parameter yang signifikan dengan tujuan untuk memastikan sudah tidak terdapat model lain. Uji asumsi residual dilakukan dengan dua tahap, pertama dilakukan uji *white noise* dan yang kedua uji normalitas. Penjelasan dari kedua pengujian adalah sebagai berikut:

2.11.1 Uji White Noise

Pengujian residual pertama yang dilakukan dalam analisis runtun waktu adalah pengujian *white noise*. Uji *white noise* digunakan untuk menguji ada tidaknya korelasi antar residual dengan *mean* sama dengan nol dan memiliki varians yang konstan. Statistik uji untuk yang digunakan dalam uji *white noise* adalah uji *Ljung Box-Pierce* dengan hipotesis sebagai berikut:

$H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0$ (residual *white noise*)

H_1 : minimal ada satu nilai $\rho_k \neq 0; k = 1, 2, \dots, k$ (residual tidak *white noise*)

dengan statistik uji sebagai berikut:

$$Q_k(m) = T^2 \sum_{\ell=1}^m \frac{1}{T-\ell} \text{tr}(\hat{\Gamma}_\ell'' \hat{\Gamma}_0^{-1} \hat{\Gamma}_\ell \hat{\Gamma}_0^{-1}) \quad (2.17)$$

dengan,

T : banyaknya data

m : banyaknya *lag* yang diuji

$\hat{\Gamma}_\ell$: estimasi autokorelasi residual

tr : penjumlahan diagonal utama.

Kriteria dari pengambilan keputusan yaitu gagal tolak H_0 apabila $Q_k(m) < \chi^2$ atau $p - value < \alpha$, yang artinya residual memenuhi syarat *white noise* dan menunjukkan bahwa barisan *error* tidak memiliki autokorelasi (Tsay, 2010).

2.11.2 Uji Normalitas Residual

Uji asumsi yang harus dipenuhi selain uji autokorelasi (*white noise*) adalah uji normalitas residual. Dalam penelitian dengan data multivariat, uji normalitas dilakukan dengan menggunakan uji *jarque bera* (*JB test*) dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : residual data berdistribusi normal

H_1 : residual data tidak berdistribusi normal

Sedangkan untuk statistik uji *jarque bera* dirumuskan sebagai berikut:

$$JB = n \left[\frac{S^2}{6} + \frac{(K-3)^2}{24} \right] \quad (2.18)$$

dengan,

S : *skewness*

K : kurtosis

n : jumlah data pengamatan

Jika hasil nilai dari uji *jarque bera* lebih besar daripada $\chi^2_{(\alpha, 2)}$, $JB > \chi^2_{(\alpha, 2)}$ maka Tolak H_0 atau data tidak berdistribusi normal. Dapat dilihat juga melalui nilai $p - value$, dimana jika $p - value < \alpha$ artinya Tolak H_0 (Gujarati & Porter, 2009).

2.12 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Selanjutnya, dilakukan evaluasi untuk mengukur kesalahan nilai estimasi model menggunakan kriteria *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Persamaan MAPE yang digunakan antara lain sebagai berikut.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right| \times 100\% \quad (2.23)$$

dengan,

X_t : data aktual periode ke- t

F_t : peramalan periode ke- t

n : banyaknya data

Suatu model mempunyai kinerja sangat baik jika nilai MAPE berada di bawah 10%, dan mempunyai kinerja yang baik apabila nilai MAPE berada di antara 10% dan 20% (Zainun dan Majid, 2003).

2.13 Uji Heteroskedastisitas Residual

Uji heteroskedastisitas residual digunakan untuk menguji kehomogenan ragam dari residual. Untuk menguji hal tersebut, dapat menggunakan Uji *Lagrange Multiplier* (LM Test). Uji *Lagrange Multiplier* (LM) digunakan untuk menguji adanya unsur *heteroskedasticity* (volatilitas dinamik). Uji juga dapat digunakan untuk mendeteksi adanya proses ARCH/GARCH dengan cara meregresikan kuadrat dari residual model. Hipotesis untuk uji Lagrange Multiplier diberikan sebagai berikut.

$H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_m = 0$, (varians residual sama)

H_1 : minimal ada satu nilai $\sigma_t^2 \neq 0$, untuk $t = 1, 2, \dots, n$ (varians residual tidak sama)

Statistik uji untuk *Lagrange Multiplier Test* yaitu,

$$F = \frac{(SSR_0 - SSR_1)/m}{SSR_1/(T - 2m - 1)} \quad (2.19)$$

dimana

$$SSR_0 = \sum_{t=m+1}^T (\alpha_t^2 - \bar{\omega})^2$$

dan

$$SSR_1 = \sum_{t=m+1}^T \hat{\epsilon}_t^2$$

dengan $\bar{\omega} = \left(\frac{1}{T}\right)$ dan $\sum_{t=1}^T \alpha_t^2$ adalah rata-rata sampel dari α_t^2 , serta $\hat{\epsilon}_t$ adalah residual *least-square* dari prior linear regresi. Dari statistika uji tersebut, jika nilai $F > \chi_m^2(\alpha)$ atau $p - value < \alpha$, maka keputusan dari uji adalah Tolak H_0 yang menunjukkan varians residual tidak sama atau bersifat *heteroskedasticity* (Tsay, 2010).

2.14 Model Multivariate Time Series

Analisis *multivariate time series* pada umumnya digunakan untuk memodelkan dan menjelaskan interaksi serta pergerakan di antara sejumlah variabel *time series*. Dalam analisis *time series multivariate* terdapat beberapa model yang dapat digunakan. Pada penelitian ini digunakan model *Vector Autoregressive Moving Average* (VARMA) dalam pemodelan *multivariate time series*. Persamaan dari model VARMA dapat dijelaskan sebagai berikut:

2.14.1 Model VARMA (p, 0) / VAR (p)

Pemodelan deret waktu dengan menggunakan *vector autoregressive* adalah salah satu model peramalan untuk data deret waktu multivariat yang sering digunakan karena mudah dan fleksibel jika dibandingkan dengan model lainnya. Model *vector autoregressive* (VAR) merupakan pengembangan dari model AR dengan melibatkan lebih satu variabel, dimana pada model VAR ini semua variabel dianggap sebagai variabel endogen dan saling berhubungan,. Secara umum model VAR(p) dapat ditulis sebagai berikut (Wei, 2006):

$$\dot{\mathbf{Z}}_t = \Phi_1 \dot{\mathbf{Z}}_{t-1} + \dots + \Phi_p \dot{\mathbf{Z}}_{t-p} + \mathbf{a}_t \quad (2.20)$$

dengan:

- $\dot{\mathbf{Z}}_t$: $(Z_{1,t}, Z_{2,t}, \dots, Z_{N,t})^T$ merupakan vektor Z_t yang berukuran $k \times 1$ dan berisi k variabel yang masuk dalam model *vector autoregressive* (VAR)
- Φ_i : Matriks parameter *Autoregressive* berukuran $(k \times k)$, $i = 1, 2, \dots, p$
- \mathbf{a}_t : $(a_{1,t}, a_{2,t}, \dots, a_{N,t})^T$ merupakan vektor *error* yang berukuran $k \times 1$

2.14.2 Model VARMA (0, q) / VAR (q)

Menurut Wei (2006), persamaan *vector moving average* (VMA) dirumuskan sebagai berikut.

$$\dot{\mathbf{Z}}_t = \mathbf{a}_t - \Theta_1 \dot{\mathbf{Z}}_{t-1} - \dots - \Theta_q \dot{\mathbf{Z}}_{t-q} \quad (2.21)$$

dengan,

- $\dot{\mathbf{Z}}_t$: $(Z_{1,t}, Z_{2,t}, \dots, Z_{N,t})^T$ merupakan vektor Z_t yang berukuran $k \times 1$ dan berisi k variabel yang masuk dalam model *vector moving average* (VMA)
- Θ_i : matriks parameter *Moving Autoregressive* berukuran $(k \times k)$, $i = 1, 2, \dots, q$
- \mathbf{a}_t : $(a_{1,t}, a_{2,t}, \dots, a_{k,t})^T$ merupakan vektor *error* yang berukuran $k \times 1$ dan diasumsikan sebagai multivariat normal dengan $E(\mu_t) = 0$

2.14.3 Model Vector Autoregressive Moving Average (VARMA) (p, q)

Model *Vector Autoregressive Moving Average* (VARMA) merupakan gabungan dari *Vector Autoregressive* (VAR) dengan *Vector Moving Average* (VMA). Model VARMA secara umum dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut (Wei, 2006).

$$\Phi_p(B) \dot{\mathbf{Z}}_t = \Theta_q(B) \mathbf{a}_t \quad (2.22)$$

dimana,

$$\Phi_p(B) = 1 - \Phi_1 B - \dots - \Phi_p B^p \quad (2.23)$$

dan

$$\Theta_q(B) = 1 - \Theta_1(B) - \dots - \Theta_q B^q \quad (2.24)$$

Jika diasumsikan bahwa rangkaian ini sebagian *vector autoregressive* (VAR) dan sebagian *vector moving average* (VMA), maka model deret waktu yang cukup umum yaitu:

$$\dot{\mathbf{Z}}_t = \Phi_1 \dot{\mathbf{Z}}_{t-1} + \dots + \Phi_p \dot{\mathbf{Z}}_{t-p} + \mathbf{a}_t - \Theta_1 \mathbf{a}_{t-1} - \dots - \Theta_q \mathbf{a}_{t-q} \quad (2.25)$$

dengan,

- $\dot{\mathbf{Z}}_t$: $(Z_{1,t}, Z_{2,t}, \dots, Z_{N,t})^T$ merupakan vektor Z_t yang berukuran $k \times 1$ berisi k variabel yang masuk dalam model *vector autoregressive* (VAR)
- \mathbf{a}_t : $(a_{1,t}, a_{2,t}, \dots, a_{k,t})^T$ merupakan vektor *error* yang berukuran $k \times 1$
- Φ_i : matriks parameter koefisien VAR ke- i dengan $i = 1, 2, \dots, p$ berukuran $(k \times k)$
- Θ_j : matriks parameter VMA ke- j dengan $j = 1, 2, \dots, q$
- B : *backshift operator*

2.15 Model *Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity* (GARCH)

Efek heteroskedastisitas pada data dapat di atasi dengan pemodelan ARCH/GARCH. Model *Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (ARCH) diperkenalkan oleh Engle pada tahun 1982. Model ARCH(q) dibentuk karena adanya pengaruh kuadrat residual dimasa lalu (σ_{t-1}^2) terhadap varians bersyarat pada waktu saat ini (σ_t^2) yang dapat dirumuskan sebagai berikut (Bollerslev, 1992):

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_q \varepsilon_{t-q}^2 \quad (2.26)$$

atau dapat disederhanakan sebagai berikut.

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 \quad (2.27)$$

dengan $\omega > 0$, $\alpha_i \geq 0$.

Model *Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity* (GARCH) yang dikembangkan oleh Bollerslev (1986) merupakan pengembangan dari model ARCH. Model GARCH dibangun untuk menghindari ordo yang terlalu tinggi pada model ARCH dengan berdasar pada prinsip *parsimony* atau memilih model yang lebih sederhana. Misalkan $\varepsilon_t = X_t - \mu_t$. Maka ε_t dikatakan mengikuti model ARCH/GARCH (p, q) jika

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p \varepsilon_{t-p}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \dots + \beta_q \sigma_{t-q}^2 \quad (2.28)$$

dan dapat disederhanakan sebagai berikut:

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (2.29)$$

dengan,

$$\varepsilon_t = \sigma_t X_t \quad (2.30)$$

dimana σ_t^2 : variansi dari residual pada waktu t , α_0 : komponen konstanta, α_i : parameter dari ARCH, $\alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2$: kuadrat dari residual pada waktu $t - i$, β_j : parameter dari GARCH, σ_{t-j}^2 : variansi dari residual pada saat $t - j$ (Bollerslev, 1992).

2.16 Uji *Kausalitas Granger*

Uji Kausalitas Granger adalah metode yang digunakan dalam menganalisis hubungan kausalitas antar variabel yang diamati, apakah suatu variabel mempunyai hubungan dua arah (saling mempengaruhi), mempunyai hubungan satu arah saja atau bahkan tidak ada hubungan antar variabel tersebut. Untuk melakukan pengujian terhadap hipotesis digunakan uji F dengan tahapan pengujian sebagai berikut (Gujarati & Porter, 2009):

H_0 : variabel satu tidak berpengaruh terhadap variabel lain

H_1 : variabel satu berpengaruh terhadap variabel lain

Pengujian Kausalitas Granger menggunakan statistik uji F sebagai berikut:

$$F_{hitung} = \frac{\left(\frac{RSS_R - RSS_{UR}}{m} \right)}{\frac{RSS_{UR}}{(n - k)}} \quad (2.31)$$

$$RSS_R = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_I)^2 \quad (2.32)$$

$$RSS_{UR} = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_{IUR})^2 \quad (2.33)$$

dengan:

RSS_R : jumlah residual kuadrat restricted (*sum square error* terbatas)

RSS_{UR} : jumlah residual kuadrat unrestricted (*sum square error* tidak terbatas)

m : banyak *lag*

n : banyak data pengamatan

k : banyak parameter yang diestimasi pada model

Uji yang digunakan untuk pengambilan keputusan adalah uji F dengan keputusan: tolak H_0 jika $F_{hitung} > F_{(a,p,n-k)}$ atau $p_{value} < \alpha$. Sehingga variabel satu berpengaruh terhadap variabel lain.

2.17 Value at Risk (VaR)

Menurut Sunaryo (2009), *Value at Risk (VaR)* merupakan suatu kerugian yang dapat ditoleransi dengan tingkat kepercayaan (keamanan) tertentu. *Value at Risk* juga dapat diartikan sebagai estimasi kerugian maksimum yang dapat dialami oleh seorang investor pada periode waktu tertentu dan tingkat kepercayaan (keamanan) tertentu. Sehingga, terdapat kemungkinan kerugian yang nantinya akan diperoleh oleh investor akan lebih rendah atau lebih tinggi dari limit risiko yang dibentuk dari *Value at Risk*.

Nilai VaR dihitung dalam kondisi pasar tertentu dengan tingkat risiko tertentu dalam jangka waktu tertentu. Estimasi VaR biasanya menggunakan metode standar yang mengasumsikan bahwa data *return* memiliki satu variabel dan berdistribusi normal dengan rata-rata μ dan standar deviasi σ . Namun, untuk data yang tidak berdistribusi normal dapat dirumuskan dengan metode *Cornish-Fisher*. Sehingga persamaan yang digunakan untuk menentukan VaR pada derajat kebebasan $100(1 - \alpha)\%$ adalah sebagai berikut (Powell dkk., 2018):

$$VaR_{CF\alpha(x)} = \mu + \sigma Z_{CF(1-\alpha)} \quad (2.32)$$

dengan Z_{CF} merupakan modifikasi dari nilai Z yang mempertimbangkan *skewness* dan kurtosis yang mengikuti persamaan sebagai berikut:

$$Z_{CF} = \left(Z + \frac{1}{6}(Z^2 - 1)S + \frac{1}{24}(Z^3 - 3)K - \frac{1}{36}(2Z^3 - 5)S^2 \right) \quad (2.32)$$

estimasi risiko hanya dengan VaR hanya dapat menyatakan kerugian atau risiko yang mungkin didapatkan oleh investor, namun tidak dapat memberikan kemungkinan besar kerugian yang benar-benar akan terjadi dan tidak bisa secara pasti memberikan kemungkinan paling buruk dari sebuah investasi (Jorion, 2000).

2.18 Expected Shortfall (ES)

Expected Shortfall (ES) dikembangkan oleh Artzner dkk. (1999) untuk mengurangi masalah yang melekat pada *Value at Risk (VaR)*. ES merupakan metode lain untuk mengukur ekspektasi kerugian bersyarat maksimum yang melebihi VaR pada derajat kebebasan $100(1 - \alpha)\%$ dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} ES_{\alpha}^t(X) &= E[X|X \leq VaR_{\alpha}(X)] \\ &= -\frac{1}{\alpha} \int_{-\infty}^{-VaR_{\alpha}} xf(x)dx \\ ES_{\alpha}^t(X) &= -\mu_t + \sigma_t \frac{\phi(z_1 - \alpha)}{\alpha} \end{aligned} \quad (2.33)$$

dimana ϕ adalah *standard normal density function* (Sukono dkk., 2019).

Dalam perhitungan di bidang keuangan terdapat kasus di mana distribusi data tidak normal atau menunjukkan penyimpangan dari normalitas, dimana data memiliki kemencengan atau kecondongan dan keruncingan yang berlebih. Oleh karena itu, untuk memperkirakan VaR

dan ES, ekspansi *Cornish-Fisher* akan digunakan untuk mendapatkan formula berikut ini (Sukono dkk., 2019) :

$$F_{CF}^{-1}(a) = \phi^{-1}(a) + \frac{\zeta}{6} (|\phi^{-1}(a)|^2 - 1) + \frac{k-3}{24} (|\phi^{-1}(a)|^3 - 3\phi^{-1}(a)) - \frac{\zeta^2}{36} (2|\phi^{-1}(a)|^3 - 5\phi^{-1}(a)) \quad (2.34)$$

Sehingga Persamaan 2.31 dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$ES_{\alpha}^t(X) = -\hat{\mu}_t + \frac{\hat{\sigma}_t}{\alpha\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(F_{CF}^{-1}(a))^2}{2}} \quad (2.35)$$

dengan:

ES_{α}^t : nilai *expected shortfall* pada waktu ke- t dengan tingkat kepercayaan α

$\hat{\mu}_t$: taksiran rata-rata dari *return* pada waktu ke- t

$F^{-1}(\alpha)$: kuantil α dari distribusi normal

$\hat{\sigma}_t$: varians dari *return* pada waktu ke- t

BAB III METODOLOGI

Pada bab ini akan dibahas mengenai sumber data, variabel penelitian, langkah analisis, diagram alir penelitian, dan jadwal penelitian yang akan dilakukan pada penelitian ini.

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari www.yahoofinance.com. Data tersebut berupa *historical data* dari tiga saham sektor perbankan Indonesia, yaitu saham PT. Bank Central Asia Tbk dengan kode saham BBCA, saham PT. Bank Rakyat Indonesia (Persero) Tbk dengan kode saham BBRI, dan saham PT. Bank Mandiri (Persero) Tbk dengan kode saham BMRI. Jenis data yang digunakan adalah data harian (*daily*) dari penutupan harga saham dengan periode selama 5 tahun, yaitu dari 2 Januari 2017 hingga 30 Desember 2021 dengan jumlah data sebanyak 1261 data dari masing-masing saham.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini berupa *return* harian dari saham BBCA, BBRI, dan BMRI sejak 2 Januari 2017 hingga 30 Desember 2021 yang dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

Variabel	Nama Variabel	Keterangan	Skala
X_1	BBCA	<i>Return</i> Saham PT. Bank Cetral Asia Tbk	Rasio
X_2	BBRI	<i>Return</i> Saham PT. Bank Rakyat Indonesia (Persero) Tbk	Rasio
X_3	BMRI	<i>Return</i> Saham PT. Bank Mandiri (Persero) Tbk	Rasio

Dari variabel penelitian di atas ditunjukkan juga struktur data pada penelitian ini seperti pada **Tabel 3.2** sebagai berikut.

Tabel 3.2 Struktur Data Penelitian

Saham	Tanggal	t	Harga Penutupan Saham	<i>Return</i>
PT. Bank Cetral Asia Tbk	3/1/2017	1	$P_{1,1}$	$X_{1,1}$
	4/1/2017	2	$P_{1,2}$	$X_{1,2}$
	5/1/2017	3	$P_{1,3}$	$X_{1,3}$
	⋮	⋮	⋮	⋮
	28/12/2021	1259	$P_{1,1259}$	$X_{1,1259}$
	29/12/2021	1260	$P_{1,1260}$	$X_{1,1260}$
	30/12/2021	1261	$P_{1,1261}$	$X_{1,1261}$
PT. Bank Rakyat Indonesia (Persero) Tbk	3/1/2017	1	$P_{2,1}$	$X_{2,1}$
	4/1/2017	2	$P_{2,2}$	$X_{2,2}$
	5/1/2017	3	$P_{2,3}$	$X_{2,3}$
	⋮	⋮	⋮	⋮
	28/12/2021	1259	$P_{2,1259}$	$X_{2,1259}$
	29/12/2021	1260	$P_{2,1260}$	$X_{2,1260}$
	30/12/2021	1261	$P_{2,1261}$	$X_{2,1261}$

Tabel 3.2 Struktur Data Penelitian (Lanjutan)

Saham	Tanggal	t	Harga Penutupan Saham	Return
PT. Bank Mandiri (Persero) Tbk	3/1/2017	1	$P_{3,1}$	$X_{3,1}$
	4/1/2017	2	$P_{3,2}$	$X_{3,2}$
	5/1/2017	3	$P_{3,3}$	$X_{3,3}$
	⋮	⋮	⋮	⋮
	28/12/2021	1259	$P_{3,1259}$	$X_{3,1259}$
	29/12/2021	1260	$P_{3,1260}$	$X_{3,1260}$
	30/12/2021	1261	$P_{3,1261}$	$X_{3,1261}$

3.3 Langkah Analisis

Langkah-langkah analisis yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Tahap pertama yang dilakukan dalam penelitian adalah melakukan studi literatur, meliputi identifikasi masalah, pencarian pustaka serta referensi yang sesuai untuk menunjang topik dari penelitian yang dilakukan. Referensi yang digunakan bersumber dari jurnal ilmiah, *e-book*, dan artikel yang berisi informasi dan pengetahuan mengenai konsep investasi, perkembangan saham perbankan di Indonesia, konsep *Value at Risk*, *Expected Shortfall*, dan analisis multivariat *time series*.

2. Pengumpulan Data

Data yang digunakan adalah data *time series* berupa data *closing price* yang diperoleh dari *historical data* dari tiga saham sektor perbankan yaitu, saham BBKA, BBRI, dan BMRI. Data dikumpulkan melalui *website* www.yahoofinance.com berupa data harian dengan periode waktu dari 2 Januari 2017 hingga 30 Desember 2021.

3. *Preprocessing* Data

Setelah memperoleh data, dilakukan analisis pada data *closing price* dan dilakukan *preprocessing* data dengan menghilangkan *missing value* pada masing-masing saham dan mencocokkan periode waktu dari ketiga saham agar memiliki jumlah data dan periode waktu yang sama.

4. Perhitungan *Return* Saham

Tahap selanjutnya dilakukan perhitungan *return* dari data *closing price* pada masing-masing saham untuk digunakan sebagai variabel penelitian seperti yang terdapat pada Tabel 3.1. Perhitungan *return* saham ini menggunakan rumus pada Persamaan 2.1.

5. Melakukan Uji Stasioneritas pada Data

Dilakukan uji stasioneritas pada data *return* saham sektor perbankan untuk mengetahui apakah data telah stasioner dalam varians dan *mean*. Uji stasioneritas dalam varian dilakukan dengan menganalisis plot *time series* dari masing-masing saham. Selain itu, dilakukan pula analisis menggunakan ployt Box-Cox untuk mengetahui apakah data telah stasioner dalam varians. Sedangkan, uji stasioneritas dalam *mean* dilakukan dengan menggunakan uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF) dengan statistik uji seperti pada Persamaan 2.5. Dalam uji ADF digunakan taraf signifikansi sebesar 5%.

6. Identifikasi Model VARMA

Identifikasi model *Vector Autoregressive Moving Average* (VARMA) dilakukan dengan menganalisis plot *Matrix Autocorrelation Function* (MACF) dan *Matrix Partial Autocorrelation Function* (MPACF). Plot MACF digunakan untuk mengidentifikasi orde dari VMA, sedangkan plot MPACF digunakan untuk mengidentifikasi orde VAR. Jika dalam menganalisis plot MACF dan MPACF ditemukan kesulitan, maka akan dilakukan identifikasi dari orde yang paling sederhana hingga orde yang lebih tinggi. Dari beberapa

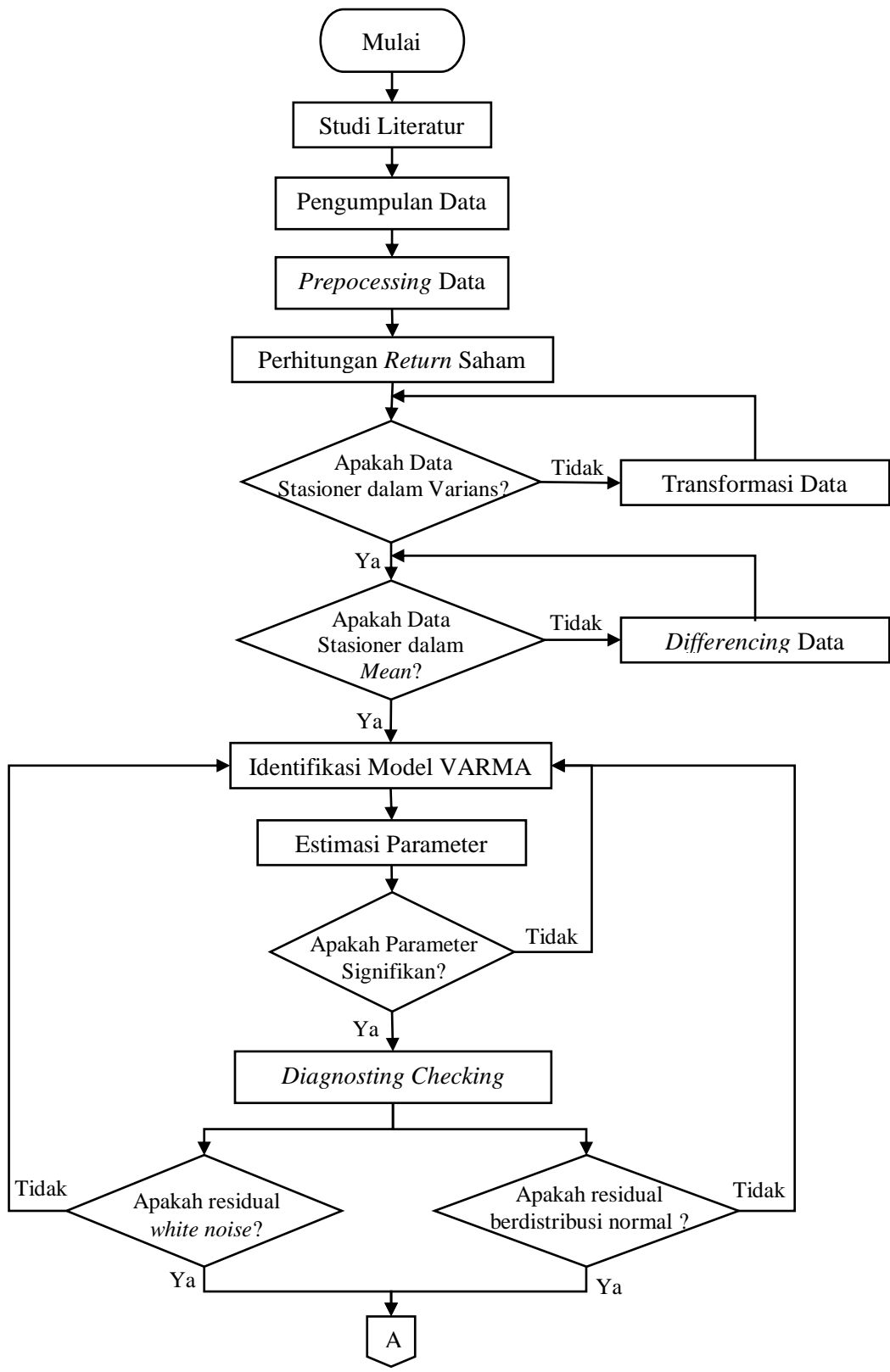
dugaan model VARMA tersebut akan dilakukan uji signifikansi parameter dan uji asumsi residual yang kemudian akan dipilih model terbaik.

7. **Estimasi Parameter dan Pengujian Signifikansi Parameter Model VARMA**
Model dugaan yang telah diperoleh kemudian dilakukan estimasi parameter menggunakan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Setelah didapatkan estimasi parameter dilakukan pengujian signifikansi parameter menggunakan uji-*T* seperti pada Persamaan 2.15 dan 2.16. Pengujian signifikansi parameter ini dilakukan untuk mengetahui apakah semua parameter telah signifikan terhadap model. Parameter yang akan digunakan dalam model VARMA hanya parameter yang signifikan ($p\text{-value} < 0,05$).
8. **Melakukan Uji Residual Model (Autokorelasi)**
Residual dari model yang telah didapatkan kemudian dilakukan uji *white noise* untuk mengetahui apakah terdapat autokorelasi antar residual. Statistik uji yang digunakan adalah uji *Ljung Box-Pierce* seperti pada Persamaan 2.17. Dalam pengujian ini diharapkan semua residual memenuhi asumsi *white noise* atau tidak terdapat autokorelasi antar residual. Jika residual tidak memenuhi asumsi *white noise* maka model dugaan VARMA tidak dapat digunakan.
9. **Melakukan Uji Normalitas Residual**
Uji normalitas residual dilakukan untuk menguji apakah residual telah memenuhi asumsi normalitas atau berdistribusi normal. Statistik uji yang digunakan adalah uji *Jarque Bera* seperti pada Persamaan 2.18. Selain itu, dilakukan pula analisis secara visual menggunakan QQ plot normalitas untuk mengetahui bentuk sebaran plot dari residual terhadap garis normalitas.
10. **Pemilihan Model VARMA Terbaik**
Dugaan model VARMA yang telah melewati uji signifikansi parameter, uji *white noise*, dan uji normalitas kemudian dilakukan pemilihan model VARMA terbaik berdasarkan nilai AIC. Model dengan nilai AIC terkecil akan terpilih menjadi model VARMA terbaik. Perhitungan nilai AIC sebagai kriteria dalam pemilihan model VARMA didasarkan pada Persamaan 2.12.
11. **Melakukan Uji Heteroskedastisitas Residual**
Setelah dilakukan uji asumsi, dilakukan pengujian terhadap efek heteroskedastisitas pada residual. Uji ini penting dilakukan untuk melihat apakah perlu dilakukan pemodelan GARCH pada residual. Jika tidak terdapat efek heteroskedastisitas, maka pemodelan GARCH tidak perlu dilakukan. Statistik uji yang digunakan untuk uji heteroskedastisitas adalah *Lagrange Multiplier (LM Test)* seperti pada Persamaan 2.19.
12. **Identifikasi model GARCH**
Jika uji heteroskedastisitas menunjukkan hasil bahwa residual terdapat efek heteroskedastisitas, maka dilanjutkan dengan pemodelan GARCH. Pemodelan GARCH dilakukan dengan mengidentifikasi dugaan model dari orde yang paling sederhana hingga orde yang lebih tinggi. Hal ini dilakukan jika analisis dalam plot ACF dan PACF terlalu sulit untuk digunakan dalam mengidentifikasi orde GARCH.
13. **Uji Asumsi Residual GARCH dan Pengujian Ulang Efek Heteroskedastisitas**
Setelah didapatkan dugaan model GARCH, dilakukan pengujian ulang terhadap residual, apakah residual masih memiliki efek heteroskedastisitas setelah pemodelan GARCH. Jika tidak terdapat efek heteroskedastisitas pada residual, maka tidak perlu melakukan pemodelan GARCH kembali dan dapat dilakukan uji asumsi pada residual model GARCH. Uji asumsi residual pada model GARCH menggunakan statistik uji yang sama dengan pengujian asumsi pada model VARMA. Dimana untuk uji *white noise* menggunakan uji *Ljung Box-Pierce* seperti pada Persamaan 2.17 dan untuk uji normalitas digunakan uji *Jarque Bera* seperti pada Persamaan 2.18.

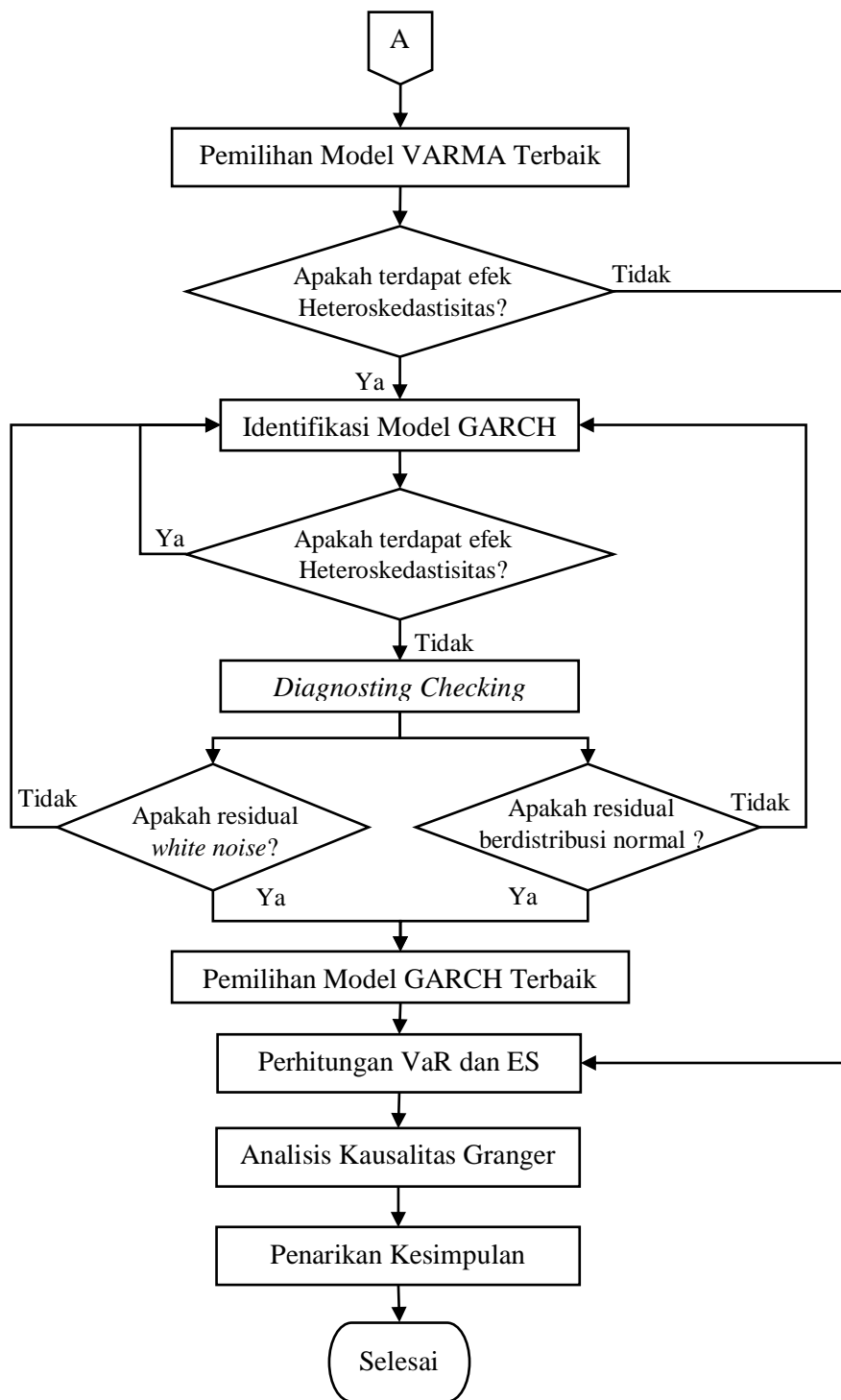
14. **Pemilihan Model GARCH Terbaik**
Setelah dilakukan identifikasi model dan pengujian asumsi residual, didapatkan beberapa model dugaan dari GARCH untuk tiga saham sektor perbankan. Dari model dugaan tersebut kemudian dilakukan pemilihan model terbaik berdasarkan nilai AIC terkecil. Perhitungan nilai AIC sebagai kriteria dalam pemilihan model GARCH didasarkan pada Persamaan 2.12.
15. **Perbandingan Model dan Data Actual serta Penghitungan Tingkat Akurasi Model**
Setelah diperoleh model VARMA-GARCH kemudian dilakukan perbandingan dengan data actual secara visualisasi. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah dugaan model memiliki pergerakan yang sama atau hampir sama dengan data aktual. Jika memiliki pergerakan yang sama, maka dapat diartikan bahwa dugaan model telah sesuai dan dapat digunakan. Selain itu, dalam memastikan hal tersebut dilakukan penghitungan tingkat akurasi model menggunakan MAPE pada masing-masing saham untuk melihat keakuratan atau seberapa besar tingkat kesalahan dugaan model.
16. **Melakukan Penghitungan *Value At Risk (Var)* dan *Expected Shortfall (ES)***
Dari model VARMA-GARCH pada masing-masing saham, diperoleh estimasi *fitted value* model yang nantinya akan digunakan dalam perhitungan estimasi risiko menggunakan VaR dan ES. Perhitungan nilai VaR menggunakan Persamaan 2.32, sedangkan perhitungan nilai ES menggunakan persamaan 2.35. Perhitungan estimasi risiko pada penelitian ini juga menggunakan tiga tingkat kepercayaan yaitu 90%, 95%, dan 99% yang kemudian dilakukan perbandingan hasil estimasi risiko dari tiga tingkat kepercayaan tersebut. Hasil estimasi risiko dari *fitted value model* akan dibandingkan dengan hasil estimasi risiko dari data empiris (data aktual) untuk mengetahui seberapa besar perbedaan dari keduanya.
17. **Melakukan Uji Kausalitas Granger**
Uji *Kausalitas Granger* digunakan dalam menganalisis hubungan kausalitas atau hubungan timbal balik antar variabel yang diamati, apakah suatu variabel mempunyai hubungan dua arah (saling mempengaruhi), satu arah atau bahkan tidak ada hubungan antar variabel tersebut. Uji Kausalitas Granger akan dilakukan pada masing-masing saham sektor perbankan. Statistik uji yang digunakan dalam uji Kausalitas Granger adalah uji-*F* seperti pada Persamaan 2.31.
18. **Menarik Kesimpulan**
Penarikan kesimpulan didasarkan pada hasil penelitian yang telah dilakukan guna menjawab rumusan masalah yang diangkat. Diberikan pula saran yang berisi hal-hal yang masih dapat dikerjakan dengan lebih baik dan dapat dikembangkan lebih lanjut untuk penelitian selanjutnya.

3.4 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir dalam penelitian “Analisis Risiko Saham Sektor Perbankan Menggunakan *Value at Risk* dan *Expected Shortfall* dengan Pendekatan VARMA-GARCH” selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian



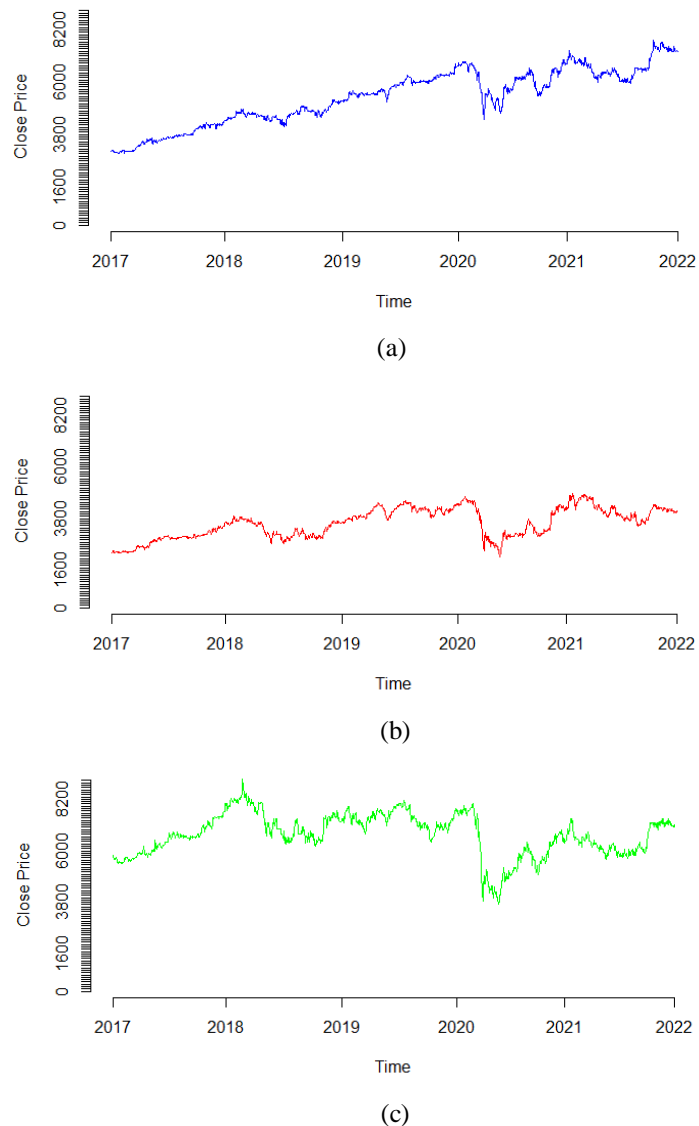
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan ditampilkan dan dijelaskan mengenai proses analisis dari langkah-langkah yang telah disusun dan memaparkan hasil analisis dalam bentuk gambar, grafik dan tabel untuk mempermudah pemahaman analisis yang dilakukan. Analisis risiko pada bab ini dilakukan pada saham BBCA, BBRI, dan BMRI menggunakan *Value at Risk* dan *Expected Shortfall* dengan pendekatan model VARMA-GARCH.

4.1 Gambaran Umum Objek Penelitian

Pada penelitian ini digunakan data harian dari saham BBCA, BBRI, dan BMRI selama 5 tahun, yaitu dari 2 Januari 2017 hingga 30 Desember 2021 dengan jumlah data sebanyak 1261 data dari masing-masing saham. Dari data tersebut digunakan data harga penutupan saham (*closing price*). Plot dari data *closing price* saham BBCA, BBRI, dan BMRI dapat dilihat pada Gambar 4.1.

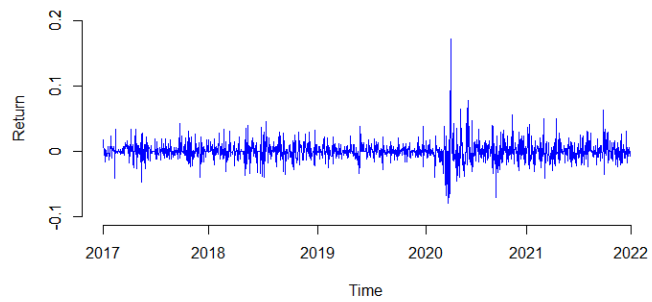


Gambar 4.1 Plot *Time Series* Harga Penutupan Saham: (a) BBCA (b) BBRI, dan (c) BMRI

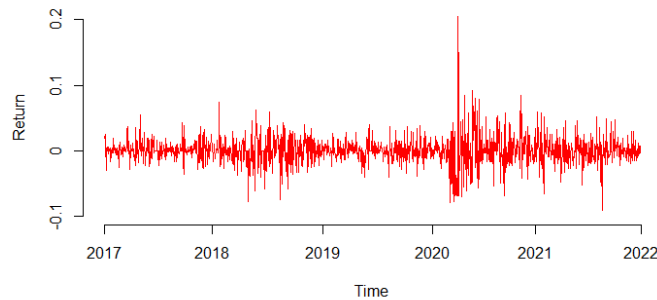
Berdasarkan Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa harga penutupan dari ketiga saham sektor perbankan terlihat memiliki pola yang hampir sama atau dapat dikatakan pola tersebut menunjukkan bahwa data mempunyai karakteristik yang hampir sama. Ketiga saham BBCA, BBRI, dan BMRI menunjukkan penurunan secara signifikan pada awal tahun hingga pertengahan tahun 2020 (Maret – Juli 2020). Seperti yang kita ketahui, pemerintah Indonesia secara resmi mengumumkan kasus pertama covid-19 pada 2 maret 2020 dan pada 10 Maret 2020 WHO mengumumkan bahwa covid-19 sebagai pandemi. Peristiwa tersebut mengguncang perekonomian dunia, termasuk Indonesia. Harga komoditas, pasar saham dan indikator makro ekonomi lainnya mengalami penurunan yang tajam. Perusahaan yang bergerak di bidang perbankan merupakan salah satu yang terkena dampak secara signifikan. Sejak awal tahun 2020 hingga awal Juli 2020 ketiga saham mengalami penurunan. Saham BBCA mengalami harga terendahnya pada 23 Maret 2020 di harga Rp 4430. Sedangkan saham BBRI dan BMRI sama-sama berada pada harga terendahnya pada 18 Mei 2020 di harga Rp 2170 dan Rp 3720.

Penurunan yang terjadi pada saham BBCA merupakan penurunan yang terkecil jika dibandingkan dengan saham lainnya. Seperti pada penelitian yang telah dilakukan oleh Lautania dkk pada November 2021, dimana mereka menganalisis dampak pandemi covid-19 terhadap harga saham sektor perbankan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada periode 30 hari pertama setelah diumumkannya kasus covid-19, penurunan tertinggi dimiliki oleh saham BMRI (-28,52%) diikuti oleh saham BBRI (-27,74%) dan BBCA (-17,12%). Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa harga saham BBCA mengalami peningkatan lebih awal dibandingkan dengan saham BBRI dan BMRI. Hal tersebut sesuai dengan pergerakan grafik masing-masing saham pada Gambar 4., dimana penurunan pada saham BBCA tidak terlalu tajam jika dibandingkan dengan saham BBRI dan BMRI. Dari grafik tersebut juga terlihat bahwa fluktuasi yang terjadi pada saham BBCA dapat dikatakan lebih stabil dibandingkan dengan kedua saham yang lain. Ini berarti saham BBCA menunjukkan *recovery* harga yang lebih baik, sehingga dapat disimpulkan pula bahwa tingkat kepercayaan investor pada saham BBCA lebih tinggi dibandingkan saham perbankan lainnya.

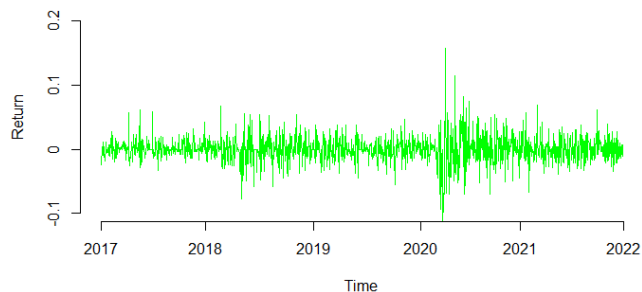
Dalam penelitian ini, harga penutupan (*closing price*) akan digunakan untuk menghitung nilai *return* dari masing-masing saham. Data *return* tersebut akan digunakan untuk analisis risiko menggunakan *Value at Risk* (VaR) dan *Expected Shortfall* (ES) dengan pendekatan VARMA-GARCH. Sebelum melakukan analisis, data *return* saham BBCA, BBRI, dan BMRI terlebih dahulu dilakukan analisis pola datanya dengan menggunakan plot *time series*. Plot *time series* dari *return* saham BBCA, BBRI, dan BMRI dapat dilihat pada Gambar 4.2. Berdasarkan Gambar 4.2 dapat dilihat bahwa pola grafik dari ketiga saham sektor perbankan berada disekitar garis (0,0), yang berarti data *return* saham stasioner terhadap rata-rata. Hal tersebut akan dibuktikan dengan uji stasioneritas dengan *Augmented Dickey Fuller Test* pada sub bab selanjutnya. Pada grafik *return* saham terlihat kenaikan yang cukup signifikan pada awal tahun hingga pertengahan tahun 2020 (Maret – Juli 2020). Hal ini sesuai dengan grafik *closing price* pada Gambar 4.1, dimana pada rentang data tersebut harga penutupan mengalami penurunan yang cukup signifikan. Ketika *closing price* dari suatu saham mengalami pergerakan baik penurunan maupun kenaikan yang signifikan, maka *return* dari saham tersebut juga akan mengalami kenaikan atau penurunan yang signifikan. Jika *closing price* mengalami penurunan yang tajam, maka *return* akan mengalami kenaikan yang tajam pula. Sehingga, pada penelitian ini *return* yang diperoleh pada awal tahun hingga pertengahan tahun 2020 (Maret – Juli 2020) akan mengalami kenaikan yang signifikan. Selain itu, pergerakan naik turunnya *return* saham atau volatilitas saham terlihat cukup tinggi, dimana pergerakan dari garis-garis yang menjauhi titik nol cukup banyak. Hal ini menunjukkan bahwa keragaman dari data *return* saham cukup tinggi sehingga dapat diduga bahwa terdapat indikasi heteroskedastisitas pada data yang nantinya dapat diselesaikan dengan pemodelan GARCH.



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.2 Plot *Time Series* Return Saham: (a) BBCA, (b) BBRI, dan (c) BMRI

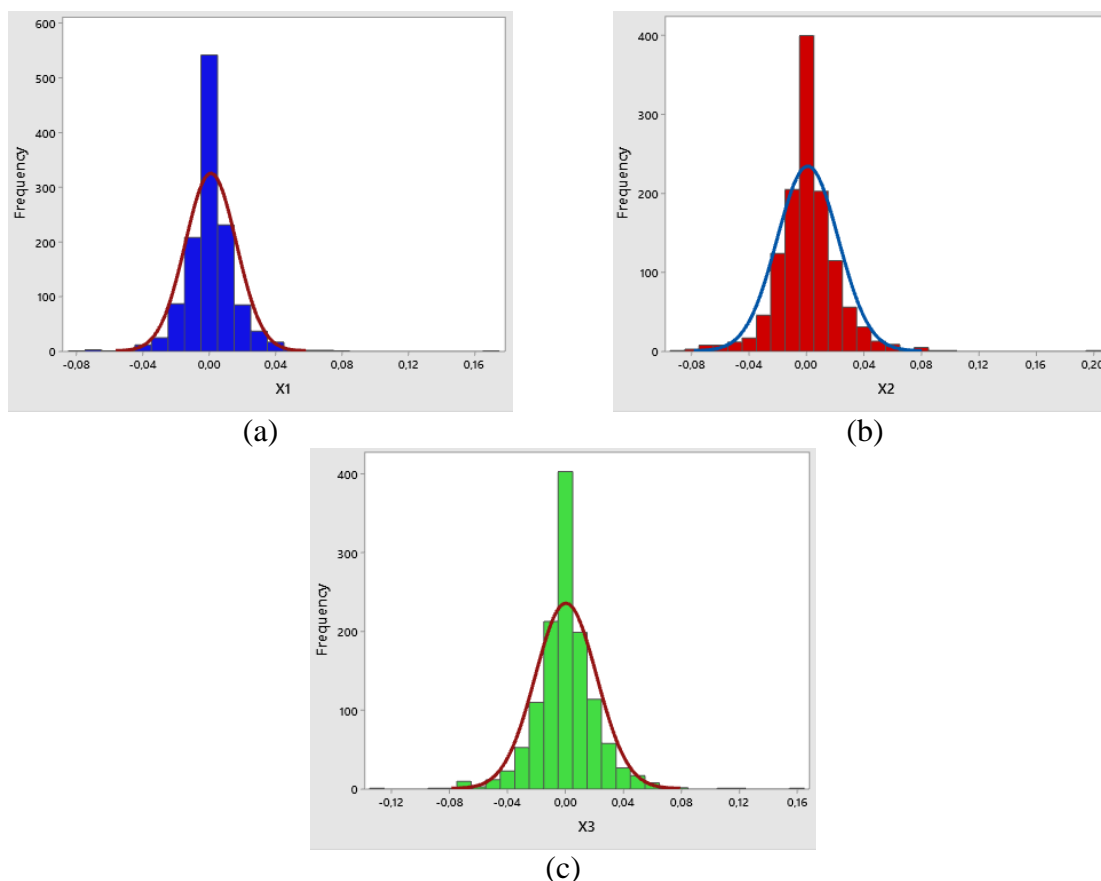
Sebelum melakukan pengujian dan analisis data lebih lanjut, dilakukan analisis deskriptif pada *return* saham BBCA, BBRI, dan BMRI. Analisis statistika atau statistika deskriptif pada sebuah data merupakan informasi statistik yang dimiliki oleh data dan berfungsi untuk memberikan gambaran dari objek yang diteliti sebagaimana adanya, mencakup rata-rata (*mean*), standar deviasi, varians, maksimum, minimum, *skewness*, kurtosis. Statistika deskriptif dari *return* saham BBCA, BBRI, dan BMRI dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Statistika Deskriptif Data *Return* Saham Sektor Perbankan

Statistik	BBCA_(x1)	BBRI_(x2)	BMRI_(x3)
Minimum	-0,07914	-0,09092	-0,12992
Maksimum	0,17333	0,20492	0,15803
Mean	0,00080	0,00068	0,00038
Standar Deviasi	0,01547	0,02142	0,02130
Varians	0,00024	0,00046	0,00045
Skewness	1,13067	0,71505	0,25385
Kurtosis	15,10370	8,83201	5,66706

Berdasarkan Tabel 4.1 didapatkan beberapa informasi diantaranya, *return* terendah dari ketiga saham dimiliki oleh saham BMRI dengan *return* sebesar -0,12992 dan *return* tertinggi dimiliki oleh saham BBRI dengan *return* sebesar 0,20492. Rata-rata dari *return* yang dimiliki oleh saham BBCA adalah 0,00080, rata-rata *return* saham BBRI adalah 0,00066, dan rata-rata *return* saham BMRI adalah 0,00038. Selain melalui nilai maksimum dan minimum, untuk mengukur penyebaran data juga dapat dilihat melalui nilai standar deviasi yang dimiliki oleh data. Nilai standar deviasi adalah nilai yang menunjukkan persebaran data pada suatu sampel dan melihat kedekatan data dengan nilai *mean*. Berdasarkan informasi pada Tabel 4.1, nilai standar deviasi dari *return* ketiga saham cukup tinggi jika dibandingkan dengan nilai rata-ratanya, artinya tingkat keragaman dari data cukup tinggi, dimana nilai standar deviasi tertinggi dimiliki oleh saham BBRI dengan nilai sebesar 0,02142 dan nilai standar deviasi terendah dimiliki oleh saham BBCA dengan nilai sebesar 0,01547.

Pada Tabel 4.1, dapat diketahui pula nilai *skewness* dan kurtosis dari ketiga saham, dimana kedua nilai tersebut digunakan untuk melihat bentuk distribusi dari data. Secara jelas distribusi dari sebuah data dapat dilihat pada Histogram data. Histogram dari masing-masing saham dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Histogram Data *Return* Saham: (a) BBCA, (b) BBRI, dan (c) BMRI

Berdasarkan Tabel 4.1, ketiga saham menunjukkan nilai *skewness* yang bernilai positif. Saham BBCA memiliki nilai *skewness* sebesar 1,12933, saham BBRI memiliki nilai *skewness* sebesar 0,71420, dan saham BMRI memiliki nilai *skewness* sebesar 0,25355. Ketiga nilai *skewness* pada masing-masing saham berada pada rentang -2 dan 2 . Nilai *skewness* (ukuran kemiringan) yang berada pada rentang nilai -2 sampai dengan 2 menunjukkan data yang normal. Hal tersebut dapat dilihat melalui histogram pada Gambar 4.3. Pada Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa histogram ketiga data menunjukkan bentuk simetris yang sesuai dengan kurva

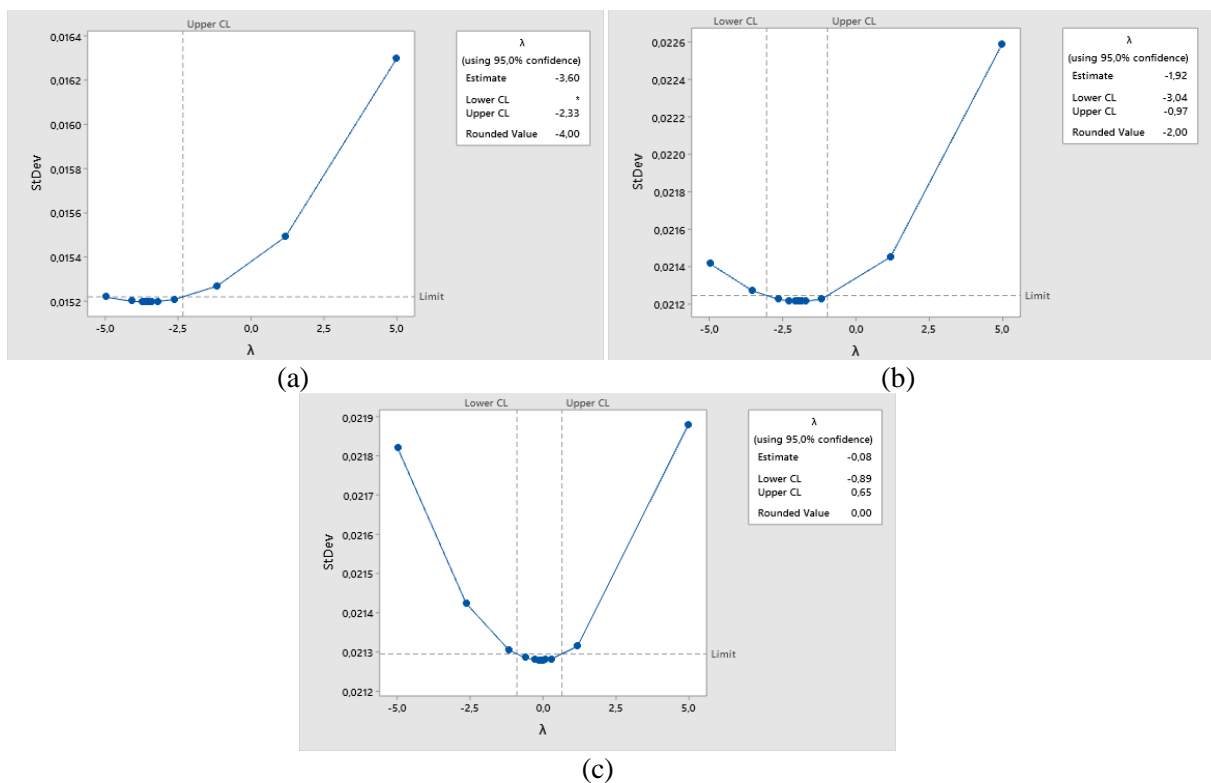
normal, sehingga dapat disimpulkan bahwa *return* ketiga saham berdistribusi normal. Selain itu, nilai kurtosis dari ketiga saham juga bernilai positif. Nilai kurtosis yang positif menunjukkan bahwa grafik dari data mempunyai puncak yang lebih tinggi dari kurva normal. Hal tersebut dapat dilihat pula pada Gambar 4.3, dimana ketiga saham memiliki histogram yang melebihi kurva normal.

4.2 Uji Stasioneritas Data

Pada tahap Tahap selanjutnya dilakukan uji stasioneritas pada data *return* saham sektor perbankan agar model yang dihasilkan sesuai dan memenuhi kondisi stasioner dalam *mean* dan *varians*.

4.2.1 Uji Stasioneritas dalam Varians

Dalam mengetahui apakah data telah stasioner dalam varians dapat dianalisis melalui *time series* plot seperti pada Gambar 4.2. Namun, untuk memastikan secara pasti apakah data telah stasioner dalam varians dapat dilihat melalui plot *box-cox*. *Box-cox plot* dari saham BBKA, BBRI dan BMRI dapat dilihat pada Gambar 4.4.



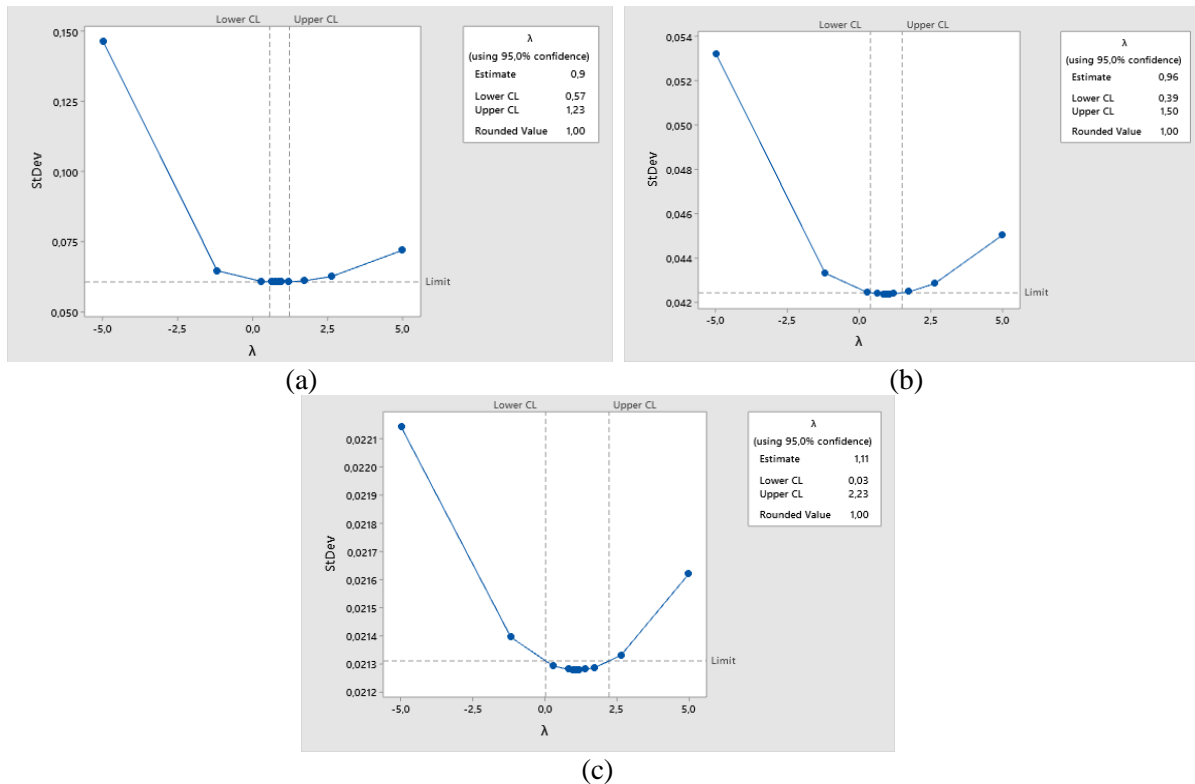
Gambar 4.4 Box-Cox Plot Return Saham: (a) BBKA, (b) BBRI, (c) BMRI

Berdasarkan *box-cox plot* pada Gambar 4.4 dapat diketahui bahwa ketiga saham belum memenuhi stasioneritas dalam varians, dimana *rounded value* dari ketiga saham belum menghasilkan angka satu. *Rounded value* (λ) pada masing-masing saham dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil *Box-Cox Plot Return* Saham Sektor Perbankan

Saham	Rounded Value (λ)
BBKA	-4,00
BBRI	-2,00
BMRI	0,00

Dalam mengatasi ketidakstasioneran data terhadap varians maka dilakukan transformasi *Box-Cox*. Berdasarkan Tabel 4.2 dapat diketahui bahwa *rounded value* pada saham BBKA dan BBRI tidak sama dengan nol, sehingga transformasi yang dilakukan adalah $Z^{-\lambda}$. Sedangkan untuk saham BMRI, *rounded value* yang dihasilkan sama dengan nol, sehingga transformasi yang dilakukan adalah $\ln Z_t = \log_e Z$. Hasil dari transformasi *Box-Cox* pada masing-masing saham dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Transformasi *Box-Cox* Saham: (a) BCCA, (b) BBRI, (c) BMRI

Setelah dilakukan transformasi *Box-Cox* seperti pada Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa *rounded value* pada masing-masing saham telah bernilai satu yang menunjukkan bahwa data telah stasioner dalam varians. Pada saham BCCA nilai λ berada pada interval $0,57 < \lambda < 1,23$. Pada saham BBRI nilai λ berada pada interval $0,39 < \lambda < 1,50$. Dan pada saham BMRI nilai λ berada pada interval $0,03 < \lambda < 2,23$.

4.2.2 Uji Stasioneritas dalam Mean

Setelah dilakukan uji stasioneritas dalam varians, kemudian dilakukan uji stasioneritas dalam *mean* menggunakan *Augmented Dickey Fuller Test*, dimana hipotesis dari uji stasioneritas terhadap *mean* adalah sebagai berikut:

H_0 : Data *return* saham bersifat tidak stasioner

H_1 : Data *return* saham bersifat stasioner

Pengambilan keputusan bahwa data *return* saham telah stasioner adalah jika nilai dari statistika uji *Augmented Dickey Fuller* atau $|\tau| > \tau_{tabel}$ atau nilai *p-value* lebih kecil dari taraf signifikansi $\alpha = 0,05$ ($p-value < \alpha$), maka tolak H_0 atau data *return* saham bersifat stasioner. Pada penelitian ini jumlah data masing-masing saham adalah 1260 data sehingga nilai dari τ_{tabel} yang digunakan dengan $\alpha = 0,05$ adalah -3,41. Hasil uji *Augmented Dickey Fuller* pada *return* saham BCCA, BBRI, dan BMRI menghasilkan nilai *p-value* sebesar 0,01 yang menunjukkan bahwa data *return* ketiga saham telah stasioner terhadap *mean*. Sedangkan jika

melihat dari nilai *dickey-fuller* (τ -hitung) yang dihasilkan, saham BBCA memiliki nilai $|-12,276| > \tau_{tabel}(-3,41)$, saham BBRI memiliki nilai $|-10,894| > \tau_{tabel}(-3,41)$, dan saham BMRI memiliki nilai $|-11,639| > \tau_{tabel}(-3,41)$, artinya tolak H_0 atau data *return* saham bersifat stasioner.

4.3 Identifikasi Model VARMA

Dalam identifikasi model VARMA pada penelitian ini dilakukan dengan menganalisis plot MACF dan plot MPACF dari *return* saham sektor perbankan. Plot MACF dari *return* saham dapat dilihat pada Gambar 4.6 dan plot MPACF dari *return* saham dapat dilihat pada Gambar 4.6.

Schematic Representation of Cross Correlations													
Variable/Lag	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
X1	+++	-.	++++. .	. . +
X2	+++	. . +	. - -	. + + -
X3	+++ - - - - +

+ is > 2*std error, - is < -2*std error, . is between

Gambar 4.6 Plot MACF Data *Return* Saham Sektor Perbankan

Pada Gambar 4.6 terdapat tanda (+) atau (-) yang mengindikasikan adanya hubungan antara satu variabel dengan variabel yang lain. Pada *lag* 0, terdapat hubungan antar variabel dimana tiap variabel mempengaruhi secara signifikan terhadap variabel yang lain. Pada *Lag* 1, variabel X1 dipengaruhi secara signifikan oleh variabel X1 pada satu waktu sebelumnya dan tidak dipengaruhi secara signifikan oleh variabel X2 dan X3 pada satu waktu sebelumnya. Variabel X2 juga dipengaruhi secara signifikan oleh variabel X3 pada satu waktu sebelumnya, namun tidak dipengaruhi oleh variabel X1 dan X2 pada satu waktu sebelumnya dan seterusnya hingga pada *lag* ke-12. Plot MACF juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi orde dari VMA pada pemodelan VARMA. Namun, plot MACF tersebut terbilang cukup sulit digunakan dalam mengidentifikasi orde VMA. Hal tersebut terjadi karena terdapat banyak lag-lag yang signifikan atau memuat tanda positif, negatif, maupun keduanya yang muncul. Sehingga dugaan untuk orde VMA tidak dapat diidentifikasi secara pasti.

Schematic Representation of Partial Autoregression												
Variable/Lag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
X1	-. - + -
X2 - .	. + - +	. - -
X3	. + - + + - + -

+ is > 2*std error, - is < -2*std error, . is between

Gambar 4.7 Plot MPACF Data *Return* Saham Sektor Perbankan

Berdasarkan plot MPACF pada Gambar 4.7 dapat diketahui bahwa pada *lag* 1 variabel X1 dipengaruhi secara signifikan oleh variabel X1 pada satu waktu sebelumnya, namun tidak dipengaruhi secara signifikan oleh variabel X2 dan X3. Variabel X3 dipengaruhi secara signifikan oleh variabel X2 dan variabel X3 pada satu waktu sebelumnya, namun tidak dipengaruhi oleh variabel X1. Sedangkan pada *lag* 1 variabel X2 tidak dipengaruhi secara signifikan oleh variabel lain pada satu waktu sebelumnya, dan seterusnya hingga pada *lag* 12. Plot MPACF juga dapat menunjukkan dugaan orde untuk VAR pada pemodelan VARMA. Namun, plot MPACF tersebut terbilang cukup sulit digunakan dalam mengidentifikasi orde VAR. Hal tersebut terjadi karena terdapat banyak lag-lag yang signifikan atau memuat tanda

positif, negatif, maupun keduanya yang muncul. Sehingga dugaan untuk orde VAR berdasarkan plot MPACF tidak dapat diidentifikasi secara pasti.

Berdasarkan kedua Plot MACF dan MPACF pada Gambar 4.6 dan Gambar 4.7, dapat dikatakan bahwa cukup sulit dalam menduga orde VMA dan VAR dari kedua plot. Maka, untuk identifikasi model VARMA pada data *return* saham sektor perbankan dilakukan dengan menganalisis dari model VARMA paling sederhana hingga orde yang lebih tinggi. Identifikasi dilakukan dengan mengestimasi parameter dari model dan melakukan uji signifikansi parameter yang akan dijelaskan lebih lanjut pada sub bab berikutnya.

4.4 Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Model VARMA

Berdasarkan penjelasan pada sub bab sebelumnya, identifikasi dugaan model VARMA cukup sulit dilakukan dengan menganalisis plot MACF dan MPACF, sehingga pada penelitian ini identifikasi dugaan model VARMA dilakukan dengan menganalisis model dari orde paling sederhana hingga orde lebih tinggi. Dugaan model tersebut akan diestimasi parameternya dan dilakukan uji signifikansi parameter untuk mengetahui parameter yang signifikan terhadap model. Pengujian signifikansi parameter menggunakan distribusi *t* atau *t-test* dengan kriteria pengambilan keputusan tolak dugaan awal bahwa parameter tidak signifikan apabila diperoleh $|t_{hitung}| > t_{\frac{\alpha}{2}, df, (n-p-1)}$ atau *p-value* < α . Pemodelan untuk identifikasi model VARMA dapat dilihat pada Tabel 4.3, sedangkan hasil signifikansi seluruh estimasi parameter dapat dilihat pada Lampiran.

Tabel 4.3 Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Dugaan Model VARMA

Model	Parameter	Estimasi	<i>p-value</i>
VARMA (0,2)	$\hat{\theta}_{1,11}$	-0,104857	0,003040
	$\hat{\theta}_{1,12}$	0,062602	0,032266
	$\hat{\theta}_{2,22}$	-0,125423	0,002003
	$\hat{\theta}_{1,32}$	0,144063	0,000315
	$\hat{\theta}_{1,33}$	-0,111269	0,006634
VARMA (0,3)	$\hat{\theta}_{1,11}$	-0,110843	0,001676
	$\hat{\theta}_{1,12}$	0,060039	0,041285
	$\hat{\theta}_{2,32}$	-0,121502	0,002580
	$\hat{\theta}_{3,21}$	0,139489	0,004276
	$\hat{\theta}_{1,32}$	0,144998	0,000315
	$\hat{\theta}_{1,33}$	-0,107845	0,008650
	$\hat{\theta}_{3,31}$	0,190015	0,000101
VARMA (0,4)	$\hat{\theta}_{1,11}$	-0,119468	0,000775
	$\hat{\theta}_{4,12}$	0,080952	0,014249
	$\hat{\theta}_{4,13}$	-0,108558	0,000441
	$\hat{\theta}_{2,22}$	-0,122765	0,002593
	$\hat{\theta}_{3,21}$	0,146819	0,003064
	$\hat{\theta}_{1,32}$	0,151708	0,002194
	$\hat{\theta}_{1,33}$	-0,113395	0,008683
	$\hat{\theta}_{3,31}$	0,183546	0,000196
	$\hat{\theta}_{4,33}$	-0,106605	0,017459

Tabel 4.3 Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Dugaan Model VARMA

Model	Parameter	Estimasi	<i>p-value</i>
VARMA (2,0)	$\hat{\phi}_{1,11}$	-0,112269	0,001483
	$\hat{\phi}_{2,22}$	-0,114740	0,004332
	$\hat{\phi}_{1,32}$	0,142092	0,000359
	$\hat{\phi}_{1,33}$	-0,105481	0,010162
VARMA (3,0)	$\hat{\phi}_{1,11}$	-0,110431	0,001742
	$\hat{\phi}_{1,12}$	0,058525	0,044380
	$\hat{\phi}_{2,21}$	0,098112	0,044858
	$\hat{\phi}_{2,22}$	-0,120665	0,002654
	$\hat{\phi}_{3,21}$	0,178107	0,000243
	$\hat{\phi}_{1,32}$	0,138823	0,000467
	$\hat{\phi}_{1,33}$	-0,104565	0,009199
	$\hat{\phi}_{3,31}$	0,188470	0,000092
VARMA (4,0)	$\hat{\phi}_{1,11}$	-0,109563	0,001939
	$\hat{\phi}_{1,12}$	0,060015	0,041465
	$\hat{\phi}_{4,13}$	-0,084428	0,004251
	$\hat{\phi}_{2,21}$	0,097121	0,047306
	$\hat{\phi}_{2,22}$	-0,124279	0,002125
	$\hat{\phi}_{3,21}$	0,171288	0,000475
	$\hat{\phi}_{1,32}$	0,139302	0,000564
	$\hat{\phi}_{1,33}$	-0,106550	0,013035
	$\hat{\phi}_{3,31}$	0,191984	0,000080
	VARMA (5,0)	$\hat{\phi}_{1,11}$	-0,114378
$\hat{\phi}_{1,12}$		0,064366	0,026845
$\hat{\phi}_{4,13}$		-0,095342	0,001340
$\hat{\phi}_{2,22}$		-0,124914	0,001972
$\hat{\phi}_{3,21}$		0,167365	0,000647
$\hat{\phi}_{1,32}$		0,148606	0,000175
$\hat{\phi}_{1,33}$		-0,110278	0,006167
$\hat{\phi}_{2,33}$		-0,081010	0,046917
$\hat{\phi}_{3,31}$		0,189391	0,000097
$\hat{\phi}_{4,33}$		-0,094519	0,020024
$\hat{\phi}_{5,32}$		0,098401	0,013244

analisis yang telah dilakukan menunjukkan bahwa tidak semua model memiliki parameter yang seluruhnya signifikan. Sehingga dalam penelitian ini parameter yang akan digunakan untuk mengidentifikasi model VARMA hanya parameter yang signifikan terhadap model atau $p - value < \alpha (0,05)$. Dari beberapa percobaan model VARMA didapatkan beberapa dugaan model yang memiliki sebagian parameter yang signifikan seperti pada Tabel 4.3. Sedangkan dugaan model yang lain menghasilkan *NaN value* pada estimasi parameter dan uji signifikansi parameter, serta dari estimasi parameter yang ada tidak semua parameter berada pada tiap orde dari dugaan model. Sehingga dugaan model tersebut tidak dapat digunakan dalam analisis lebih lanjut. Estimasi parameter dan uji signifikansi parameter dari semua dugaan model dapat dilihat pada Lampiran. Persamaan model VARMA berdasarkan Persamaan 2.25 adalah sebagai berikut:

$$\dot{\mathbf{Z}}_t = \Phi_1 \dot{\mathbf{Z}}_{t-1} + \dots + \Phi_p \dot{\mathbf{Z}}_{t-p} + \mathbf{a}_t - \Theta_1 \mathbf{a}_{t-1} - \dots - \Theta_q \mathbf{a}_{t-q}$$

dengan $\dot{\mathbf{Z}}_t$ merupakan vektor Z_t yang berukuran $k \times 1$ berisi k variabel yang masuk dalam model *vector autoregressive* (VAR). Φ_i merupakan matriks parameter koefisien VAR ke- i dengan $i = 1, 2, \dots, p$ berukuran $(k \times k)$. Θ_j adalah matriks parameter VMA ke- j dengan $j = 1, 2, \dots, q$, dan \mathbf{a}_t merupakan vektor *error* yang berukuran $k \times 1$. Dari Persamaan 2.25 tersebut dapat dirumuskan dalam bentuk matriks sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} \dot{\mathbf{Z}}_{1t} \\ \dot{\mathbf{Z}}_{2t} \\ \dot{\mathbf{Z}}_{3t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \hat{\phi}_{1,11} & \hat{\phi}_{1,12} & \hat{\phi}_{1,13} \\ \hat{\phi}_{1,21} & \hat{\phi}_{1,22} & \hat{\phi}_{1,23} \\ \hat{\phi}_{1,31} & \hat{\phi}_{1,32} & \hat{\phi}_{1,33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{Z}_{1,t-1} \\ \mathbf{Z}_{2,t-1} \\ \mathbf{Z}_{3,t-1} \end{bmatrix} + \dots + \begin{bmatrix} \hat{\phi}_{i,jk} & \hat{\phi}_{i,jk} & \hat{\phi}_{i,jk} \\ \hat{\phi}_{i,jk} & \hat{\phi}_{i,jk} & \hat{\phi}_{i,jk} \\ \hat{\phi}_{i,jk} & \hat{\phi}_{i,jk} & \hat{\phi}_{i,jk} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{Z}_{1,t-p} \\ \mathbf{Z}_{2,t-p} \\ \mathbf{Z}_{3,t-p} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_{1t} \\ a_{2t} \\ a_{3t} \end{bmatrix} \\ - \begin{bmatrix} \hat{\theta}_{1,11} & \hat{\theta}_{1,12} & \hat{\theta}_{1,13} \\ \hat{\theta}_{1,21} & \hat{\theta}_{1,22} & \hat{\theta}_{1,23} \\ \hat{\theta}_{1,31} & \hat{\theta}_{1,32} & \hat{\theta}_{1,33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{a}_{1,t-1} \\ \mathbf{a}_{2,t-1} \\ \mathbf{a}_{3,t-1} \end{bmatrix} - \dots - \begin{bmatrix} \hat{\theta}_{i,jk} & \hat{\theta}_{i,jk} & \hat{\theta}_{i,jk} \\ \hat{\theta}_{i,jk} & \hat{\theta}_{i,jk} & \hat{\theta}_{i,jk} \\ \hat{\theta}_{i,jk} & \hat{\theta}_{i,jk} & \hat{\theta}_{i,jk} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{a}_{1,t-q} \\ \mathbf{a}_{2,t-q} \\ \mathbf{a}_{3,t-q} \end{bmatrix}$$

dimana $\hat{\phi}_{i,jk}$ dan $\hat{\theta}_{i,jk}$ adalah nilai taksiran dari parameter ϕ dan θ , dengan $\hat{\phi}_i$ merupakan matriks parameter AR berukuran $(j \times k)$ dan $i = 1, 2, \dots, p$. $\hat{\theta}_i$ merupakan matriks parameter MA berukuran $(j \times k)$ dan $i = 1, 2, \dots, q$. Sehingga persamaan model VARMA pada masing-masing dugaan model berdasarkan Tabel 4.3 adalah sebagai berikut:

1. Persamaan Model VARMA (0,2)

$$\dot{\mathbf{Z}}_{1t} = -0,104857 \mathbf{a}_{1,t-1} + 0,062602 \mathbf{a}_{1,t-2} + a_{1t}$$

$$\dot{\mathbf{Z}}_{2t} = -0,125423 \mathbf{a}_{2,t-2} + a_{2t}$$

$$\dot{\mathbf{Z}}_{3t} = 0,144063 \mathbf{a}_{1,t-2} - 0,111269 \mathbf{a}_{1,t-3} + a_{3t}$$

2. Persamaan Model VARMA (0,3)

$$\dot{\mathbf{Z}}_{1t} = -0,110843 \mathbf{a}_{1,t-1} + 0,060039 \mathbf{a}_{1,t-2} + a_{1t}$$

$$\dot{\mathbf{Z}}_{2t} = 0,139489 \mathbf{a}_{3,t-1} + a_{2t}$$

$$\dot{\mathbf{Z}}_{3t} = 0,144998 \mathbf{a}_{1,t-2} - 0,107845 \mathbf{a}_{1,t-3} - 0,121502 \mathbf{a}_{2,t-2} + 0,190015 \mathbf{a}_{3,t-1} + a_{3t}$$

3. Persamaan Model VARMA (0,4)

$$\dot{\mathbf{Z}}_{1t} = -0,119468 \mathbf{a}_{1,t-1} + 0,080952 \mathbf{a}_{4,t-2} - 0,108558 \mathbf{a}_{4,t-3} + a_{1t}$$

$$\dot{\mathbf{Z}}_{2t} = -0,122765 \mathbf{a}_{2,t-2} + 0,146819 \mathbf{a}_{3,t-1} + a_{2t}$$

$$\dot{\mathbf{Z}}_{3t} = 0,151708 \mathbf{a}_{1,t-2} - 0,113395 \mathbf{a}_{1,t-3} + 0,183546 \mathbf{a}_{3,t-1} - 0,106605 \mathbf{a}_{4,t-3} + a_{3t}$$

4. Persamaan Model VARMA (2,0)

$$\dot{\mathbf{Z}}_{1t} = -0,112269 \mathbf{Z}_{1,t-1} + a_{1t}$$

$$\dot{\mathbf{Z}}_{2t} = -0,114740 \mathbf{Z}_{2,t-2} + a_{2t}$$

$$\dot{\mathbf{Z}}_{3t} = 0,142092 \mathbf{Z}_{1,t-2} - 0,105481 \mathbf{Z}_{1,t-3} + a_{3t}$$

5. Persamaan Model VARMA (3,0)

$$\dot{\mathbf{Z}}_{1t} = -0,110431 \mathbf{Z}_{1,t-1} + 0,058525 \mathbf{Z}_{1,t-2} + a_{1t}$$

$$\dot{\mathbf{Z}}_{2t} = 0,098112 \mathbf{Z}_{2,t-1} - 0,120665 \mathbf{Z}_{2,t-2} + 0,178107 \mathbf{Z}_{3,t-1} + a_{2t}$$

$$\dot{\mathbf{Z}}_{3t} = 0,138823 \mathbf{Z}_{1,t-2} - 0,104565 \mathbf{Z}_{1,t-3} + 0,188470 \mathbf{Z}_{3,t-1} + a_{3t}$$

6. Persamaan Model VARMA (4,0)

$$\dot{Z}_{1t} = -0,109563Z_{1,t-1} + 0,060015Z_{1,t-2} - 0,084428Z_{4,t-3} + a_{1t}$$

$$\dot{Z}_{2t} = 0,097121Z_{2,t-1} - 0,124279Z_{2,t-2} + 0,171288Z_{3,t-1} + a_{2t}$$

$$\dot{Z}_{3t} = 0,139302Z_{1,t-2} - 0,106550Z_{1,t-3} + 0,191984Z_{3,t-1} + a_{3t}$$

7. Persamaan Model VARMA (5,0)

$$\dot{Z}_{1t} = -0,114378Z_{1,t-1} + 0,064366Z_{1,t-2} - 0,095342Z_{4,t-3} + a_{1t}$$

$$\dot{Z}_{2t} = -0,124914Z_{2,t-2} + 0,167365Z_{3,t-1} + a_{2t}$$

$$\dot{Z}_{3t} = 0,148606Z_{1,t-2} - 0,110278Z_{1,t-3} - 0,081010Z_{2,t-3} + 0,189391Z_{3,t-1} + \\ -0,094519Z_{4,t-3} + 0,098401Z_{5,t-2} + a_{3t}$$

dengan \dot{Z}_{1t} adalah variabel untuk *return* saham BBKA, \dot{Z}_{2t} adalah variabel untuk *return* saham BBRI, dan \dot{Z}_{3t} adalah variabel untuk *return* saham BMRI. Dari persamaan matematis model di atas dapat diketahui hubungan antara ketiga saham sektor perbankan. Misalnya, pada model VARMA (0,2) dapat diketahui bahwa *return* saham BBKA (\dot{Z}_{1t}) dipengaruhi oleh perubahan *return* saham BBRI dan *return* saham BBKA itu sendiri pada hari sebelumnya. Pada persamaan \dot{Z}_{2t} dapat diketahui bahwa *return* saham BBRI dipengaruhi oleh perubahan *return* *return* saham BBRI itu sendiri pada hari sebelumnya. Dan pada persamaan \dot{Z}_{3t} dapat diketahui bahwa *return* saham BMRI dipengaruhi oleh perubahan *return* saham BBRI dan *return* saham BMRI itu sendiri pada hari sebelumnya.

4.5 Uji Asumsi Residual Model VARMA (*Diagnosting Checking*)

Setelah diperoleh pemodelan VARMA dengan parameter yang signifikan terhadap model kemudian dilakukan uji asumsi pada residual atau *diagnosting checking* untuk menguji apakah residual telah memenuhi asumsi. Dalam *diagnosting checking* ini terdapat uji *white noise* dan uji normalitas residual. Uji *white noise* digunakan untuk menguji ada tidaknya korelasi antar residual. Statistik uji untuk multivariat yang digunakan dalam uji *white noise* adalah uji *Ljung-Box* dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : vektor residual model VARMA memenuhi asumsi *white noise*

H_1 : vektor residual model VARMA tidak memenuhi asumsi *white noise*

Kriteria dalam pengambilan keputusan pada uji *Ljung-Box* yaitu gagal tolak H_0 apabila $Q_h < \chi^2_{(\alpha, K-p-q)}$ atau $p - value > \alpha$, yang artinya residual memenuhi syarat *white noise* dan menunjukkan bahwa barisan *error* tidak memiliki autokorelasi (Wei, 2006). Hasil uji *white noise* pada residual model VARMA dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil *Ljung-Box Test* Residual Model VARMA

Model	Saham	lag	p-value	Keterangan
VARMA (0,2)	BBKA	5	0,1943	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>
		10	0,0945	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>
		15	0,0383	Tidak memenuhi asumsi <i>white noise</i>
	BBRI	5	0,1578	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>
		10	0,1748	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>
		15	0,1270	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>
	BMRI	5	0,1734	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>
		10	0,1013	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>
		15	0,3241	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>
VARMA (0,3)	BBKA	5	0,9128	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>
		10	0,5555	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>
		15	0,2387	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>

Tabel 4.4 Hasil *Ljung-Box Test* Residual Model VARMA (Lanjutan)

Model	Saham	lag	p-value	Keterangan	
VARMA (0,3)	BBRI	5	0,9115	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>	
		10	0,6676	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>	
		15	0,3770	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>	
	BMRI	5	0,4123	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>	
		10	0,1893	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>	
		15	0,4782	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>	
VARMA (0,4)	BBCA	5	1,0000	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>	
		10	0,7222	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>	
		15	0,4217	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>	
	BBRI	5	0,9999	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>	
		10	0,8165	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>	
		15	0,4046	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>	
	BMRI	5	0,9145	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>	
		10	0,4019	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>	
		15	0,7096	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>	
	VARMA (2,0)	BBCA	5	0,2086	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>
			10	0,0962	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>
			15	0,0402	Tidak memenuhi asumsi <i>white noise</i>
BBRI		5	0,0544	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>	
		10	0,0766	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>	
		15	0,0493	Tidak memenuhi asumsi <i>white noise</i>	
BMRI		5	0,0915	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>	
		10	0,0537	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>	
		15	0,2067	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>	
VARMA (3,0)		BBCA	5	0,8363	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>
			10	0,4508	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>
			15	0,2051	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>
	BBRI	5	0,5783	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>	
		10	0,4783	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>	
		15	0,2401	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>	
	BMRI	5	0,1316	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>	
		10	0,0620	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>	
		15	0,2314	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>	
	VARMA (4,0)	BBCA	5	0,9984	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>
			10	0,8682	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>
			15	0,4645	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>
BBRI		5	0,5783	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>	
		10	0,4783	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>	
		15	0,2401	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>	
BMRI		5	0,1316	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>	
		10	0,0620	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>	
		15	0,2314	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>	
VARMA (5,0)		BBCA	5	0,9956	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>
			10	0,7035	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>
			15	0,3760	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>
	BBRI	5	0,9993	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>	
		10	0,8836	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>	
		15	0,5037	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>	
	BMRI	5	0,9988	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>	
		10	0,5812	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>	
		15	0,8478	Memenuhi asumsi <i>white noise</i>	

Berdasarkan Tabel 4.4 uji *white noise* dilakukan dengan menggunakan *lag* 5, 10, dan 15. Pemilihan *lag* ini didasarkan pada data saham perbankan yang digunakan dalam analisis, dimana dalam satu minggu hanya terdapat lima kali proses transaksi di bursa efek. Sehingga pemilihan ketiga *lag* dimaksudkan untuk melihat pola yang terdapat pada hari kelima tiap minggunya, apakah pada hari-hari tersebut memiliki pola yang sama pada tiap minggunya. *Lag* 5 menunjukkan analisis dilakukan pada hari kelima di minggu pertama, *lag* 10 menunjukkan analisis dilakukan pada hari kelima di minggu kedua, dan *lag* 15 menunjukkan analisis pada hari kelima di minggu ketiga. Berdasarkan Tabel 4.4 dapat diketahui bahwa tidak semua model VARMA memiliki residual yang memenuhi asumsi *white noise*. Residual yang telah memenuhi asumsi *white noise* memiliki nilai *p-value* lebih besar dari taraf signifikansi $\alpha = 0,05$, artinya tidak terdapat autokorelasi pada residual model VARMA. Model yang tidak memenuhi asumsi *white noise* adalah model VARMA (0,2) dan VARMA (2,0). Sedangkan, model yang memenuhi asumsi *white noise* adalah model VARMA (0,3), VARMA (0,4), VARMA (3,0), VARMA (4,0), dan VARMA (5,0). Kemudian model dengan residual yang memenuhi asumsi *white noise*, dilakukan uji asumsi normalitas. Pengujian asumsi normalitas residual dilakukan dengan uji *Jarque Bera* dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : vektor residual model berdistribusi normal

H_1 : vektor residual model tidak berdistribusi normal

Jika hasil nilai *p-value* $> \alpha = 0,05$ artinya Gagal Tolak H_0 atau residual telah berdistribusi normal. Hasil uji *Jarque Bera* menunjukkan bahwa *p-value* dari dugaan model VARMA (0,3), VARMA (0,4), VARMA (3,0), VARMA (4,0), DAN VARMA (5,0) bernilai 0,000. Sehingga dapat disimpulkan bahwa vektor residual kelima dugaan model VARMA tidak berdistribusi normal. Ketidaknormalan pada residual model ini dapat terjadi karena adanya efek heteroskedastisitas pada data yang menjadikan data tidak homogen, mengingat pada penelitian ini memang akan dilakukan pemodelan pada varians. Pengujian terhadap efek heteroskedastisitas pada data akan dilakukan pada langkah analisis selanjutnya.

4.6 Pemilihan Model VARMA Terbaik

Dugaan model VARMA yang telah memenuhi uji asumsi residual kemudian dilakukan pemilihan model terbaik dari dugaan model yang ada. Kriteria yang digunakan dalam memilih model terbaik adalah *Akaike's Information Criterion* (AIC). Penentuan model VARMA terbaik dilakukan dengan membandingkan nilai AIC dan memilih nilai yang paling minimum. Nilai AIC dari dugaan model VARMA dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Nilai AIC

Model	Nilai AIC
VARMA (0,3)	-24,84461
VARMA (0,4)	-24,85194
VARMA (3,0)	-24,84180
VARMA (4,0)	-24,84184
VARMA (5,0)	-24,84992

Berdasarkan nilai AIC pada Tabel 4.5, dapat diketahui bahwa dugaan model yang memiliki nilai AIC terkecil adalah model VARMA (0,4). Sehingga dapat disimpulkan bahwa model VARMA (0,4) merupakan model terbaik. Persamaan dari model VARMA (0,4) dirumuskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\dot{Z}_{1t} &= -0,119468a_{1,t-1} + 0,080952a_{4,t-2} - 0,108558a_{4,t-3} + a_{1t} \\ \dot{Z}_{2t} &= -0,122765a_{2,t-2} + 0,146819a_{3,t-1} + a_{2t} \\ \dot{Z}_{3t} &= 0,151708a_{1,t-2} - 0,113395a_{1,t-3} + 0,183546a_{3,t-1} - 0,106605a_{4,t-3} + a_{3t}\end{aligned}$$

Pada persamaan \dot{Z}_{1t} dapat diketahui bahwa *return* saham BBCA dipengaruhi oleh perubahan *return* saham BBRI, BMRI, dan *return* saham itu sendiri pada hari sebelumnya. Pada persamaan \dot{Z}_{2t} dapat diketahui bahwa *return* saham BBRI dipengaruhi oleh perubahan *return* saham BBCA dan *return* saham itu sendiri pada hari sebelumnya. Dan pada persamaan \dot{Z}_{3t} dapat diketahui bahwa *return* saham BMRI dipengaruhi oleh perubahan *return* saham BBCA, BBRI, dan *return* saham itu sendiri pada hari sebelumnya.

4.7 Uji Heteroskedastisitas Residual Model VARMA

Sebelum melakukan pemodelan GARCH, terlebih dahulu dilakukan uji heteroskedastisitas. Pengujian heteroskedastisitas dilakukan dengan menggunakan Uji *Lagrange Multiplier* (LM Test). Uji *Lagrange Multiplier* (LM) digunakan untuk menguji adanya unsur *heteroskedasticity*. Hipotesis untuk uji *Lagrange Multiplier* adalah sebagai berikut:

H_0 : tidak terdapat efek heteroskedastisitas pada varians residual (varians residual sama)

H_1 : terdapat efek heteroskedastisitas pada varians residual (varians residual tidak sama)

Jika nilai $LM > \chi^2_{(\alpha;k)}$ atau $p - value < \alpha(0,05)$, maka keputusan dari uji adalah Tolak H_0 yang menunjukkan varians residual tidak sama atau bersifat *heteroskedasticity* atau data memiliki efek heteroskedastisitas. Hasil uji *Lagrange Multiplier* pada residual model VARMA (0,4) menunjukkan bahwa nilai $p - value$ kurang dari taraf signifikansi $\alpha(0,05)$, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat efek heteroskedastisitas pada varians residual (varians residual sama). Sehingga pemodelan GARCH dapat dilakukan.

4.8 Identifikasi Model GARCH

Pada penelitian ini identifikasi model GARCH dilakukan dengan menganalisis pemodelan dari orde GARCH yang paling sederhana hingga orde lebih tinggi. Dugaan model tersebut akan diestimasi parameternya dan dilakukan uji signifikansi parameter untuk mengetahui parameter yang signifikan terhadap model. Identifikasi model GARCH ini dilakukan pada masing-masing saham BBCA, BBRI, dan BMRI. Identifikasi kemudian akan dilanjutkan dengan uji asumsi residul model. Pemodelan untuk identifikasi model GARCH pada masing-masing saham BBCA, BBRI dan BMRI adalah sebagai berikut.

4.8.1 Model GARCH (1,1) Saham BBCA

Identifikasi model GARCH pada saham BBCA dilakukan dari orde GARCH (1,1). Identifikasi ini dilakukan dari orde paling sederhana dengan mengestimasi parameter dan menguji apakah seluruh parameter signifikan terhadap model. Hasil estimasi parameter dan uji signifikansi parameter model GARCH (1,1) pada saham BBCA dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Estimasi dan Signifikansi Parameter pada Model GARCH (1,1) Saham BBCA

Model	Parameter	Estimasi	$p - value$
GARCH (1,1)	μ	$1,208 \times 10^{-3}$	0,0005
	ω	$1,143 \times 10^{-5}$	0,0040
	α_1	$9,360 \times 10^{-2}$	0,0000
	β_1	$8,506 \times 10^{-3}$	0,0000

Berdasarkan Tabel 4.6 dapat diketahui bahwa nilai $p - value$ dari seluruh estimasi parameter kurang dari taraf signifikansi $\alpha(0,05)$, artinya estimasi parameter telah signifikan terhadap model. Setelah dilakukan uji signifikansi parameter kemudian dilakukan uji heteroskedastisitas dan uji asumsi residual. Uji heteroskedastisitas model GARCH (1,1) pada saham BBKA menunjukkan nilai $p - value$ sebesar 0,940151, artinya bahwa residual model sudah tidak memiliki efek heteroskedastisitas, sehingga model GARCH (1,1) dapat dilanjutkan untuk uji asumsi residual.

Pengujian asumsi residual pada model GARCH atau *diagnosting checking* dilakukan untuk menguji apakah residual telah memenuhi asumsi *white noise* dan normalitas residual. Statistik uji yang digunakan dalam uji *white noise* adalah uji *Ljung-Box* dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : residual model GARCH memenuhi asumsi *white noise*

H_1 : residual model GARCH tidak memenuhi asumsi *white noise*

Kriteria dari pengambilan keputusan pada uji *Ljung-Box* yaitu gagal tolak H_0 apabila $Q_k(m) < \chi^2$ atau $p - value < \alpha$, yang artinya residual memenuhi syarat *white noise* dan menunjukkan bahwa barisan *error* tidak memiliki autokorelasi. Hasil uji *white noise* pada saham BBKA dengan model GARCH (1,1) menunjukkan nilai $p - value$ pada lag 10, 15, dan 20 berturut-turut sebesar 1,0000; 0,7222; dan 0,4217. Ketiga $p - value$ menunjukkan nilai yang melebihi taraf signifikansi $\alpha(0,05)$, artinya residual model GARCH (1,1) telah memenuhi asumsi *white noise*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat autokorelasi antar residual model GARCH (1,1) pada saham BBKA. Kemudian setelah residual memenuhi asumsi *white noise*, dilakukan uji asumsi normalitas residual menggunakan uji *Jarque Bera* dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : residual model GARCH berdistribusi normal

H_1 : residual model GARCH tidak berdistribusi normal

Jika hasil nilai dari uji *Jarque Bera* lebih besar daripada $\chi^2_{(\alpha,2)}$, $JB > \chi^2_{(\alpha,2)}$ atau $p - value < \alpha$ maka Tolak H_0 yang artinya data tidak berdistribusi normal. Pengujian normalitas residual model GARCH (1,1) menunjukkan bahwa nilai $p - value$ yang dihasilkan sebesar 0,000 atau kurang dari taraf signifikan $\alpha (0,05)$, artinya Tolak H_0 atau residual model GARCH (1,1) tidak berdistribusi normal. Hal ini kemungkinan terjadi karena adanya *outlier* pada data *return* saham yang dapat menyebabkan data tidak berdistribusi normal.

Berdasarkan uji asumsi residual, model GARCH (1,1) pada saham BBKA sudah memenuhi asumsi *white noise*. Jika suatu model GARCH (p,q) memiliki parameter yang telah signifikan dan memenuhi asumsi *white noise* maka pemodelan dengan orde yang lebih tinggi tidak perlu dilakukan. Hal ini didasarkan pada prinsip *Parcimony* yang menyatakan bahwa estimasi suatu model diusahakan menggunakan model yang sesederhana mungkin, artinya model terbaik merupakan model yang paling sederhana. Sehingga model GARCH terbaik untuk saham BBKA adalah model GARCH (1,1).

4.8.2 Model GARCH (1,1) Saham BBRI

Identifikasi model GARCH pada saham BBRI dilakukan dari orde GARCH (1,1). Identifikasi ini dilakukan dari orde paling sederhana dengan mengestimasi parameter dan menguji apakah seluruh parameter signifikan terhadap model. Hasil estimasi parameter dan uji signifikansi parameter model GARCH (1,1) pada saham BBRI dapat dilihat pada Tabel 4.7. Berdasarkan Tabel 4.7 dapat diketahui bahwa nilai $p - value$ dari seluruh estimasi parameter kurang dari taraf signifikansi $\alpha(0,05)$, artinya estimasi parameter telah signifikan terhadap model.

Tabel 4.7 Hasil Estimasi dan Signifikansi Parameter pada Model GARCH (1,1) Saham BBRI

Model	Parameter	Estimasi	<i>p-value</i>
GARCH (1,1)	μ	$9,622 \times 10^{-4}$	0,0382
	ω	$1,018 \times 10^{-5}$	0,0005
	α_1	$8,967 \times 10^{-2}$	0,0000
	β_1	$8,864 \times 10^{-1}$	0,0000

Setelah dilakukan uji signifikansi parameter kemudian dilakukan uji heteroskedastisitas dan uji asumsi residual. Uji heteroskedastisitas model GARCH (1,1) pada saham BBRI menunjukkan nilai *p-value* sebesar 0,863561, artinya bahwa residual model sudah tidak memiliki efek heteroskedastisitas, sehingga model GARCH (1,1) dapat dilanjutkan untuk uji asumsi residual.

Pengujian asumsi residual pada model GARCH atau *diagnosting checking* dilakukan untuk menguji apakah residual telah memenuhi asumsi *white noise* dan normalitas residual. Statistik uji yang digunakan dalam uji *white noise* adalah uji *Ljung-Box* dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : residual model GARCH memenuhi asumsi *white noise*

H_1 : residual model GARCH tidak memenuhi asumsi *white noise*

Kriteria dari pengambilan keputusan pada uji *Ljung-Box* yaitu gagal tolak H_0 apabila $Q_k(m) < \chi^2$ atau *p-value* < α , yang artinya residual memenuhi syarat *white noise* dan menunjukkan bahwa barisan *error* tidak memiliki autokorelasi. Hasil uji *white noise* pada saham BBRI dengan model GARCH (1,1) menunjukkan nilai *p-value* pada lag 10, 15, dan 20 berturut-turut sebesar 0,9999; 0,8165; dan 0,4046. Ketiga *p-value* menunjukkan nilai yang melebihi taraf signifikansi $\alpha(0,05)$, artinya residual model GARCH (1,1) telah memenuhi asumsi *white noise*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat autokorelasi antar residual model GARCH (1,1) pada saham BBRI. Kemudian setelah residual memenuhi asumsi *white noise*, dilakukan uji asumsi normalitas residual menggunakan uji *Jarque Bera* dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : residual model GARCH berdistribusi normal

H_1 : residual model GARCH tidak berdistribusi normal

Jika hasil nilai dari uji *Jarque Bera* lebih besar daripada $\chi^2_{(\alpha,2)}$, $JB > \chi^2_{(\alpha,2)}$ atau *p-value* < α maka Tolak H_0 yang artinya data tidak berdistribusi normal. Pengujian normalitas residual model GARCH (1,1) menunjukkan bahwa nilai *p-value* yang dihasilkan sebesar 0,000 atau kurang dari taraf signifikan $\alpha(0,05)$, artinya Tolak H_0 atau residual model GARCH (1,1) tidak berdistribusi normal. Hal ini kemungkinan terjadi karena adanya *outlier* pada data *return* saham yang dapat menyebabkan data tidak berdistribusi normal. Dalam uji asumsi residual ini, model GARCH (1,1) pada saham BBRI sudah memenuhi asumsi *white noise*. Jika suatu model GARCH (*p,q*) memiliki parameter yang telah signifikan dan memenuhi asumsi *white noise* maka pemodelan dengan orde yang lebih tinggi tidak perlu dilakukan. Hal ini didasarkan pada prinsip *Parcimony* yang menyatakan bahwa estimasi suatu model diusahakan menggunakan model yang sesederhana mungkin, sehingga model GARCH terbaik untuk saham BBRI adalah model GARCH (1,1).

4.8.3 Model GARCH (1,1) Saham BMRI

Identifikasi model GARCH pada saham BMRI dilakukan dari orde GARCH (1,1). Identifikasi ini dilakukan dari orde paling sederhana dengan mengestimasi parameter dan menguji apakah seluruh parameter signifikan terhadap model. Hasil estimasi parameter dan uji signifikansi parameter model GARCH (1,1) pada saham BMRI dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil Estimasi dan Signifikansi Parameter pada Model GARCH (1,1) Saham BMRI

Model	Parameter	Estimasi	<i>p-value</i>
GARCH (1,1)	μ	$6,131 \times 10^{-4}$	0,2109
	ω	$8,451 \times 10^{-6}$	0,0025
	α_1	$5,596 \times 10^{-2}$	0,0000
	β_1	$9,224 \times 10^{-1}$	0,0000

Berdasarkan Tabel 4.8 dapat diketahui bahwa nilai *p-value* dari seluruh estimasi parameter kurang dari taraf signifikansi $\alpha(0,05)$. Sehingga estimasi parameter telah signifikan terhadap model. Setelah dilakukan uji signifikansi parameter kemudian dilakukan uji heteroskedastisitas dan uji asumsi residual. Uji heteroskedastisitas model GARCH (1,1) pada saham BMRI menunjukkan nilai *p-value* sebesar 0,906657, artinya bahwa residual model sudah tidak memiliki efek heteroskedastisitas, sehingga model GARCH (1,1) dapat dilanjutkan untuk uji asumsi residual.

Pengujian asumsi residual pada model GARCH atau *diagnosing checking* dilakukan untuk menguji apakah residual telah memenuhi asumsi *white noise* dan normalitas residual. Statistik uji yang digunakan dalam uji *white noise* adalah uji *Ljung-Box* dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : residual model GARCH memenuhi asumsi *white noise*

H_1 : residual model GARCH tidak memenuhi asumsi *white noise*

Kriteria dari pengambilan keputusan pada uji *Ljung-Box* yaitu gagal tolak H_0 apabila $Q_k(m) < \chi^2$ atau *p-value* $< \alpha$, yang artinya residual memenuhi syarat *white noise* dan menunjukkan bahwa barisan *error* tidak memiliki autokorelasi. Hasil uji *white noise* pada saham BMRI dengan model GARCH (1,1) menunjukkan nilai *p-value* pada lag 10, 15, dan 20 berturut-turut sebesar 0,9145; 0,4019; dan 0,7096. Ketiga *p-value* menunjukkan nilai yang melebihi taraf signifikansi $\alpha(0,05)$, artinya residual model GARCH (1,1) telah memenuhi asumsi *white noise*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat autokorelasi antar residual model GARCH (1,1) pada saham BMRI. Kemudian setelah residual memenuhi asumsi *white noise*, dilakukan uji asumsi normalitas residual menggunakan uji *Jarque Bera* dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : residual model GARCH berdistribusi normal

H_1 : residual model GARCH tidak berdistribusi normal

Jika hasil nilai dari uji *Jarque Bera* lebih besar daripada $\chi^2_{(\alpha,2)}$, $JB > \chi^2_{(\alpha,2)}$ atau *p-value* $< \alpha$ maka Tolak H_0 yang artinya data tidak berdistribusi normal. Pengujian normalitas residual model GARCH (1,1) menunjukkan bahwa nilai *p-value* yang dihasilkan sebesar 0,000 atau kurang dari taraf signifikan $\alpha(0,05)$, artinya Tolak H_0 atau residual model GARCH (1,1) tidak berdistribusi normal. Hal ini kemungkinan terjadi karena adanya *outlier* pada data *return* saham yang dapat menyebabkan data tidak berdistribusi normal. Dalam uji asumsi residual ini, model GARCH (1,1) pada saham BMRI sudah memenuhi asumsi *white noise*. Jika suatu model GARCH (*p,q*) memiliki parameter yang telah signifikan dan memenuhi asumsi *white noise* maka pemodelan dengan orde yang lebih tinggi tidak perlu dilakukan. Hal ini didasarkan pada prinsip *Parsimony* yang menyatakan bahwa estimasi suatu model diusahakan menggunakan model yang sesederhana mungkin, sehingga model GARCH terbaik untuk saham BMRI adalah model GARCH (1,1).

4.8.4 Persamaan Model GARCH

Berdasarkan identifikasi model GARCH pada saham BBKA, BBRI, dan BMRI diperoleh model dengan estimasi parameter yang telah signifikan dan sudah memenuhi uji asumsi

residual. Model terbaik untuk saham BBKA adalah model GARCH (1,1) dengan persamaan model sebagai berikut:

$$\sigma_{1t}^2 = 1,143 \times 10^{-5} + 9,360 \times 10^{-2} \varepsilon_{t-1}^2 + 8,506 \times 10^{-3} \sigma_{t-1}^2$$

model GARCH terbaik untuk saham BBRI adalah model GARCH (1,1) dengan persamaan model sebagai berikut:

$$\sigma_{2t}^2 = 1,018 \times 10^{-5} + 8,967 \times 10^{-2} \varepsilon_{t-1}^2 + 8,864 \times 10^{-1} \sigma_{t-1}^2$$

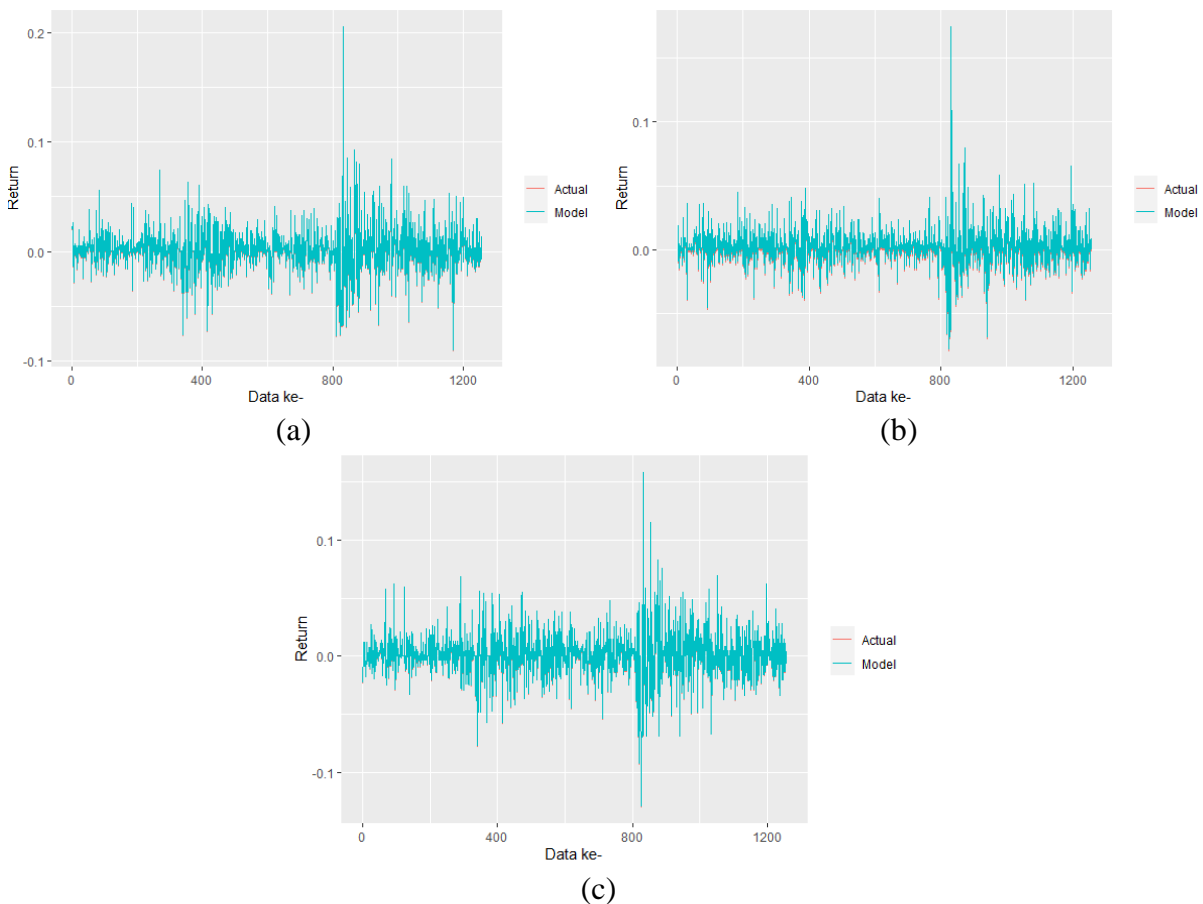
dan model GARCH terbaik untuk saham BMRI adalah model GARCH (1,1) dengan persamaan model sebagai berikut:

$$\sigma_{3t}^2 = 8,451 \times 10^{-6} + 5,596 \times 10^{-2} \varepsilon_{t-1}^2 + 9,224 \times 10^{-1} \sigma_{t-1}^2$$

dengan σ_{1t}^2 adalah variansi dari residual saham BBKA, σ_{2t}^2 adalah variansi dari residual saham BBRI, σ_{3t}^2 adalah variansi dari residual saham BMRI. ε_{t-1}^2 merupakan kuadrat dari residual pada waktu ke- t .

4.9 Perbandingan Data Aktual dengan Dugaan Model

Setelah diperoleh model VARMA-GARCH pada saham sektor perbankan, kemudian dilakukan analisis untuk melihat perbandingan antara data aktual dengan prediksi model pada masing-masing saham. Perbandingan data aktual dengan prediksi model pada saham BBKA dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Perbandingan Data Aktual dengan Model pada Saham: (a) BBKA, (b) BBRI, (c) BMRI

Berdasarkan Gambar 4.8 dapat dilihat bahwa dugaan model VARMA-GARCH memiliki pola atau pergerakan yang relatif sama dengan data aktual pada saham BBKA, BBRI, dan

BMRI. Hal ini menunjukkan keakuratan dalam pemodelan VARMA-GARCH pada saham masing-masing saham sektor perbankan. Selain itu, dalam melihat keakuratan atau seberapa besar tingkat kesalahan dugaan model dilakukan perhitungan dengan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Hasil perhitungan MAPE untuk model VARMA-GARCH pada saham masing-masing saham sektor perbankan dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.9 Nilai MAPE

Saham	Nilai MAPE
BBCA	1,01682
BBRI	1,44282
BMRI	1,46473

Tabel 4.12 menunjukkan bahwa nilai MAPE yang diperoleh pada masing-masing model saham sektor perbankan memiliki nilai kurang dari 10%, Sehingga dapat disimpulkan bahwa model dugaan VARMA-GARCH dari ketiga saham sektor perbankan memiliki kemampuan pendugaan yang sangat baik dan mampu memprediksi *return* dari ketiga saham dengan akurat.

4.10 Analisis Value at Risk

Setelah diperoleh model VARMA dan model GARCH pada masing-masing saham, kemudian dilakukan perhitungan risiko pada saham sektor perbankan menggunakan *Value at Risk*. *Value at Risk* digunakan sebagai estimasi kerugian maksimum yang dapat dialami oleh seorang investor pada periode waktu tertentu dan tingkat kepercayaan (keamanan) tertentu. Perhitungan *Value at Risk* pada penelitian ini menggunakan tiga tingkat kepercayaan yaitu 99%, 95%, dan 90%. Hasil perhitungan *Value at Risk* menggunakan pendekatan VARMA-GARCH dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.10 Hasil Perhitungan *Value at Risk* Model dan Data Empiris

Saham	Tingkat Kepercayaan	Nilai VaR Model (%)	Nilai VaR Data Empiris (%)
BBCA	99%	6,837917	6,948917
	95%	1,347398	1,458398
	90%	0,031299	0,142299
BBRI	99%	7,688542	7,799542
	95%	2,506826	2,617826
	90%	1,097853	1,208853
BMRI	99%	7,180341	7,291341
	95%	2,955273	3,066273
	90%	1,656480	1,767480

Berdasarkan Tabel 4.13, dapat diketahui bahwa hasil perhitungan *Value at Risk* dari model pada saham BBCA dengan tingkat kepercayaan 99% menghasilkan nilai *Value at Risk* sebesar 6,837917%. Oleh karena itu, jika seorang investor melakukan investasi sebesar Rp 1.000.000.000 pada saham BBCA, maka terdapat kemungkinan 1% kerugian harian minimum sebesar Rp 68.379.173 (6,837917% dari Rp 1.000.000.000). Pada saham BBCA dengan tingkat kepercayaan 95% menghasilkan nilai *Value at Risk* sebesar 1,347398%. Oleh karena itu, jika seorang investor melakukan investasi sebesar Rp 1.000.000.000 pada saham BBCA, maka terdapat kemungkinan 5% kerugian harian minimal sebesar Rp 13.473.982 (1,347398% dari Rp 1.000.000.000). Pada saham BBCA dengan tingkat kepercayaan 90% menghasilkan nilai *Value at Risk* sebesar 0,031299%. Oleh karena itu, jika seorang investor melakukan investasi sebesar Rp 1.000.000.000 pada saham BBCA, maka terdapat kemungkinan 10% kerugian

harian yang ditanggung oleh investor minimum sebesar Rp 312.985 (0,031299% dari Rp 1.000.000.000).

Pada saham BBRI dengan tingkat kepercayaan 99% menghasilkan nilai *Value at Risk* sebesar 7,688542%. Oleh karena itu, jika seorang investor melakukan investasi sebesar Rp 1.000.000.000 pada saham BBRI, maka terdapat kemungkinan 1% kerugian harian minimum sebesar Rp 76.885.423 (7,688542% dari Rp 1.000.000.000). Pada saham BBRI, dengan tingkat kepercayaan 95% menghasilkan nilai *Value at Risk* sebesar 2,506826%. Oleh karena itu, jika seorang investor melakukan investasi sebesar Rp 1.000.000.000 pada saham BBRI, maka terdapat kemungkinan 5% kerugian harian yang ditanggung minimum sebesar Rp 25.068.255 (2,506826% dari Rp 1.000.000.000). Pada saham BBRI dengan tingkat kepercayaan 90% menghasilkan nilai *Value at Risk* sebesar 1,097853%. Oleh karena itu, jika seorang investor melakukan investasi sebesar Rp 1.000.000.000 pada saham BBRI, maka terdapat kemungkinan 10% kerugian harian minimum sebesar Rp 10.978.527 (1,097853% dari Rp 1.000.000.000).

Pada saham BMRI dengan tingkat kepercayaan 99% menghasilkan nilai *Value at Risk* sebesar 7,180341%. Oleh karena itu, jika seorang investor melakukan investasi sebesar Rp 1.000.000.000 pada saham BMRI, maka terdapat kemungkinan 1% kerugian harian minimum sebesar Rp 71.803.411 (7,180341% dari Rp 1.000.000.000). Pada saham BMRI, dengan tingkat kepercayaan 95% menghasilkan nilai *Value at Risk* sebesar 2,955273%. Oleh karena itu, jika seorang investor melakukan investasi sebesar Rp 1.000.000.000 pada saham BMRI, maka terdapat kemungkinan 5% kerugian harian minimum sebesar Rp 29.552.729 (2,955273% dari Rp 1.000.000.000). Pada saham BMRI dengan tingkat kepercayaan 90% menghasilkan nilai *Value at Risk* sebesar 1,656480%. Oleh karena itu, jika seorang investor melakukan investasi sebesar Rp 1.000.000.000 pada saham BMRI, maka terdapat kemungkinan 10% kerugian harian minimum sebesar Rp 16.564.803 (1,656480% dari Rp 1.000.000.000).

Berdasarkan penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa semakin besar tingkat kepercayaan yang digunakan dalam perhitungan *Value at Risk*, maka semakin besar pula estimasi risiko yang dihasilkan. Sehingga semakin besar pula risiko yang dapat diderita oleh investor. Pada tingkat kepercayaan 99%, nilai VaR tertinggi dimiliki oleh saham BBRI dengan nilai VaR sebesar 7,688542%, sedangkan nilai VaR terendah dimiliki oleh saham BBRI dengan nilai VaR sebesar 0,031299%. Pada tingkat kepercayaan 95%, nilai VaR tertinggi dimiliki oleh saham BMRI dengan nilai VaR sebesar 2,955273%, sedangkan nilai VaR terendah dimiliki oleh saham BBRI dengan nilai VaR sebesar 0,031299%. Pada tingkat kepercayaan 90%, nilai VaR tertinggi dimiliki oleh saham BMRI dengan nilai VaR sebesar 1,656480%, sedangkan nilai VaR terendah dimiliki oleh saham BBRI dengan nilai VaR sebesar 0,031299%. Selain itu, jika dibandingkan dengan hasil perhitungan VaR data empiris, nilai VaR dari model memiliki nilai yang lebih kecil dan tidak jauh berbeda dengan nilai VaR data empiris.

4.11 Analisis *Expected Shortfall*

Perhitungan *Expected Shortfall* (ES) pada penelitian ini dilakukan untuk mengurangi masalah yang ada pada *Value at Risk* (VaR). ES merupakan metode lain untuk mengukur ekspektasi kerugian bersyarat maksimum yang melebihi VaR pada derajat kebebasan $100(1 - \alpha)\%$. Estimasi atau dugaan risiko menggunakan ES dapat bekerja pada data yang berdistribusi normal maupun tidak normal. Keunggulan ES dibandingkan dengan VaR adalah ES dapat memperhitungkan kerugian di atas nilai VaR yang mungkin terjadi sehingga dapat memperkuat hasil analisis risiko pada data penelitian. Perhitungan *Expected Shortfall* dilakukan dengan menggunakan tingkat kepercayaan 99%, 95%, dan 90% untuk melihat perbandingan dari ketiga tingkat kepercayaan. Hasil perhitungan *Expected Shortfall* pada masing-masing saham dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan *Expected Shortfall* Model dan Data Empiris

Saham	Tingkat Kepercayaan	Nilai ES Model (%)	Nilai ES Data Empiris (%)
BBCA	99%	12,130244	12,241244
	95%	4,934654	5,045654
	90%	2,744818	2,855818
BBRI	99%	12,419326	12,530326
	95%	5,869690	5,980690
	90%	3,772933	3,883933
BMRI	99%	10,785528	10,896528
	95%	5,674689	5,785689
	90%	3,938955	4,049955

Pada saham BBCA dengan tingkat kepercayaan 99% menghasilkan nilai ES sebesar 12,130244%. Oleh karena itu, jika seorang investor melakukan investasi sebesar Rp 1.000.000.000, maka terdapat kemungkinan 1% kerugian harian minimum sebesar Rp 121.302.443 (12,130244% dari Rp 1.000.000.000). Pada saham BBCA dengan tingkat kepercayaan 95% menghasilkan nilai ES sebesar 4,934654%. Oleh karena itu, jika seorang investor melakukan investasi sebesar Rp 1.000.000.000, maka terdapat kemungkinan 5% kerugian harian minimal sebesar Rp 49.346.543 (4,934654% dari Rp 1.000.000.000). Pada saham BBCA dengan tingkat kepercayaan 90% menghasilkan nilai ES sebesar 2,744818%. Oleh karena itu, jika seorang investor melakukan investasi sebesar Rp 1.000.000.000, maka terdapat kemungkinan 10% kerugian harian yang ditanggung oleh investor minimum sebesar Rp 27.448.177 (2,744818% dari Rp 1.000.000.000).

Pada saham BBRI dengan tingkat kepercayaan 99% menghasilkan nilai ES sebesar 12,419326%. Oleh karena itu, jika seorang investor melakukan investasi sebesar Rp 1.000.000.000, maka terdapat kemungkinan 1% kerugian harian minimum sebesar Rp 124.193.259 (12,419326% dari Rp 1.000.000.000). Pada saham BBRI, dengan tingkat kepercayaan 95% menghasilkan nilai ES sebesar 5,869690%. Oleh karena itu, jika seorang investor melakukan investasi sebesar Rp 1.000.000.000 pada saham BBRI, maka terdapat kemungkinan 5% kerugian harian yang ditanggung minimum sebesar Rp 58.696.897 (5,869690% dari Rp 1.000.000.000). Pada saham BBRI dengan tingkat kepercayaan 90% menghasilkan nilai ES sebesar 3,772933%. Oleh karena itu, jika seorang investor melakukan investasi sebesar Rp 1.000.000.000 pada saham BBRI, maka terdapat kemungkinan 10% kerugian harian minimum sebesar Rp 37.729.327 (3,772933% dari Rp 1.000.000.000).

Pada saham BMRI dengan tingkat kepercayaan 99% menghasilkan nilai ES sebesar 10,785528%. Oleh karena itu, jika seorang investor melakukan investasi sebesar Rp 1.000.000.000 pada saham BMRI, maka terdapat kemungkinan 1% kerugian harian minimum sebesar Rp 107.855.282 (10,785528% dari Rp 1.000.000.000). Pada saham BMRI, dengan tingkat kepercayaan 95% menghasilkan nilai ES sebesar 5,674689%. Oleh karena itu, jika seorang investor melakukan investasi sebesar Rp 1.000.000.000 pada saham BMRI, maka terdapat kemungkinan 5% kerugian harian minimum sebesar Rp 56.746.892 (5,674689% dari Rp 1.000.000.000). Pada saham BMRI dengan tingkat kepercayaan 90% menghasilkan nilai ES sebesar 3,938955%. Oleh karena itu, jika seorang investor melakukan investasi sebesar Rp 1.000.000.000 pada saham BMRI, maka terdapat kemungkinan 10% kerugian harian minimum sebesar Rp 39.389.551 (3,938955% dari Rp 1.000.000.000).

Sama halnya dengan hasil perhitungan *Value at Risk* pada Tabel 4.13, hasil perhitungan *Expected Shortfall* (ES) pada Tabel 4.14 menunjukkan bahwa semakin besar tingkat kepercayaan yang digunakan, maka semakin besar pula nilai ES yang dihasilkan. Sehingga risiko yang dapat diderita oleh investor juga semakin besar. Pada tingkat kepercayaan 99%,

nilai ES tertinggi dimiliki oleh saham BBRI dengan nilai ES sebesar 12,419326%, sedangkan nilai ES terendah dimiliki oleh saham BMRI dengan nilai ES sebesar 10,785528%. Pada tingkat kepercayaan 95%, nilai ES tertinggi dimiliki oleh saham BBRI dengan nilai ES sebesar 5,869690%, sedangkan nilai ES terendah dimiliki oleh saham BBKA dengan nilai ES sebesar 4,934654%. Pada tingkat kepercayaan 90%, nilai ES tertinggi dimiliki oleh saham BMRI dengan nilai ES sebesar 3,938955%, sedangkan nilai ES terendah dimiliki oleh saham BBKA dengan nilai ES sebesar 2,744818%. Selain itu, jika dibandingkan dengan hasil perhitungan ES pada data empiris, nilai ES dari model memiliki nilai yang lebih kecil dan tidak jauh berbeda dengan nilai ES data empiris.

4.12 Analisis Kausalitas Granger

Uji *Kausalitas Granger* digunakan dalam menganalisis hubungan kausalitas antar variabel yang diamati, apakah suatu variabel mempunyai hubungan dua arah (saling mempengaruhi), mempunyai hubungan satu arah saja atau bahkan tidak ada hubungan antar variabel tersebut. Hipotesis untuk uji *Kausalitas Granger* pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

H_0 : *return* saham prediktor tidak mempengaruhi *return* saham respon

H_1 : *return* saham prediktor mempengaruhi *return* saham respon

Uji yang digunakan untuk pengambilan keputusan adalah uji *F* dengan keputusan tolak H_0 jika $F_{hitung} > F_{(a,p,n-k)}$ atau $p_{value} < \alpha$. Sehingga variabel satu berpengaruh terhadap variabel lain. Hasil pengujian Kausalitas Granger pada variabel saham sektor perbankan dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.12 Hasil Uji Kausalitas Granger

H_0	F-hitung	p-value
BBRI tidak mempengaruhi BBKA	5,8098	0,0160
BMRI tidak mempengaruhi BBKA	1,2474	0,2643
BBKA tidak mempengaruhi BBRI	2,3741	0,1236
BMRI tidak mempengaruhi BBRI	2,9712	0,0850
BBKA tidak mempengaruhi BMRI	0,0012	0,9726
BBRI tidak mempengaruhi BMRI	15,0710	0,0001

Berdasarkan uji Kausalitas Granger pada Tabel 4.15 dapat diketahui bahwa tidak semua variabel berpengaruh terhadap variabel lain, karena hanya terdapat dua nilai *p-value* yang kurang dari taraf signifikansi α (0,05). Pada Tabel 4.15, nilai *p-value* pada hubungan BBKA terhadap BBRI menunjukkan nilai *p-value* sebesar 0,01608 yang kurang dari taraf signifikansi α (0,05), artinya saham BBKA berpengaruh secara signifikan pada saham BBRI atau dapat dikatakan saham BBKA dan BBRI memiliki hubungan satu arah karena hanya saham BBKA saja yang berpengaruh secara signifikan terhadap saham BBRI dan tidak berlaku sebaliknya. Pada hubungan BMRI terhadap BBRI nilai *p-value* yang dihasilkan sebesar 0,0001089 yang kurang dari taraf signifikansi α (0,05), artinya saham BMRI berpengaruh secara signifikan pada saham BBRI atau dapat dikatakan saham BMRI dan BBRI memiliki hubungan satu arah karena hanya saham BMRI saja yang berpengaruh secara signifikan terhadap saham BBRI dan tidak berlaku sebaliknya. Sedangkan hubungan yang terjadi antar variabel lainnya menunjukkan nilai *p-value* lebih dari taraf signifikansi α (0,05), artinya tidak ada hubungan antar variabel yang terjadi.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan untuk menjawab rumusan masalah yang diangkat oleh peneliti serta saran yang dapat direkomendasikan terhadap penelitian selanjutnya.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. *Return* terendah dari ketiga saham sektor perbankan dimiliki oleh saham BMRI dengan *return* sebesar -0,12992 dan *return* tertinggi dimiliki oleh saham BBRI dengan *return* sebesar 0,20492. Rata-rata dari *return* saham BBCA, BBRI, dan BMRI adalah 0,00080; 0,00066; dan 0,00038. Nilai standar deviasi dari *return* ketiga saham cukup tinggi jika dibandingkan dengan nilai rata-ratanya, artinya tingkat keragaman dari data cukup tinggi, dimana nilai standar deviasi tertinggi dimiliki oleh saham BBRI dengan nilai sebesar 0,02142 dan nilai standar deviasi terendah dimiliki oleh saham BBCA dengan nilai sebesar 0,01547. Nilai *skewness* dari ketiga saham berada pada rentang -2 dan 2 yang menunjukkan bahwa data berdistribusi normal, dimana nilai *skewness* dari saham BBCA, BBRI, dan BMRI sebesar 1,12933; 0,71420; dan 0,25355. Ketiga saham juga memiliki nilai kurtosis positif yang menunjukkan bahwa grafik dari data mempunyai puncak yang lebih tinggi dari kurva normal.
2. Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh model VARMA terbaik adalah VARMA (0,4) dan model GARCH terbaik adalah GARCH (1,1) untuk masing-masing saham. Persamaan dari model VARMA-GARCH pada masing-masing saham sektor perbankan adalah sebagai berikut:
 - Model VARMA saham BBCA:

$$\hat{z}_{1t} = 0,1195a_{1,t-1} + 0,0810a_{2,t-4} - 0,1086a_{3,t-4} + a_{1t}$$
 - Model VARMA saham BBRI:

$$\hat{z}_{2t} = 0,1228a_{2,t-2} + 0,1468a_{1,t-3} + a_{2t}$$
 - Model VARMA saham BMRI:

$$\hat{z}_{3t} = 0,1517a_{2,t-1} - 0,1134a_{3,t-1} + 0,1835a_{1,t-3} - 0,1067a_{3,t-4} + a_{3t}$$
 - Model GARCH (1,1) saham BBCA:

$$\sigma_{1t}^2 = 1,143 \times 10^{-5} + 9,360 \times 10^{-2} \varepsilon_{t-1}^2 + 8,506 \times 10^{-3} \sigma_{t-1}^2$$
 - Model GARCH (1,1) saham BBRI:

$$\sigma_{2t}^2 = 1,018 \times 10^{-5} + 8,967 \times 10^{-2} \varepsilon_{t-1}^2 + 8,864 \times 10^{-1} \sigma_{t-1}^2$$
 - Model GARCH (1,1) saham BMRI:

$$\sigma_{3t}^2 = 8,451 \times 10^{-6} + 5,596 \times 10^{-2} \varepsilon_{t-1}^2 + 9,224 \times 10^{-1} \sigma_{t-1}^2$$
3. Estimasi risiko pada saham sektor perbankan disimpulkan bahwa:
 - Hasil estimasi risiko tertinggi berdasarkan nilai *Value at Risk* (VaR) dimiliki oleh saham BBRI pada tingkat kepercayaan 99% dengan nilai VaR sebesar 7,688542%. Sedangkan nilai VaR terendah dimiliki oleh saham BBCA pada tingkat kepercayaan 90% dengan nilai VaR sebesar 0,031299%.
 - Hasil estimasi risiko tertinggi berdasarkan nilai *Expected Shortfall* (ES) dimiliki oleh saham BBRI pada tingkat kepercayaan 99% dengan nilai ES sebesar 12,419326%. Sedangkan nilai ES terendah dimiliki oleh saham BBCA pada tingkat kepercayaan 90% dengan nilai ES sebesar 2,744818%.

- Pada perhitungan risiko menggunakan *Value at Risk* dan *Expected Shortfall* dapat disimpulkan bahwa semakin besar tingkat kepercayaan yang digunakan, maka semakin besar pula nilai VaR dan ES yang dihasilkan.
 - Hasil perhitungan VaR dan ES dengan pendekatan model VARMA-GARCH memiliki nilai yang hampir sama dengan nilai pada perhitungan VaR dan ES dari data empiris.
4. Berdasarkan Uji Kausalitas Granger, didapatkan kesimpulan bahwa saham BBKA berpengaruh secara signifikan terhadap saham BBRI namun saham BBRI tidak berpengaruh secara signifikan terhadap saham BBKA. Sehingga hubungan antara kedua variabel merupakan hubungan satu arah. Pada saham BMRI dan BBRI juga terdapat hubungan satu arah, dimana saham BMRI berpengaruh secara signifikan terhadap saham BBRI namun saham BBRI tidak berpengaruh secara signifikan terhadap saham BMRI. Sedangkan untuk hubungan antara saham lainnya menunjukkan kesimpulan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antar saham.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dapat bermanfaat bagi investor dalam memprediksi risiko saham, khususnya saham sektor perbankan, sehingga dapat menjadi bahan pertimbangan dalam investasi.
2. Hasil analisis pengaruh yang dimiliki antar saham juga dapat digunakan oleh investor dalam menganalisis pergerakan saham, sehingga investor dapat mengantisipasi adanya perubahan harga saham berdasarkan pergerakan harga saham lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, W., & Dewi, L. K. (2008). Peramalan Menggunakan Metode Vector Autoregressive Moving Average (VARMA). *JUTI: Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, 7(2), 107. <https://doi.org/10.12962/j24068535.v7i2.a180>
- Anoraga, P., & Pakarti, P. (2001). Pengantar Pasar Modal.
- Artzner, P., Delbaen, F., Eber, J. M., & Heath, D. (1999). Coherent measures of risk. *Mathematical Finance*, 9(3), 203–228. <https://doi.org/10.1111/1467-9965.00068>
- Batra, A. (2004). Stock Return Volatility Patterns in India. *Main*, 124, 1–38.
- Boediono. (2004). Teori dan Aplikasi Statistika dan Probabilitas statistika : Sederhana, Lugas, dan Mudah Dimengerti.
- Bollerslev, T., Chou, R. Y., & Kroner, K. F. (1992). ARCH modeling in finance. A review of the theory and empirical evidence. *Journal of Econometrics*, 52(1–2), 5–59. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(92\)90064-X](https://doi.org/10.1016/0304-4076(92)90064-X)
- Box, G. E. P., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C., & Ljung, G. M. (2016). *Time Series Analysis Forecasting and Control "Fifth Edition."*
- Cryer, J. D., & Chan, K.-S. (2008). Time Series Analysis With Applications in R. In *European Journal of Operational Research* (Vol. 20, Issue 2). Springer Science+Business Media, LLC. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(85\)90052-9](https://doi.org/10.1016/0377-2217(85)90052-9)
- Dowd, K. (2005). *Measuring Market Risk Second Edition*. England : John Wiley & Sons.
- Engle, R. (1982). *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of the United Kingdom Inflation*. *Econometrica*, 50, 987-1007. http://www.unc.edu/~jbhill/Engle_ARCH.pdf <http://dx.doi.org/10.2307/1912773>
- Fakhrudin, M. A. & Sopian, M. (2001). Perangkat dan Model Analisis Investasi Di Pasar Modal. PT Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia. Jakarta.
- Ghozali, I. (2016). *Aplikasi Analisis Multivariate Denga Progam IBM SPSS 23 (Edisi 8)* (p. 163).
- Handini, S., & Astawinetu, E. dyah. (2020). Teori Portofolio dan Pasar Modal Indonesia. In *Scopindo Media Pustaka*.
- Hoti, S., McAleer, M., & Pauwels, L. L. (2008). Multivariate volatility in environmental finance. *Mathematics and Computers in Simulation*, 78(2–3), 189–199. <https://doi.org/10.1016/j.matcom.2008.01.038>
- Husnan, S. (2005). Dasar-dasar Teori Portofolio dan Analisis Sekuritas. Yogyakarta: UPP STIM YKPN.
- Jogiyanto H.M. (2008). Teori Portofolio dan Analisis Investasi. Edisi Kedua, BPEE UGM, Yogyakarta.
- Jorion, P. (2000). *Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk*. Second Edition. The McGraw-Hill Companies: Inc. New York.
- Jusmawati, Hadijati, M., & Fitriyani, N. (2020). Penerapan Model Vector Autoregressive Integrate Moving Average dalam Peramalan Laju Inflasi dan Suku Bunga di Indonesia. *Eigen Mathematics Journal*, 3(2), 74–82. <http://eigen.unram.ac.id>
- Kartika, A. (2010). Volatilitas Harga Saham di Indonesia dan Malaysia. *Aset*, 12(1), 17–26.
- Legiman, F.M. (2015). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Return Saham pada Perusahaan Agroindustry yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia Periode 2009-2012. *Jurnal EMBA*, (Vol.3 Issue 3)
- Lin Chang, Chia. (2009). *Modelling Conditional Correlations for Risk Diversification in Crude Oil Markets*. EI-2009-11
- Ling, S. & M. McAleer. (2003). "Asymptotic theory for a vector ARMA-GARCH model", *Econometric Theory*, 19, 278-308,

- Maghfiroh, B. (2018). Model *Hybrid Vector Autoregressive-Support Vector Regression* dan *Generalized SpaceTime Autoregressive-Support Vector Regression with Exogenous Variables* untuk Peramalan Arus Uang di KPW II BI. Surabaya:Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.
- Makridakis, S., Wheelwright, S., McGee, V.E., Andriyanto, U.S., & Basith, A. (1999). *Metode Dan Aplikasi Peramalan* (Jilid 1).
- McAleer, M. (2005). *Automated Inference And Learning In Modeling Financial Volatility. Econometric Theory* 21. pg:232-261.
- McClain, K. T. (1996). "Measuring Risk in The Mining Sector with ARCH Model with Important Observations on Sample Size," *Journal of Empirical Finance* Vol. 3, No. 4, pg:369-391.
- Muslih, M. I. (2008). Perbandingan Model CAMP Dengan APT dalam Memprediksi Imbalan Saham Industri Pertambangan di Bursa Efek Indonesia.
- Mudjiyono. (2012). *Investasi Dalam Saham & Obligasi Dan Meminimalisasi Risiko Sekuritas Pada Pasar Modal Indonesia. Jurnal STIE Semarang.*
- Nasution, Y. S. J. (2015). "Peranan Pasar Modal dalam Perekonomian Negara". *Human Falah*, vol. 2, No. 1.
- Panjaitan, H. (2018). Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api Menggunakan Metode ARIMA, Intervensi, dan ARFIMA. *Jurnal Gaussian*, Vol. 7, No. 1, pg : 96-109.
- Rosadi, D. (2011). *Analisis Ekonometrika dan Runtun Waktu Terapan dengan R. Andi.* Yogyakarta.
- Rusdin. (2008). *Pasar Modal: Teori, Masalah, dan Kebijakan dalam Praktik.* Bandung: Alfabeda.
- Saepudin, Y. (2017). Analisis Risiko Investasi Saham Tunggal Syariah Dengan Value at Risk (Var) Dan Expected Shortfall (Es). *Jurnal Gaussian*, Vol. 6, No. 2, Halaman 271-280.
- Suharsono, A., & Wibisono, A. (2016). Pemodelan Harga Saham *Blue Chip* Menggunakan *Vector Autoregressive* (VAR). *Jurnal "Performance" Bisnis & Akuntansi.* Vol. 6, No. 2.
- Sukono, Soeryana, E., Simanjuntak, A., Santoso, A., Ghazali, P. L., & Bon, A. T. (2019). ARIMA-GARCH model for estimation of value-at-risk and expected shortfall of some stocks in Indonesian capital market. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, November*, 327–334.
- Sunaryo, T. (2009). *Manajemen Risiko Finansial.* Jakarta: Salemba Empat.
- Sutrisno, B. (2017). Hubungan Volatilitas dan Volume Perdagangan di Bursa Efek Indonesia. *Jurnal Bisnis dan Manajemen.* Vol. 7, No. 1, hal 15-26.
- Tambunan, D. (2020). *Investasi Saham di Masa Pandemi COVID-19.* Widya Cipta: Jurnal Sekretari dan Manajemen. Vol. 4 No. 2.
- Tandelilin, E. (2007). *Analisis Investasi dan Manajemen Portofolio.* BPFE: Yogyakarta.
- Tsay, R.S. (2010). *Analysis of Financial Time Series "Third Edition".* John Wiley & Sons, Inc.
- Utami, V. W & Kartika, R. (2020). *Investasi Saham pada Sektor Perbankan adalah Pilihan yang Tepat Bagi Investor di Pasar Modal.* *Jurnal Sains Sosio Humaniora*, Volume 4, Nomor 2.
- Warsono, R., E., Wamiliana, Widiarti, & Usman, M. (2019). Modeling and forecasting by the vector autoregressive moving average model for export of coal and oil data (Case study from Indonesia over the years 2002-2017). *International Journal of Energy Economics and Policy*, 9(4), 240–247. <https://doi.org/10.32479/ijeep.7605>
- Wei, W.W.S. (2006). *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods.* Pearson Education, Inc., New York.

- Yamai, Y., & Yoshida, T. (2005). *Value-at-risk versus expected shortfall: A practical perspective*. *Journal of Banking & Finance*, 29(4), 997-1015.
- Zainun, N.Y. & Majid, M.Z.A. (2003). *Low Cost House Demand Predictor*. Malaysia: Universitas Teknologi Malaysia

(Halaman Sengaja Dikosongkan)

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data *Closing Price* Saham BBCA, BBRI, dan BMRI

Date	BBCA	BBRI	BMRI
2017-01-02	3100	2335	5788
2017-01-03	3155	2380	5650
2017-01-04	3140	2440	5675
2017-01-05	3135	2420	5625
2017-01-06	3120	2420	5688
2017-01-09	3070	2350	5638
2017-01-10	3080	2360	5700
2017-01-11	3060	2360	5688
2017-01-12	3065	2375	5650
2017-01-13	3055	2390	5550
2017-01-16	3035	2380	5463
2017-01-17	3035	2385	5463
2017-01-18	3060	2390	5525
2017-01-19	3075	2400	5525
2017-01-20	3050	2360	5500
2017-01-23	3010	2360	5488
2017-01-24	3010	2365	5500
⋮	⋮	⋮	⋮
2021-12-03	7375	4170	7150
2021-12-06	7350	4110	7175
2021-12-07	7350	4230	7300
2021-12-08	7425	4210	7150
2021-12-09	7350	4190	7350
2021-12-10	7375	4130	7200
2021-12-13	7300	4160	7125
2021-12-14	7300	4130	7175
2021-12-15	7300	4200	7275
2021-12-16	7275	4140	7250
2021-12-17	7500	4110	7150
2021-12-20	7375	4120	7075
2021-12-21	7375	4080	7150
2021-12-22	7325	4050	7050
2021-12-23	7300	4100	7075
2021-12-24	7300	4070	7050
2021-12-27	7350	4060	7000
2021-12-28	7350	4090	7050
2021-12-29	7300	4080	7100
2021-12-30	7300	4110	7025

Lampiran 2 Data Return Saham BBKA, BBRI, dan BMRI

Date	BBKA	BBRI	BMRI
2017-01-03	0,017742	0,019272	-0,023758
2017-01-04	-0,004754	0,025210	0,004425
2017-01-05	-0,001592	-0,008197	-0,008811
2017-01-06	-0,004785	0,000000	0,011111
2017-01-09	-0,016026	-0,028926	-0,008791
2017-01-10	0,003257	0,004255	0,011086
2017-01-11	-0,006494	0,000000	-0,002193
2017-01-12	0,001634	0,006356	-0,006593
2017-01-13	-0,003263	0,006316	-0,017699
2017-01-16	-0,006547	-0,004184	-0,015766
2017-01-17	0,000000	0,002101	0,000000
2017-01-18	0,008237	0,002096	0,011442
2017-01-19	0,004902	0,004184	0,000000
2017-01-20	-0,008130	-0,016667	-0,004525
2017-01-23	-0,013115	0,000000	-0,002273
2017-01-24	0,000000	0,002119	0,002278
2017-01-25	-0,006645	-0,010571	0,000000
2017-01-26	0,023411	0,004274	-0,009091
2017-01-27	0,006536	-0,002128	0,006881
⋮	⋮	⋮	⋮
2021-12-02	0,027397	0,029412	0,017668
2021-12-03	-0,016667	-0,007143	-0,006944
2021-12-06	-0,003390	-0,014388	0,003497
2021-12-07	0,000000	0,029197	0,017422
2021-12-08	0,010204	-0,004728	-0,020548
2021-12-09	-0,010101	-0,004751	0,027972
2021-12-10	0,003401	-0,014320	-0,020408
2021-12-13	-0,010169	0,007264	-0,010417
2021-12-14	0,000000	-0,007212	0,007018
2021-12-15	0,000000	0,016949	0,013937
2021-12-16	-0,003425	-0,014286	-0,003436
2021-12-17	0,030928	-0,007246	-0,013793
2021-12-20	-0,016667	0,002433	-0,010490
2021-12-21	0,000000	-0,009709	0,010601
2021-12-22	-0,006780	-0,007353	-0,013986
2021-12-23	-0,003413	0,012346	0,003546
2021-12-24	0,000000	-0,007317	-0,003534
2021-12-27	0,006849	-0,002457	-0,007092
2021-12-28	0,000000	0,007389	0,007143
2021-12-29	-0,006803	-0,002445	0,007092
2021-12-30	0,000000	0,007353	-0,010563

Lampiran 3 *Syntax* Analisis dengan RStudio

1. *Syntax* Library

```
library(tseries)
library(quantmod)
library(readxl)
library(moments)
library(ggplot2)
library(forecast)
library(MTS)
library(stats)
library(fGarch)
library(PerformanceAnalytics)
library(lmtest)
```

2. Pengumpulan Data

```
#INPUT DATA-----
library(tseries)
library(quantmod)
fro <- as.Date("2017/01/01")
too <- as.Date("2021/12/31")
getSymbols("BBCA.JK",src = "yahoo",from=fro,to=too)
getSymbols("BBRI.JK",src = "yahoo",from=fro,to=too)
getSymbols("BMRI.JK",src = "yahoo",from=fro,to=too)
```

3. Input Data *Closing Price*

```
#INPUT DATA SETELAH MENGHILANGKAN MISSING VALUE-----
library(readxl)
dc<-read_xlsx("DATA_CLOSING PRICE.xlsx")
view(dc)
```

4. Perhitungan *Return Saham*

```
#ANALISIS-----
x1 <- Delt(dc$X1);x1 <- x1[-1];head(x1);tail(x1)
x2 <- Delt(dc$X2);x2 <- x2[-1];head(x2);tail(x2)
x3 <- Delt(dc$X3);x3 <- x3[-1];head(x3);tail(x3)

df <- data.frame(x1,x2,x3)
df
```

5. Statistika Deskriptif

```
#STATDES-----
summary(df)
library(moments)
skewness(df)
kurtosis(df)
var(df)
sqrt(var(df))
```

6. Uji Stasioneritas dalam *Mean*

```
#UJI STASIONERITAS-----
df1<-na.omit(df$X1)
df2<-na.omit(df$X2)
df3<-na.omit(df$X3)
adf.test(df1)
adf.test(df2)
adf.test(df3)
```

Lampiran 3 Syntax Analisis dengan Rstudio (Lanjutan)

7. Identifikasi Model VARMA (Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter)

```
#PEMODELAN VARMA-----  
library(MTS)  
v01 <- VARMA(df,p = 0, q = 1, include.mean = F)  
v02 <- VARMA(df,p = 0, q = 2, include.mean = F)  
v03 <- VARMA(df,p = 0, q = 3, include.mean = F)  
v04 <- VARMA(df,p = 0, q = 4, include.mean = F)  
v05 <- VARMA(df,p = 0, q = 5, include.mean = F)  
v10 <- VARMA(df,p = 1, q = 0, include.mean = F)  
v20 <- VARMA(df,p = 2, q = 0, include.mean = F)  
v30 <- VARMA(df,p = 3, q = 0, include.mean = F)  
v40 <- VARMA(df,p = 4, q = 0, include.mean = F)  
v50 <- VARMA(df,p = 5, q = 0, include.mean = F)  
v11 <- VARMA(df,p = 1, q = 1, include.mean = F)  
v12 <- VARMA(df,p = 1, q = 2, include.mean = F)  
v13 <- VARMA(df,p = 1, q = 3, include.mean = F)  
v14 <- VARMA(df,p = 1, q = 4, include.mean = F)  
v15 <- VARMA(df,p = 1, q = 5, include.mean = F)  
v21 <- VARMA(df,p = 2, q = 1, include.mean = F)  
v22 <- VARMA(df,p = 2, q = 2, include.mean = F)  
v23 <- VARMA(df,p = 2, q = 3, include.mean = F)  
v24 <- VARMA(df,p = 2, q = 4, include.mean = F)  
v25 <- VARMA(df,p = 2, q = 5, include.mean = F)  
v31 <- VARMA(df,p = 3, q = 1, include.mean = F)  
v32 <- VARMA(df,p = 3, q = 2, include.mean = F)  
v33 <- VARMA(df,p = 3, q = 3, include.mean = F)  
v34 <- VARMA(df,p = 3, q = 4, include.mean = F)  
v35 <- VARMA(df,p = 3, q = 5, include.mean = F)  
v41 <- VARMA(df,p = 4, q = 1, include.mean = F)  
v42 <- VARMA(df,p = 4, q = 2, include.mean = F)  
v43 <- VARMA(df,p = 4, q = 3, include.mean = F)  
v44 <- VARMA(df,p = 4, q = 4, include.mean = F)  
v45 <- VARMA(df,p = 4, q = 5, include.mean = F)  
v51 <- VARMA(df,p = 5, q = 1, include.mean = F)  
v52 <- VARMA(df,p = 5, q = 2, include.mean = F)  
v53 <- VARMA(df,p = 5, q = 3, include.mean = F)  
v54 <- VARMA(df,p = 5, q = 4, include.mean = F)  
v55 <- VARMA(df,p = 5, q = 5, include.mean = F)
```

8. Uji White Noise

```
##AUTOKORELASI-----  
library(stats)  
Box.test(v04$residuals[,1], lag = 5, type = "Ljung-Box")  
Box.test(v04$residuals[,1], lag = 10, type = "Ljung-Box")  
Box.test(v04$residuals[,1], lag = 15, type = "Ljung-Box")  
  
Box.test(v04$residuals[,2], lag = 5, type = "Ljung-Box")  
Box.test(v04$residuals[,2], lag = 10, type = "Ljung-Box")  
Box.test(v04$residuals[,2], lag = 15, type = "Ljung-Box")  
  
Box.test(v04$residuals[,3], lag = 5, type = "Ljung-Box")  
Box.test(v04$residuals[,3], lag = 10, type = "Ljung-Box")  
Box.test(v04$residuals[,3], lag = 15, type = "Ljung-Box")
```

Lampiran 3 Syntax Analisis dengan Rstudio (Lanjutan)

9. Uji Normalitas

```
#NORMALITAS-----  
library(tseries)  
jarque.bera.test(v04$residuals[,1])  
jarque.bera.test(v04$residuals[,2])  
jarque.bera.test(v04$residuals[,3])  
  
library(RVAideMemoire)  
mqnorm(v04$residuals, main = "Multi-normal Q-Q Plot")
```

10. Uji Heteroskedastisitas

```
#HETEROSKEDASTISITAS-----  
MarchTest(v04$residuals, lag=1)
```

11. Identifikasi Model GARCH

```
#PEMODELAN GARCH-----  
library(fGarch)  
gr1 <- garchFit(~garch(1,1),data =  
v04$residuals[,1]);summary(gr1)  
gr2 <- garchFit(~garch(1,1),data =  
v04$residuals[,2]);summary(gr2)  
gr3 <- garchFit(~garch(1,1),data =  
v04$residuals[,3]);summary(gr3)
```

12. Uji Heteroskedastisitas

```
#UJI EFEK GARCH KEMBALI-----  
MarchTest(gr1$residuals)  
MarchTest(gr2$residuals)  
MarchTest(gr3$residuals)
```

13. Uji Asumsi Residual

```
#UJI ASUMSI-----  
##Autokorelasi  
Box.test(gr1$residuals)  
Box.test(gr2$residuals)  
Box.test(gr3$residuals)  
  
##normalitas-----  
jarque.bera.test(gr1$residuals)  
jarque.bera.test(gr2$residuals)  
jarque.bera.test(gr3$residuals)
```

14. Uji Kausalitas Granger

```
#KAUSALITAS GRANGER-----  
library(lmtest)  
grangertest(df$x1 ~ df$x2)  
grangertest(df$x1 ~ df$x3)  
grangertest(df$x2 ~ df$x1)  
grangertest(df$x2 ~ df$x3)  
grangertest(df$x3 ~ df$x1)  
grangertest(df$x3 ~ df$x2)
```

Lampiran 4 Syntax Pemodelan VARMA dengan SAS

```
libname data "/home/u61639549/testing";  
proc import datafile="/home/u61639549/testing/DATA_ALL.xlsx"  
    out=data.df(drop=A) dbms=xlsx replace;  
run;  
proc varmax data=data.df printall;  
    model x1 x2 x3/q=4 dfest noint method=m1 print=(corry parcoef  
pcorr pccorr roots);  
    output lead=10 out=datavarma;  
run;
```

Lampiran 5 Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (0,1)

```
> v01 <- VARMA(df,p = 0, q = 1, include.mean = F)
Number of parameters: 9
initial estimates: -0.1195 0.0654 0.0072 0.0747 0.0085 0.0055 0.0457
0.1537 -0.1158
Par. lower-bounds: -0.191 0.0062 -0.0534 -0.0245 -0.0736 -0.0786 -0.0525
0.0724 -0.199
Par. upper-bounds: -0.048 0.1246 0.0678 0.1739 0.0906 0.0896 0.1439
0.2349 -0.0326
Final Estimates: -0.1216877 0.06567107 0.01105393 0.07049521
0.01091157 -0.0014027 0.04063241 0.1464073 -0.1063994

Coefficient(s):
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
[1,] -0.121688  0.035422  -3.435 0.000592 ***
[2,]  0.065671  0.029075   2.259 0.023902 *
[3,]  0.011054  0.029331   0.377 0.706270
[4,]  0.070495  0.049404   1.427 0.153602
[5,]  0.010912  0.042815   0.255 0.798837
[6,] -0.001403  0.040249  -0.035 0.972199
[7,]  0.040632  0.048914   0.831 0.406150
[8,]  0.146407  0.040434   3.621 0.000294 ***
[9,] -0.106399  0.041842  -2.543 0.010994 *

---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
---
Estimates in matrix form:
MA coefficient matrix
MA( 1 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,]  0.1217 -0.0657 -0.0111
[2,] -0.0705 -0.0109  0.0014
[3,] -0.0406 -0.1464  0.1064
```

Lampiran 6 Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (0,2)

```

> v02 <- VARMA(df,p = 0, q = 2, include.mean = F)
Number of parameters: 18
initial estimates: -0.1198 0.0656 0.0073 -0.0171 -0.0158 -0.0248 0.0748
0.0082 0.0058 0.0893 -0.1303 -0.0274 0.0456 0.1539 -0.116 0.0366 -0.0571
-0.0657
Par. lower-bounds: -0.1912 0.0065 -0.0532 -0.0884 -0.0749 -0.0853 -
0.0237 -0.0734 -0.0777 -0.0093 -0.2119 -0.1109 -0.0522 0.0729 -0.1988 -
0.0611 -0.138 -0.1486
Par. upper-bounds: -0.0484 0.1247 0.0678 0.0543 0.0433 0.0357 0.1733
0.0897 0.0893 0.1878 -0.0488 0.056 0.1434 0.2348 -0.0331 0.1344 0.0239
0.0172
Final Estimates: -0.104857 0.06260204 0.006317848 -0.02637577 -
0.004296436 -0.03274497 0.09125778 0.01307108 -0.005177878 0.06076724 -
0.1254229 -0.03176817 0.06793942 0.1440633 -0.1112686 0.03634974 -
0.04920306 -0.07785105

Coefficient(s):
      Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)
[1,] -0.104857  0.035381  -2.964  0.003040 **
[2,]  0.062602  0.029238   2.141  0.032266 *
[3,]  0.006318  0.029862   0.212  0.832446
[4,] -0.026376  0.036008  -0.733  0.463860
[5,] -0.004296  0.029427  -0.146  0.883918
[6,] -0.032745  0.030068  -1.089  0.276140
[7,]  0.091258  0.048792   1.870  0.061439 .
[8,]  0.013071  0.040194   0.325  0.745032
[9,] -0.005178  0.040983  -0.126  0.899462
[10,] 0.060767  0.048791   1.245  0.212965
[11,] -0.125423  0.040593  -3.090  0.002003 **
[12,] -0.031768  0.041481  -0.766  0.443770
[13,]  0.067939  0.048783   1.393  0.163718
[14,]  0.144063  0.039993   3.602  0.000315 ***
[15,] -0.111269  0.040987  -2.715  0.006634 **
[16,]  0.036350  0.049051   0.741  0.458661
[17,] -0.049203  0.040695  -1.209  0.226642
[18,] -0.077851  0.043306  -1.798  0.072226 .
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
---

Estimates in matrix form:
MA coefficient matrix
MA( 1 )-matrix
      [,1]      [,2]      [,3]
[1,]  0.1049 -0.0626 -0.00632
[2,] -0.0913 -0.0131  0.00518
[3,] -0.0679 -0.1441  0.11127
MA( 2 )-matrix
      [,1]      [,2]      [,3]
[1,]  0.0264  0.0043  0.0327
[2,] -0.0608  0.1254  0.0318
[3,] -0.0363  0.0492  0.0779

```

Lampiran 7 Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (0,3)

```

> v03 <- VARMA(df,p = 0, q = 3, include.mean = F)
Number of parameters: 27
initial estimates: -0.1195 0.0655 0.0073 -0.0169 -0.0159 -0.0248 0.0579
0.0282 -0.0192 0.0758 0.0075 0.0061 0.0898 -0.1307 -0.0276 0.1427 0.0364
-0.0304 0.046 0.153 -0.1152 0.0368 -0.0575 -0.0653 0.1835 -3e-04 -0.0453
Par. lower-bounds: -0.1907 0.0065 -0.0531 -0.0882 -0.0749 -0.0852 -
0.0133 -0.0308 -0.0795 -0.0222 -0.0736 -0.0769 -0.0082 -0.2118 -0.1106
0.0448 -0.0447 -0.1134 -0.0512 0.0725 -0.1976 -0.0603 -0.138 -0.1476
0.0863 -0.0807 -0.1276
Par. upper-bounds: -0.0482 0.1244 0.0677 0.0544 0.043 0.0355 0.1292
0.0872 0.0412 0.1737 0.0886 0.0892 0.1878 -0.0496 0.0555 0.2407 0.1175
0.0526 0.1431 0.2334 -0.0329 0.134 0.0229 0.0171 0.2807 0.0802 0.0371
Final Estimates: -0.110843 0.06003871 0.01393702 -0.01228362 -
0.008021816 -0.03706446 0.06602872 0.02769364 -0.02321098 0.07720424
0.01117428 0.004960265 0.08442501 -0.1215024 -0.03786337 0.1394895
0.01786828 -0.01168061 0.05177823 0.1449982 -0.1078454 0.04368187 -
0.04662307 -0.08289975 0.1900148 0.003386984 -0.04828268
Coefficient(s):
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
[1,] -0.110843  0.035275  -3.142 0.001676 **
[2,]  0.060039  0.029421   2.041 0.041285 *
[3,]  0.013937  0.030116   0.463 0.643520
[4,] -0.012284  0.035835  -0.343 0.731758
[5,] -0.008022  0.029528  -0.272 0.785875
[6,] -0.037064  0.030329  -1.222 0.221675
[7,]  0.066029  0.036658   1.801 0.071669 .
[8,]  0.027694  0.029422   0.941 0.346574
[9,] -0.023211  0.030071  -0.772 0.440197
[10,] 0.077204  0.048556   1.590 0.111831
[11,] 0.011174  0.040382   0.277 0.782000
[12,] 0.004960  0.041506   0.120 0.904873
[13,] 0.084425  0.048612   1.737 0.082437 .
[14,] -0.121502  0.040315  -3.014 0.002580 **
[15,] -0.037863  0.041477  -0.913 0.361312
[16,]  0.139489  0.048823   2.857 0.004276 **
[17,]  0.017868  0.039909   0.448 0.654354
[18,] -0.011681  0.041667  -0.280 0.779222
[19,]  0.051778  0.048243   1.073 0.283145
[20,]  0.144998  0.040247   3.603 0.000315 ***
[21,] -0.107845  0.041075  -2.626 0.008650 **
[22,]  0.043682  0.048650   0.898 0.369254
[23,] -0.046623  0.040237  -1.159 0.246570
[24,] -0.082900  0.043250  -1.917 0.055268 .
[25,]  0.190015  0.048856   3.889 0.000101 ***
[26,]  0.003387  0.040546   0.084 0.933427
[27,] -0.048283  0.042434  -1.138 0.255195
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
---
Estimates in matrix form:
MA coefficient matrix
MA( 1 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,]  0.1108 -0.0600 -0.01394
[2,] -0.0772 -0.0112 -0.00496
[3,] -0.0518 -0.1450  0.10785
MA( 2 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,]  0.0123 0.00802 0.0371
[2,] -0.0844 0.12150 0.0379
[3,] -0.0437 0.04662 0.0829
MA( 3 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,] -0.066 -0.02769 0.0232
[2,] -0.139 -0.01787 0.0117
[3,] -0.190 -0.00339 0.0483

```

Lampiran 8 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (0,4)

```

> v04 <- VARMA(df,p = 0, q = 4, include.mean = F)
Number of parameters: 36
initial estimates: -0.12 0.066 0.0071 -0.0172 -0.0148 -0.0255 0.0577
0.0289 -0.0197 -0.0221 0.0663 -0.087 0.0754 0.0077 0.0061 0.0897 -0.1301
-0.028 0.1428 0.0368 -0.031 -0.0825 0.0041 -0.007 0.0456 0.1541 -0.1159
0.036 -0.0565 -0.0658 0.1828 5e-04 -0.0453 -0.0043 0.0567 -0.0877
Par. lower-bounds: -0.191 0.0072 -0.0531 -0.0882 -0.0736 -0.0857 -
0.0133 -0.0298 -0.0799 -0.0931 0.0076 -0.1471 -0.0224 -0.0733 -0.0768 -
0.0081 -0.2111 -0.1109 0.0449 -0.0442 -0.1139 -0.1804 -0.0768 -0.0899 -
0.0514 0.0738 -0.1981 -0.061 -0.1367 -0.148 0.0858 -0.0798 -0.1275 -
0.1014 -0.0236 -0.1699
Par. upper-bounds: -0.049 0.1247 0.0672 0.0538 0.0439 0.0346 0.1286
0.0877 0.0404 0.0489 0.1251 -0.0268 0.1732 0.0887 0.089 0.1876 -0.0492
0.0549 0.2406 0.1178 0.052 0.0153 0.0851 0.0759 0.1426 0.2344 -0.0337
0.133 0.0238 0.0164 0.2798 0.0807 0.037 0.0927 0.137 -0.0055
Final Estimates: -0.1194683 0.06012487 0.01113664 -0.01565294 -
0.01086257 -0.02915596 0.06504102 0.01548797 -0.009981361 -0.01285487
0.08095187 -0.1085579 0.07357022 -0.0006376718 0.01411679 0.09260798 -
0.1227653 -0.0356712 0.1468191 0.01861061 -0.01614939 -0.08027329
0.0002637996 -0.01290921 0.04387067 0.1517076 -0.1133951 0.03596113 -
0.04341634 -0.07653446 0.1835457 -0.004857848 -0.03890336 0.004367548
0.07726103 -0.1066048

Coefficient(s):
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
[1,] -0.1194683 0.0355401 -3.362 0.000775 ***
[2,]  0.0601249 0.0318778  1.886 0.059281 .
[3,]  0.0111366 0.0307468  0.362 0.717199 .
[4,] -0.0156529 0.0353617 -0.443 0.658017 .
[5,] -0.0108626 0.0292956 -0.371 0.710792 .
[6,] -0.0291560 0.0298458 -0.977 0.328626 .
[7,]  0.0650410 0.0363768  1.788 0.073779 .
[8,]  0.0154880 0.0301627  0.513 0.607616 .
[9,] -0.0099814 0.0301543 -0.331 0.740637 .
[10,] -0.0128549 0.0351933 -0.365 0.714914 .
[11,]  0.0809519 0.0330292  2.451 0.014249 *
[12,] -0.1085579 0.0308897 -3.514 0.000441 ***
[13,]  0.0735702 0.0509881  1.443 0.149052 .
[14,] -0.0006377 0.0567546 -0.011 0.991035 .
[15,]  0.0141168 0.0462120  0.305 0.760001 .
[16,]  0.0926080 0.0487433  1.900 0.057445 .
[17,] -0.1227653 0.0407557 -3.012 0.002593 **
[18,] -0.0356712 0.0411759 -0.866 0.386319 .
[19,]  0.1468191 0.0495809  2.961 0.003064 **
[20,]  0.0186106 0.0425658  0.437 0.661952 .
[21,] -0.0161494 0.0416944 -0.387 0.698514 .
[22,] -0.0802733 0.0532612 -1.507 0.131769 .
[23,]  0.0002638 0.0568036  0.005 0.996295 .
[24,] -0.0129092 0.0451576 -0.286 0.774977 .
[25,]  0.0438707 0.0491961  0.892 0.372526 .
[26,]  0.1517076 0.0495348  3.063 0.002194 **
[27,] -0.1133951 0.0432096 -2.624 0.008683 **
[28,]  0.0359611 0.0486372  0.739 0.459679 .
[29,] -0.0434163 0.0412237 -1.053 0.292255 .
[30,] -0.0765345 0.0410761 -1.863 0.062429 .
[31,]  0.1835457 0.0492941  3.723 0.000196 ***
[32,] -0.0048578 0.0421552 -0.115 0.908257 .
[33,] -0.0389034 0.0421384 -0.923 0.355888 .
[34,]  0.0043675 0.0512542  0.085 0.932092 .
[35,]  0.0772610 0.0522823  1.478 0.139471 .
[36,] -0.1066048 0.0448503 -2.377 0.017459 *

---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
---

```


Lampiran 8 Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (0,4) (Lanjutan)

```
Estimates in matrix form:
MA coefficient matrix
MA( 1 )-matrix
      [,1]      [,2]      [,3]
[1,]  0.1195 -0.060125 -0.0111
[2,] -0.0736  0.000638 -0.0141
[3,] -0.0439 -0.151708  0.1134
MA( 2 )-matrix
      [,1]      [,2]      [,3]
[1,]  0.0157  0.0109  0.0292
[2,] -0.0926  0.1228  0.0357
[3,] -0.0360  0.0434  0.0765
MA( 3 )-matrix
      [,1]      [,2]      [,3]
[1,] -0.065  -0.01549  0.00998
[2,] -0.147  -0.01861  0.01615
[3,] -0.184   0.00486  0.03890
MA( 4 )-matrix
      [,1]      [,2]      [,3]
[1,]  0.01285 -0.080952  0.1086
[2,]  0.08027 -0.000264  0.0129
[3,] -0.00437 -0.077261  0.1066
```

Lampiran 9 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (0,5)

```
> v05 <- VARMA(df,p = 0, q = 5, include.mean = F)
Number of parameters: 45
initial estimates: -0.1197 0.0664 0.0064 -0.0173 -0.0145 -0.0258 0.0574
0.0292 -0.0198 -0.0223 0.0665 -0.087 0.0131 0.0135 -0.0317 0.0749 0.0076
0.0062 0.0897 -0.1301 -0.028 0.1426 0.0368 -0.0311 -0.0827 0.0041 -
0.0068 -0.0668 -0.0131 0.0491 0.0444 0.1549 -0.117 0.0358 -0.0564 -
0.0658 0.1825 0.0011 -0.0459 -0.0049 0.057 -0.0874 -0.0251 0.0805 -
0.0093
Par. lower-bounds: -0.1907 0.0076 -0.0538 -0.0883 -0.0732 -0.0859 -
0.0136 -0.0296 -0.08 -0.0933 0.0078 -0.1471 -0.0579 -0.0452 -0.0919 -
0.0229 -0.0733 -0.0767 -0.0081 -0.2111 -0.1108 0.0448 -0.0441 -0.114 -
0.1805 -0.0768 -0.0897 -0.1646 -0.094 -0.0337 -0.0524 0.0748 -0.1991 -
0.061 -0.1365 -0.1479 0.0857 -0.079 -0.1279 -0.1017 -0.0231 -0.1694 -
0.1219 4e-04 -0.0913
Par. upper-bounds: -0.0488 0.1252 0.0666 0.0537 0.0443 0.0344 0.1284
0.0879 0.0403 0.0487 0.1253 -0.0268 0.0841 0.0723 0.0284 0.1726 0.0886
0.0891 0.1875 -0.0492 0.0549 0.2404 0.1178 0.0518 0.0151 0.085 0.076
0.031 0.0678 0.132 0.1412 0.2351 -0.0349 0.1326 0.0237 0.0162 0.2793
0.0813 0.0362 0.0919 0.1372 -0.0054 0.0718 0.1607 0.0727
Final Estimates: -0.1156978 0.06651149 0.005318317 -0.01872352 -
0.01182686 -0.02474583 0.06436913 0.0221985 -0.01742356 -0.01812323
0.07724059 -0.09540911 0.01292345 0.002291317 -0.01971755 0.07541891
0.003323739 0.01205805 0.08201534 -0.1274333 -0.02284148 0.1510699
0.03298766 -0.03142296 -0.07477123 0.003267329 -0.006835274 -0.05842808
-0.03577717 0.06663398 0.04055303 0.1545898 -0.1140395 0.02520436 -
0.04683033 -0.06504562 0.1830109 -0.0002679459 -0.04374517 -0.0006938419
0.07464648 -0.101575 -0.02620982 0.07314189 -0.01016562
```

Coefficient(s):

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
[1,]	-0.1156978	0.0352498	-3.282	0.001030	**
[2,]	0.0665115	0.0293340	2.267	0.023367	*
[3,]	0.0053183	0.0299294	0.178	0.858962	
[4,]	-0.0187235	0.0354804	-0.528	0.597698	
[5,]	-0.0118269	0.0295795	-0.400	0.689280	
[6,]	-0.0247458	0.0300882	-0.822	0.410825	
[7,]	0.0643691	0.0360165	1.787	0.073903	.
[8,]	0.0221985	0.0259395	0.856	0.392119	
[9,]	-0.0174236	0.0288679	-0.604	0.546136	
[10,]	-0.0181232	0.0333236	-0.544	0.586541	
[11,]	0.0772406	0.0297670	2.595	0.009464	**
[12,]	-0.0954091	0.0305435	-3.124	0.001786	**
[13,]	0.0129235	0.0373256	0.346	0.729166	
[14,]	0.0022913	0.0294967	0.078	0.938082	
[15,]	-0.0197176	0.0304160	-0.648	0.516816	
[16,]	0.0754189	0.0484476	1.557	0.119539	
[17,]	0.0033237	0.0401047	0.083	0.933950	
[18,]	0.0120580	0.0410440	0.294	0.768923	
[19,]	0.0820153	0.0487828	1.681	0.092717	.
[20,]	-0.1274333	0.0405282	-3.144	0.001665	**
[21,]	-0.0228415	0.0410792	-0.556	0.578187	
[22,]	0.1510699	0.0484518	3.118	0.001821	**
[23,]	0.0329877	0.0332612	0.992	0.321307	
[24,]	-0.0314230	0.0395359	-0.795	0.426732	
[25,]	-0.0747712	0.0456366	-1.638	0.101337	
[26,]	0.0032673	0.0397397	0.082	0.934473	
[27,]	-0.0068353	0.0420941	-0.162	0.871006	
[28,]	-0.0584281	0.0488745	-1.195	0.231903	
[29,]	-0.0357772	0.0412132	-0.868	0.385340	
[30,]	0.0666340	0.0416599	1.599	0.109715	
[31,]	0.0405530	0.0481168	0.843	0.399339	
[32,]	0.1545898	0.0398846	3.876	0.000106	***
[33,]	-0.1140395	0.0407676	-2.797	0.005153	**
[34,]	0.0252044	0.0485875	0.519	0.603941	

Lampiran 9 *Output* Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (0,5)
(Lanjutan)

[35,]	-0.0468303	0.0404893	-1.157	0.247432	
[36,]	-0.0650456	0.0410248	-1.586	0.112848	
[37,]	0.1830109	0.0475687	3.847	0.000119	***
[38,]	-0.0002679	0.0215670	-0.012	0.990087	
[39,]	-0.0437452	0.0367622	-1.190	0.234066	
[40,]	-0.0006938	0.0411564	-0.017	0.986549	
[41,]	0.0746465	0.0408103	1.829	0.067383	.
[42,]	-0.1015750	0.0432429	-2.349	0.018827	*
[43,]	-0.0262098	0.0491331	-0.533	0.593725	
[44,]	0.0731419	0.0408230	1.792	0.073184	.
[45,]	-0.0101656	0.0414210	-0.245	0.806130	

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Estimates in matrix form:
MA coefficient matrix

MA(1)-matrix

	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	0.1157	-0.06651	-0.00532
[2,]	-0.0754	-0.00332	-0.01206
[3,]	-0.0406	-0.15459	0.11404

MA(2)-matrix

	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	0.0187	0.0118	0.0247
[2,]	-0.0820	0.1274	0.0228
[3,]	-0.0252	0.0468	0.0650

MA(3)-matrix

	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	-0.0644	-0.022198	0.0174
[2,]	-0.1511	-0.032988	0.0314
[3,]	-0.1830	0.000268	0.0437

MA(4)-matrix

	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	0.018123	-0.07724	0.09541
[2,]	0.074771	-0.00327	0.00684
[3,]	0.000694	-0.07465	0.10158

MA(5)-matrix

	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	-0.0129	-0.00229	0.0197
[2,]	0.0584	0.03578	-0.0666
[3,]	0.0262	-0.07314	0.0102

Lampiran 10 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (1,0)

```
> v10 <- VARMA(df,p = 1, q = 0, include.mean = F)
Number of parameters: 9
initial estimates: -0.1072 0.055 0.0065 0.0572 0.017 -0.013 0.0382
0.1442 -0.1086
Par. lower-bounds: -0.1775 -0.0031 -0.0528 -0.0403 -0.0636 -0.0953 -
0.0582 0.0644 -0.1901
Par. upper-bounds: -0.037 0.1131 0.0659 0.1546 0.0976 0.0693 0.1347
0.224 -0.0271
Final Estimates: -0.1069244 0.05446167 0.006634092 0.06093551
0.0186176 -0.01736641 0.03859337 0.1420549 -0.107833

Coefficient(s):
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
x1 -0.106924  0.035012  -3.054 0.002258 **
x2  0.054462  0.028906   1.884 0.059549 .
x3  0.006634  0.029499   0.225 0.822062
x1  0.060936  0.048610   1.254 0.210000
x2  0.018618  0.040135   0.464 0.642742
x3 -0.017366  0.040955  -0.424 0.671536
x1  0.038593  0.048073   0.803 0.422089
x2  0.142055  0.039696   3.579 0.000345 ***
x3 -0.107833  0.040511  -2.662 0.007772 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
---
Estimates in matrix form:
AR coefficient matrix
AR( 1 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,] -0.1069 0.0545 0.00663
[2,]  0.0609 0.0186 -0.01737
[3,]  0.0386 0.1421 -0.10783
```

Lampiran 11 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (2,0)

```

> v20 <- VARMA(df,p = 2, q = 0, include.mean = F)
Number of parameters: 18
initial estimates: -0.113 0.0568 0.0097 -0.0379 -0.0069 -0.0128 0.0632
0.0091 -0.0024 0.0724 -0.1147 -0.0249 0.0387 0.1442 -0.1061 0.0178 -
0.0317 -0.0651
Par. lower-bounds: -0.1837 -0.0014 -0.0502 -0.1087 -0.0654 -0.0724 -
0.0345 -0.0714 -0.085 -0.0254 -0.1955 -0.1072 -0.0583 0.0643 -0.1881 -
0.0792 -0.1119 -0.1468
Par. upper-bounds: -0.0422 0.1151 0.0695 0.0329 0.0516 0.0468 0.1609
0.0896 0.0802 0.1702 -0.0339 0.0574 0.1356 0.224 -0.0241 0.1148 0.0485
0.0166
Final Estimates: -0.1122687 0.05675882 0.008950309 -0.03785705 -
0.006867544 -0.01222269 0.06448107 0.008521612 -0.003332391 0.07110709 -
0.1147403 -0.02335484 0.03894996 0.1420921 -0.1054814 0.01526407 -
0.03195865 -0.06271749

Coefficient(s):
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
x1 -0.112269   0.035327  -3.178 0.001483 **
x2  0.056759   0.029057   1.953 0.050774 .
x3  0.008950   0.029915   0.299 0.764791 .
x1 -0.037857   0.035307  -1.072 0.283621
x2 -0.006868   0.029120  -0.236 0.813557
x3 -0.012223   0.029649  -0.412 0.680158
x1  0.064481   0.048849   1.320 0.186835
x2  0.008522   0.040147   0.212 0.831903
x3 -0.003332   0.041503  -0.080 0.936004
x1  0.071107   0.048782   1.458 0.144941
x2 -0.114740   0.040219  -2.853 0.004332 **
x3 -0.023355   0.040952  -0.570 0.568478
x1  0.038950   0.048438   0.804 0.421327
x2  0.142092   0.039818   3.569 0.000359 ***
x3 -0.105481   0.041039  -2.570 0.010162 *
x1  0.015264   0.048410   0.315 0.752529
x2 -0.031959   0.039898  -0.801 0.423123
x3 -0.062717   0.040630  -1.544 0.122683
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
---
Estimates in matrix form:
AR coefficient matrix
AR( 1 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,] -0.1123 0.05676 0.00895
[2,]  0.0645 0.00852 -0.00333
[3,]  0.0389 0.14209 -0.10548
AR( 2 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,] -0.0379 -0.00687 -0.0122
[2,]  0.0711 -0.11474 -0.0234
[3,]  0.0153 -0.03196 -0.0627

```

Lampiran 12 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (3,0)

```

> v30 <- VARMA(df,p = 3, q = 0, include.mean = F)
Number of parameters: 27
initial estimates: -0.111 0.0585 0.0104 -0.0294 -0.008 -0.0195 0.0546
0.0273 -0.0102 0.0716 0.0078 -9e-04 0.0985 -0.1206 -0.0397 0.1768 0.0314
-0.0425 0.0479 0.1399 -0.1047 0.0446 -0.0392 -0.0769 0.1869 0.006 -
0.0472
Par. lower-bounds: -0.1817 1e-04 -0.0494 -0.1007 -0.0667 -0.0796 -
0.0162 -0.0313 -0.0698 -0.0256 -0.0725 -0.083 5e-04 -0.2012 -0.1223
0.0795 -0.0492 -0.1243 -0.0486 0.0601 -0.1863 -0.0527 -0.1192 -0.1589
0.0902 -0.0741 -0.1285
Par. upper-bounds: -0.0402 0.117 0.0702 0.0419 0.0507 0.0405 0.1255
0.086 0.0493 0.1688 0.0882 0.0813 0.1965 -0.0399 0.0428 0.2742 0.112
0.0393 0.1445 0.2197 -0.0232 0.142 0.0409 0.005 0.2836 0.086 0.034
Final Estimates: -0.1104312 0.05852492 0.009672738 -0.02900854 -
0.008063653 -0.01902644 0.05530323 0.02506062 -0.009092939 0.07225466
0.007662752 -0.001854424 0.09811199 -0.1206655 -0.03845529 0.1781067
0.02780303 -0.04112407 0.0477421 0.1388225 -0.1045652 0.04372412 -
0.03855075 -0.07657186 0.1884702 0.006090071 -0.04866642
Coefficient(s):
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
x1 -0.110431  0.035270   -3.131 0.001742 **
x2  0.058525  0.029110    2.010 0.044380 *
x3  0.009673  0.029534    0.328 0.743278
x1 -0.029009  0.035592   -0.815 0.415055
x2 -0.008064  0.029213   -0.276 0.782526
x3 -0.019026  0.029939   -0.636 0.525100
x1  0.055303  0.035323    1.566 0.117431
x2  0.025061  0.029166    0.859 0.390213
x3 -0.009093  0.029598   -0.307 0.758684
x1  0.072255  0.048371    1.494 0.135240
x2  0.007663  0.039866    0.192 0.847577
x3 -0.001854  0.039902   -0.046 0.962932
x1  0.098112  0.048910    2.006 0.044858 *
x2 -0.120665  0.040152   -3.005 0.002654 **
x3 -0.038455  0.041143   -0.935 0.349960
x1  0.178107  0.048541    3.669 0.000243 ***
x2  0.027803  0.040069    0.694 0.487759
x3 -0.041124  0.040680   -1.011 0.312054
x1  0.047742  0.048093    0.993 0.320859
x2  0.138823  0.039673    3.499 0.000467 ***
x3 -0.104565  0.040147   -2.605 0.009199 **
x1  0.043724  0.048547    0.901 0.367771
x2 -0.038551  0.039867   -0.967 0.333554
x3 -0.076572  0.040847   -1.875 0.060847 .
x1  0.188470  0.048178    3.912 9.16e-05 ***
x2  0.006090  0.039716    0.153 0.878131
x3 -0.048666  0.040358   -1.206 0.227871
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
---
Estimates in matrix form:
AR coefficient matrix
AR( 1 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,] -0.1104 0.05852 0.00967
[2,]  0.0723 0.00766 -0.00185
[3,]  0.0477 0.13882 -0.10457
AR( 2 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,] -0.0290 -0.00806 -0.0190
[2,]  0.0981 -0.12067 -0.0385
[3,]  0.0437 -0.03855 -0.0766
AR( 3 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,]  0.0553 0.02506 -0.00909
[2,]  0.1781 0.02780 -0.04112
[3,]  0.1885 0.00609 -0.04867

```

Lampiran 13 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (4,0)

```

> v40 <- VARMA(df,p = 4, q = 0, include.mean = F)
Number of parameters: 36
initial estimates: -0.1102 0.06 0.0102 -0.0303 -0.0058 -0.0245 0.0538
0.034 -0.0177 -0.007 0.05 -0.0876 0.0729 0.0126 3e-04 0.0979 -0.1243 -
0.0417 0.1705 0.0334 -0.0372 -0.0355 -0.0287 -0.0197 0.0504 0.1411 -
0.1076 0.0462 -0.0403 -0.081 0.191 0.0086 -0.0524 0.0314 0.0187 -0.0787
Par. lower-bounds: -0.1807 0.0016 -0.0495 -0.1015 -0.0645 -0.0844 -
0.0176 -0.0248 -0.0777 -0.0781 -0.0085 -0.1469 -0.0242 -0.0678 -0.0819 -
2e-04 -0.2052 -0.1242 0.0723 -0.0475 -0.1197 -0.1334 -0.1092 -0.1015 -
0.0461 0.0613 -0.1892 -0.0512 -0.1206 -0.1629 0.0935 -0.0718 -0.1343 -
0.0659 -0.0613 -0.1599
Par. upper-bounds: -0.0397 0.1183 0.0699 0.0409 0.053 0.0354 0.1251
0.0927 0.0422 0.0641 0.1084 -0.0282 0.17 0.093 0.0824 0.1959 -0.0434
0.0408 0.2687 0.1143 0.0453 0.0624 0.0518 0.062 0.1468 0.2209 -0.026
0.1436 0.0401 0.001 0.2885 0.0889 0.0296 0.1286 0.0986 0.0025
Final Estimates: -0.1095632 0.06001471 0.009341027 -0.03014132 -
0.005315902 -0.02412274 0.05481614 0.03194101 -0.01708229 -0.009058513
0.04840369 -0.08442827 0.07342979 0.01271883 -0.000686586 0.09712089 -
0.1242792 -0.0402637 0.1712884 0.02984728 -0.03518245 -0.03923813 -
0.0315241 -0.01468397 0.04997368 0.1393018 -0.1065498 0.04614664 -
0.0404857 -0.08007294 0.1919844 0.0077294 -0.05310221 0.03047385
0.02052417 -0.07865829

Coefficient(s):
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
x1 -0.1095632  0.0353491  -3.099 0.001939 **
x2  0.0600147  0.0294355   2.039 0.041465 *
x3  0.0093410  0.0308898   0.302 0.762348
x1 -0.0301413  0.0355496  -0.848 0.396513
x2 -0.0053159  0.0293115  -0.181 0.856086
x3 -0.0241227  0.0299015  -0.807 0.419817
x1  0.0548161  0.0356021   1.540 0.123636
x2  0.0319410  0.0292891   1.091 0.275475
x3 -0.0170823  0.0298947  -0.571 0.567718
x1 -0.0090585  0.0354228  -0.256 0.798163
x2  0.0484037  0.0291073   1.663 0.096325 .
x3 -0.0844283  0.0295314  -2.859 0.004251 **
x1  0.0734298  0.0490752   1.496 0.134583
x2  0.0127188  0.0412966   0.308 0.758092
x3 -0.0006866  0.0453843  -0.015 0.987930
x1  0.0971209  0.0489631   1.984 0.047306 *
x2 -0.1242792  0.0404532  -3.072 0.002125 **
x3 -0.0402637  0.0412250  -0.977 0.328727
x1  0.1712884  0.0490177   3.494 0.000475 ***
x2  0.0298473  0.0403456   0.740 0.459427
x3 -0.0351824  0.0411958  -0.854 0.393088
x1 -0.0392381  0.0488022  -0.804 0.421383
x2 -0.0315241  0.0400838  -0.786 0.431601
x3 -0.0146840  0.0406726  -0.361 0.718078
x1  0.0499737  0.0484427   1.032 0.302258
x2  0.1393018  0.0403981   3.448 0.000564 ***
x3 -0.1065498  0.0429150  -2.483 0.013035 *
x1  0.0461466  0.0486091   0.949 0.342447
x2 -0.0404857  0.0401258  -1.009 0.312989
x3 -0.0800729  0.0409004  -1.958 0.050259 .
x1  0.1919844  0.0486686   3.945 7.99e-05 ***
x2  0.0077294  0.0400425   0.193 0.846935
x3 -0.0531022  0.0408803  -1.299 0.193955
x1  0.0304738  0.0484561   0.629 0.529417
x2  0.0205242  0.0398028   0.516 0.606101
x3 -0.0786583  0.0403848  -1.948 0.051449 .
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
---
Estimates in matrix form:

```

Lampiran 13 *Output* Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (4,0)
(Lanjutan)

```
AR coefficient matrix
AR( 1 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,] -0.1096 0.0600 0.009341
[2,] 0.0734 0.0127 -0.000687
[3,] 0.0500 0.1393 -0.106550
AR( 2 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,] -0.0301 -0.00532 -0.0241
[2,] 0.0971 -0.12428 -0.0403
[3,] 0.0461 -0.04049 -0.0801
AR( 3 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,] 0.0548 0.03194 -0.0171
[2,] 0.1713 0.02985 -0.0352
[3,] 0.1920 0.00773 -0.0531
AR( 4 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,] -0.00906 0.0484 -0.0844
[2,] -0.03924 -0.0315 -0.0147
[3,] 0.03047 0.0205 -0.0787

Residuals cov-matrix:
      [,1] [,2] [,3]
[1,] 0.0002342521 0.0001754526 0.0001794825
[2,] 0.0001754526 0.0004441420 0.0003027361
[3,] 0.0001794825 0.0003027361 0.0004378262
----
aic= -24.84184
bic= -24.69501
```


Lampiran 14 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (5,0)

```

> v50 <- VARMA(df,p = 5, q = 0, include.mean = F)
Number of parameters: 45
initial estimates: -0.1143 0.0647 0.0069 -0.0302 -0.0073 -0.0268 0.0547
0.0363 -0.02 -0.0011 0.0516 -0.0954 0.0368 0.0376 -0.0503 0.0757 0.0118
0.0018 0.0959 -0.1248 -0.0394 0.1677 0.0364 -0.035 -0.0407 -0.0284 -
0.0175 -0.0369 0.0069 0.0439 0.0483 0.1509 -0.1125 0.0425 -0.046 -0.0819
0.1882 0.0197 -0.0522 0.0365 0.0213 -0.0923 0.0247 0.0961 -0.015
Par. lower-bounds: -0.185 0.0061 -0.0529 -0.1015 -0.0661 -0.0868 -
0.0168 -0.0227 -0.0799 -0.0729 -0.0071 -0.1553 -0.0343 -0.021 -0.1099 -
0.0217 -0.0688 -0.0806 -0.0022 -0.2058 -0.122 0.0693 -0.0449 -0.1176 -
0.1396 -0.1094 -0.1001 -0.1349 -0.0738 -0.0382 -0.0481 0.0712 -0.1939 -
0.0546 -0.1262 -0.1637 0.0909 -0.0607 -0.1339 -0.0613 -0.0587 -0.1739 -
0.0722 0.0162 -0.0962
Par. upper-bounds: -0.0436 0.1232 0.0666 0.041 0.0515 0.0332 0.1261
0.0953 0.04 0.0706 0.1103 -0.0354 0.1079 0.0962 0.0093 0.1731 0.0925
0.0841 0.194 -0.0437 0.0433 0.2661 0.1177 0.0476 0.0582 0.0525 0.065
0.0611 0.0876 0.1261 0.1446 0.2307 -0.031 0.1395 0.0341 -2e-04 0.2855
0.1001 0.0295 0.1342 0.1013 -0.0106 0.1216 0.1759 0.0662
Final Estimates: -0.1143778 0.06436563 0.007061226 -0.02987192 -
0.0069887 -0.02683567 0.05505622 0.03601905 -0.0202672 -0.001118203
0.05188087 -0.09534197 0.03753099 0.03720568 -0.05052066 0.0748892
0.01140209 0.002211067 0.09525404 -0.1249145 -0.03848942 0.1673646
0.03543875 -0.03455326 -0.04172833 -0.0280359 -0.01715325 -0.03596361
0.007442511 0.04261864 0.04727725 0.1486061 -0.1102776 0.04259447 -
0.04677977 -0.0810098 0.1893913 0.01965286 -0.05356148 0.03705658
0.0242011 -0.09451884 0.0274052 0.09840119 -0.018599

```

Coefficient(s):

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
x1	-0.114378	0.035257	-3.244	0.001178	**
x2	0.064366	0.029075	2.214	0.026845	*
x3	0.007061	0.029599	0.239	0.811446	
x1	-0.029872	0.035508	-0.841	0.400196	
x2	-0.006989	0.029270	-0.239	0.811284	
x3	-0.026836	0.029898	-0.898	0.369407	
x1	0.055056	0.035582	1.547	0.121794	
x2	0.036019	0.029413	1.225	0.220729	
x3	-0.020267	0.029879	-0.678	0.497577	
x1	-0.001118	0.034094	-0.033	0.973836	
x2	0.051881	0.029144	1.780	0.075053	.
x3	-0.095342	0.029727	-3.207	0.001340	**
x1	0.037531	0.035404	1.060	0.289110	
x2	0.037206	0.029133	1.277	0.201569	
x3	-0.050521	0.029615	-1.706	0.088019	.
x1	0.074889	0.048563	1.542	0.123049	
x2	0.011402	0.039867	0.286	0.774874	
x3	0.002211	0.040335	0.055	0.956284	
x1	0.095254	0.048941	1.946	0.051620	.
x2	-0.124914	0.040367	-3.094	0.001972	**
x3	-0.038489	0.041199	-0.934	0.350190	
x1	0.167365	0.049064	3.411	0.000647	***
x2	0.035439	0.040533	0.874	0.381945	
x3	-0.034553	0.041176	-0.839	0.401377	
x1	-0.041728	0.048622	-0.858	0.390773	
x2	-0.028036	0.040246	-0.697	0.486046	
x3	-0.017153	0.041065	-0.418	0.676158	
x1	-0.035964	0.048814	-0.737	0.461273	
x2	0.007443	0.040142	0.185	0.852913	
x3	0.042619	0.040811	1.044	0.296349	
x1	0.047277	0.048072	0.983	0.325378	
x2	0.148606	0.039603	3.752	0.000175	***
x3	-0.110278	0.040266	-2.739	0.006167	**
x1	0.042594	0.048424	0.880	0.379064	
x2	-0.046780	0.039946	-1.171	0.241573	
x3	-0.081010	0.040769	-1.987	0.046917	*
x1	0.189391	0.048544	3.901	9.56e-05	***
x2	0.019653	0.040102	0.490	0.624081	

Lampiran 14 *Output* Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (5,0)

(Lanjutan)

X3	-0.053561	0.040739	-1.315	0.188594
X1	0.037057	0.048058	0.771	0.440663
X2	0.024201	0.039821	0.608	0.543360
X3	-0.094519	0.040637	-2.326	0.020024 *
X1	0.027405	0.048293	0.567	0.570390
X2	0.098401	0.039724	2.477	0.013244 *
X3	-0.018599	0.040380	-0.461	0.645084

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1				

Estimates in matrix form:				
AR coefficient matrix				
AR(1)-matrix				
	[,1]	[,2]	[,3]	
[1,]	-0.1144	0.0644	0.00706	
[2,]	0.0749	0.0114	0.00221	
[3,]	0.0473	0.1486	-0.11028	
AR(2)-matrix				
	[,1]	[,2]	[,3]	
[1,]	-0.0299	-0.00699	-0.0268	
[2,]	0.0953	-0.12491	-0.0385	
[3,]	0.0426	-0.04678	-0.0810	
AR(3)-matrix				
	[,1]	[,2]	[,3]	
[1,]	0.0551	0.0360	-0.0203	
[2,]	0.1674	0.0354	-0.0346	
[3,]	0.1894	0.0197	-0.0536	
AR(4)-matrix				
	[,1]	[,2]	[,3]	
[1,]	-0.00112	0.0519	-0.0953	
[2,]	-0.04173	-0.0280	-0.0172	
[3,]	0.03706	0.0242	-0.0945	
AR(5)-matrix				
	[,1]	[,2]	[,3]	
[1,]	0.0375	0.03721	-0.0505	
[2,]	-0.0360	0.00744	0.0426	
[3,]	0.0274	0.09840	-0.0186	

Lampiran 15 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (1,1)

```

> v11 <- VARMA(df,p = 1, q = 1, include.mean = F)
Number of parameters: 18
initial estimates: 0.1477 -0.1723 0.0076 -0.545 0.0682 -0.2581 -0.3116
-0.1871 0.1625 -0.2672 0.2377 -5e-04 0.6197 -0.0598 0.2637 0.3573 0.3407
-0.2783
Par. lower-bounds: -0.2365 -0.4776 -0.2906 -1.0757 -0.3535 -0.6702 -
0.8391 -0.6064 -0.247 -0.658 -0.0732 -0.3048 0.0798 -0.4894 -0.1567 -
0.1794 -0.0863 -0.6962
Par. upper-bounds: 0.5319 0.1329 0.3059 -0.0143 0.49 0.1539 0.216
0.2321 0.5721 0.1236 0.5487 0.3039 1.1595 0.3698 0.6841 0.8939 0.7678
0.1396
Final Estimates: 0.08983496 -0.2919454 0.04185939 -0.6935085
0.1056299 -0.5219282 -0.8067106 -0.6063514 0.3661871 -0.1776408
0.3553944 -0.01644817 0.8210014 -0.09320145 0.5439694 0.8938862
0.7330726 -0.4415605

Coefficient(s):
      Estimate Std. Error  t value Pr(>|t|)
x1      0.08983      0.23227    0.387  0.6989
x2     -0.29195      0.18547   -1.574  0.1155
x3      0.04186      0.19992    0.209  0.8341
x1     -0.69351      0.61816   -1.122  0.2619
x2      0.10563      0.42142    0.251  0.8021
x3     -0.52193      0.47241   -1.105  0.2692
x1     -0.80671      0.57487   -1.403  0.1605
x2     -0.60635      0.33037   -1.835  0.0664 .
x3      0.36619      0.48560    0.754  0.4508
      -0.17764      0.25179   -0.706  0.4805
      0.35539      0.19706    1.804  0.0713 .
      -0.01645      0.20901   -0.079  0.9373
      0.82100      0.64792    1.267  0.2051
      -0.09320      0.43709   -0.213  0.8311
      0.54397      0.49002    1.110  0.2670
      0.89389      0.60054    1.488  0.1366
      0.73307      0.34667    2.115  0.0345 *
      -0.44156      0.50812   -0.869  0.3848

---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
---

Estimates in matrix form:
AR coefficient matrix
AR( 1 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,] 0.0898 -0.292 0.0419
[2,] -0.6935 0.106 -0.5219
[3,] -0.8067 -0.606 0.3662
MA coefficient matrix
MA( 1 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,] 0.178 -0.3554 0.0164
[2,] -0.821 0.0932 -0.5440
[3,] -0.894 -0.7331 0.4416

```

Lampiran 16 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (1,2)

```

> v12 <- VARMA(df,p = 1, q = 2, include.mean = F)
Number of parameters: 27
initial estimates: 0.2051 -0.189 0.0574 -0.4187 0.018 -0.1307 -0.4391 -
0.2165 0.4129 -0.3249 0.2544 -0.05 0.0182 -0.0354 -0.0196 0.4934 -0.0096
0.1362 0.0447 -0.0844 -0.0383 0.4847 0.3702 -0.5287 -0.0188 -0.088 -
0.0158
Par. lower-bounds: -0.3704 -0.5504 -0.3637 -1.2118 -0.48 -0.7111 -1.227
-0.7112 -0.1637 -0.9048 -0.1114 -0.4752 -0.0907 -0.1131 -0.098 -0.3058 -
0.5137 -0.4498 -0.1053 -0.1915 -0.1463 -0.3093 -0.1307 -1.1109 -0.1678 -
0.1944 -0.123
Par. upper-bounds: 0.7807 0.1723 0.4786 0.3745 0.5159 0.4497 0.3489
0.2782 0.9895 0.255 0.6203 0.3753 0.127 0.0423 0.0587 1.2926 0.4946
0.7223 0.1947 0.0227 0.0697 1.2786 0.871 0.0535 0.1302 0.0184 0.0915
Final Estimates: -0.3566418 -0.3408275 0.4154436 -1.208355 -
0.03669263 0.04853672 -1.226705 -0.6866393 0.9654239 0.2491077 0.4089039
-0.414312 -0.09068543 -0.03791113 0.02961418 1.292565 0.04461549 -
0.04652334 -0.09339337 -0.04045809 -0.01912019 1.275555 0.8425423 -
1.084992 -0.09274027 -0.09012793 0.02764587

Coefficient(s):
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
x1 -0.35664    1.36762   -0.261    0.794
x2 -0.34083    1.24851   -0.273    0.785
x3  0.41544    0.87601    0.474    0.635
x1 -1.20835    0.80110   -1.508    0.131
x2 -0.03669    1.83299   -0.020    0.984
x3  0.04854    2.44604    0.020    0.984
x1 -1.22670    3.02827   -0.405    0.685
x2 -0.68664    1.47083   -0.467    0.641
x3  0.96542    0.92165    1.047    0.295
      0.24911    1.38729    0.180    0.857
      0.40890    1.25573    0.326    0.745
      -0.41431    0.87930   -0.471    0.638
      -0.09069    0.23800   -0.381    0.703
      -0.03791    0.13388   -0.283    0.777
      0.02961    0.04858    0.610    0.542
      1.29257    0.79555    1.625    0.104
      0.04462    1.83165    0.024    0.981
      -0.04652    2.45602   -0.019    0.985
      -0.09339    0.11323   -0.825    0.409
      -0.04046    0.31595   -0.128    0.898
      -0.01912    0.26128   -0.073    0.942
      1.27555    3.03432    0.420    0.674
      0.84254    1.47325    0.572    0.567
      -1.08499    0.91964   -1.180    0.238
      -0.09274    0.50881   -0.182    0.855
      -0.09013    0.29351   -0.307    0.759
      0.02765    0.08187    0.338    0.736

---
Estimates in matrix form:
AR coefficient matrix
AR( 1 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,] -0.357 -0.3408 0.4154
[2,] -1.208 -0.0367 0.0485
[3,] -1.227 -0.6866 0.9654
MA coefficient matrix
MA( 1 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,] -0.249 -0.4089 0.4143
[2,] -1.293 -0.0446 0.0465
[3,] -1.276 -0.8425 1.0850

```

Lampiran 16 *Output* Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (1,2)
(Lanjutan)

MA(2)-matrix	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	0.0907	0.0379	-0.0296
[2,]	0.0934	0.0405	0.0191
[3,]	0.0927	0.0901	-0.0276

Lampiran 17 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (1,3)

```

> v13 <- VARMA(df,p = 1, q = 3, include.mean = F)
Number of parameters: 36
initial estimates: 0.3743 -0.1937 0.0569 -0.1009 -0.0264 -0.1676 0.0402
-0.4456 0.3908 -0.4937 0.2587 -0.0491 0.0387 -0.0463 -0.021 0.0776
0.0131 -0.0124 0.1766 0.034 0.1737 0.0877 -0.099 -0.0452 0.1505 0.0222 -
0.0455 0.0058 0.5978 -0.5053 0.0556 -0.1134 -0.021 0.2055 -0.0303 -
0.0342
Par. lower-bounds: -0.2345 -0.6303 -0.3731 -0.9383 -0.6269 -0.759 -0.79
-1.041 -0.1955 -1.1066 -0.1812 -0.483 -0.077 -0.1258 -0.0999 -0.003 -
0.0593 -0.0755 -0.6664 -0.571 -0.4231 -0.0714 -0.2084 -0.1536 0.0397 -
0.0774 -0.1323 -0.83 -0.0021 -1.0971 -0.1022 -0.2219 -0.1285 0.0956 -
0.129 -0.1203
Par. upper-bounds: 0.9831 0.2429 0.4869 0.7364 0.5742 0.4238 0.8704
0.1498 0.9772 0.1192 0.6986 0.3848 0.1544 0.0333 0.0578 0.1582 0.0855
0.0507 1.0195 0.639 0.7705 0.2468 0.0103 0.0633 0.2614 0.1218 0.0412
0.8416 1.1977 0.0864 0.2134 -0.005 0.0866 0.3154 0.0685 0.0518
Final Estimates: 0.9034968 0.003612805 -0.2932732 -0.4237689
0.1732375 -0.3329759 0.0108485 -0.2292685 0.5106123 -1.022149 0.05773401
0.3071963 0.1039278 -0.02037848 -0.07538312 0.08266574 0.04472028 -
0.05577486 0.5122379 -0.1804523 0.3457789 0.05048355 -0.04452544 -
0.08134294 0.138857 0.04466861 -0.0777041 0.03905738 0.3759022 -
0.6242946 0.04603314 -0.1268273 -0.02667869 0.1484452 0.04860968 -
0.03884232

Coefficient(s):
      Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)
X1  0.903497    0.190607    4.740  2.14e-06 ***
X2  0.003613    0.166812    0.022  0.9827
X3 -0.293273    0.173690   -1.688  0.0913 .
X1 -0.423769    0.799724   -0.530  0.5962
X2  0.173238    0.314558    0.551  0.5818
X3 -0.332976    0.572918   -0.581  0.5611
X1  0.010849    0.415769    0.026  0.9792
X2 -0.229268    0.228539   -1.003  0.3158
X3  0.510612    0.343135    1.488  0.1367
-1.022149    0.196281   -5.208  1.91e-07 ***
 0.057734    0.168056    0.344  0.7312
 0.307196    0.177691    1.729  0.0838 .
 0.103928    0.054894    1.893  0.0583 .
-0.020378    0.043395   -0.470  0.6386
-0.075383    0.044686   -1.687  0.0916 .
 0.082666    0.054838    1.507  0.1317
 0.044720    0.031032    1.441  0.1496
-0.055775    0.036461   -1.530  0.1261
 0.512238    0.804817    0.636  0.5245
-0.180452    0.317055   -0.569  0.5693
 0.345779    0.574928    0.601  0.5476
 0.050484    0.123476    0.409  0.6826
-0.044525    0.075630   -0.589  0.5560
-0.081343    0.087248   -0.932  0.3512
 0.138857    0.067507    2.057  0.0397 *
 0.044669    0.053963    0.828  0.4078
-0.077704    0.051972   -1.495  0.1349
 0.039057    0.421534    0.093  0.9262
 0.375902    0.233967    1.607  0.1081
-0.624295    0.348421   -1.792  0.0732 .
 0.046033    0.084489    0.545  0.5859
-0.126827    0.057226   -2.216  0.0267 *
-0.026679    0.063602   -0.419  0.6749
 0.148445    0.070032    2.120  0.0340 *
 0.048610    0.043343    1.122  0.2621
-0.038842    0.039582   -0.981  0.3264
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
---

```

Lampiran 17 *Output* Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (1,4)
(Lanjutan)

```
Estimates in matrix form:
AR coefficient matrix
AR( 1 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,]  0.9035 0.00361 -0.293
[2,] -0.4238 0.17324 -0.333
[3,]  0.0108 -0.22927 0.511
MA coefficient matrix
MA( 1 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,]  1.0221 -0.0577 -0.307
[2,] -0.5122 0.1805 -0.346
[3,] -0.0391 -0.3759 0.624
MA( 2 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,] -0.1039 0.0204 0.0754
[2,] -0.0505 0.0445 0.0813
[3,] -0.0460 0.1268 0.0267
MA( 3 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,] -0.0827 -0.0447 0.0558
[2,] -0.1389 -0.0447 0.0777
[3,] -0.1484 -0.0486 0.0388
```

Lampiran 18 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (1,4)

```

> v14 <- VARMA(df,p = 1, q = 4, include.mean = F)
Number of parameters: 45
initial estimates: 0.2493 0.044 0.2557 -0.2236 0.4121 0.1204 -0.0571 -
0.3922 0.4895 -0.3692 0.0219 -0.2485 -0.0032 -0.069 3e-04 0.0468 0.0525
0.0059 -0.0906 0.0598 -0.0704 0.2991 -0.4037 -0.115 0.0275 -0.1379 -
0.0144 0.0992 0.0905 -0.0136 -0.1499 -0.0035 0.0076 0.1026 0.5455 -
0.6046 0.0348 -0.1212 -0.0102 0.1946 -0.0186 -0.0283 -0.0349 0.0715 -
0.0797
Par. lower-bounds: -0.3873 -0.4922 -0.2556 -1.102 -0.3276 -0.585 -
0.9275 -1.1253 -0.2096 -1.0097 -0.5164 -0.7631 -0.1281 -0.1544 -0.0842 -
0.0412 -0.0339 -0.0611 -0.2079 -0.0023 -0.1341 -0.5846 -1.1465 -0.8251 -
0.1448 -0.2557 -0.131 -0.0222 -0.0286 -0.106 -0.3118 -0.0892 -0.0802 -
0.7731 -0.1906 -1.3083 -0.136 -0.2379 -0.1257 0.0743 -0.1367 -0.1199 -
0.1953 -0.0135 -0.1668
Par. upper-bounds: 0.8859 0.5801 0.7669 0.6547 1.1519 0.8259 0.8134
0.3408 1.1885 0.2712 0.5603 0.2661 0.1218 0.0164 0.0848 0.1348 0.1388
0.0729 0.0268 0.122 -0.0067 1.1827 0.3391 0.595 0.1999 -0.0201 0.1022
0.2206 0.2097 0.0788 0.012 0.0823 0.0955 0.9783 1.2816 0.099 0.2056 -
0.0044 0.1054 0.3149 0.0995 0.0633 0.1255 0.1565 0.0074
Final Estimates: 0.02473941 0.2238446 0.4491802 -0.9418813 0.1166567
0.3172047 -0.4013382 -0.9677229 0.3858077 -0.1352624 -0.1616221 -
0.4433502 -0.04606821 -0.07293201 0.007131982 0.02684473 0.0669924
0.03204763 -0.07305424 0.02625506 -0.03350545 1.029333 -0.1165098 -
0.3116346 -0.04199639 -0.1043215 -0.002177098 0.0952187 0.05565816 -
0.02264415 0.003670245 -0.05135555 0.02909372 0.4454552 1.119691 -
0.4996078 0.04106824 -0.07647886 -0.02268383 0.2434266 -0.0939271 -
0.06844421 0.1255462 0.06400035 -0.07303283

Coefficient(s):
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
x1 0.024739 NaN NaN NaN
x2 0.223845 0.187882 1.191 0.233493
x3 0.449180 0.007741 58.027 < 2e-16 ***
x1 -0.941881 0.732536 -1.286 0.198519
x2 0.116657 0.160570 0.727 0.467523
x3 0.317205 NaN NaN NaN
x1 -0.401338 NaN NaN NaN
x2 -0.967723 0.310218 -3.119 0.001812 **
x3 0.385808 0.648010 0.595 0.551594
-0.135262 NaN NaN NaN
-0.161622 0.178179 -0.907 0.364366
-0.443350 0.044761 -9.905 < 2e-16 ***
-0.046068 NaN NaN NaN
-0.072932 0.050910 -1.433 0.151985
0.007132 0.040033 0.178 0.858603
0.026845 0.055468 0.484 0.628406
0.066992 NaN NaN NaN
0.032048 0.051474 0.623 0.533551
-0.073054 0.014471 -5.048 4.45e-07 ***
0.026255 0.034433 0.762 0.445764
-0.033505 0.042818 -0.783 0.433918
1.029333 0.736541 1.398 0.162257
-0.116510 0.164295 -0.709 0.478231
-0.311635 NaN NaN NaN
-0.041996 0.095040 -0.442 0.658576
-0.104322 NaN NaN NaN
-0.002177 0.056640 -0.038 0.969339
0.095219 0.065911 1.445 0.148555
0.055658 NaN NaN NaN
-0.022644 0.036239 -0.625 0.532071
0.003670 NaN NaN NaN
-0.051356 0.044400 -1.157 0.247415
0.029094 0.047958 0.607 0.544085
0.445455 NaN NaN NaN
1.119691 0.312838 3.579 0.000345 ***

```


Lampiran 18 *Output* Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (1,5)
(Lanjutan)

-0.499608	0.653490	-0.765	0.444556
0.041068	NaN	NaN	NaN
-0.076479	0.108994	-0.702	0.482879
-0.022684	0.087461	-0.259	0.795359
0.243427	0.082271	2.959	0.003088 **
-0.093927	0.080308	-1.170	0.242169
-0.068444	0.071467	-0.958	0.338213
0.125546	0.126581	0.992	0.321285
0.064000	0.059459	1.076	0.281757
-0.073033	0.048025	-1.521	0.128326

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1			

Estimates in matrix form:			
AR coefficient matrix			
AR(1)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	0.0247	0.224	0.449
[2,]	-0.9419	0.117	0.317
[3,]	-0.4013	-0.968	0.386
MA coefficient matrix			
MA(1)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	0.135	0.162	0.443
[2,]	-1.029	0.117	0.312
[3,]	-0.445	-1.120	0.500
MA(2)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	0.0461	0.0729	-0.00713
[2,]	0.0420	0.1043	0.00218
[3,]	-0.0411	0.0765	0.02268
MA(3)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	-0.0268	-0.0670	-0.0320
[2,]	-0.0952	-0.0557	0.0226
[3,]	-0.2434	0.0939	0.0684
MA(4)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	0.07305	-0.0263	0.0335
[2,]	-0.00367	0.0514	-0.0291
[3,]	-0.12555	-0.0640	0.0730

Lampiran 19 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (1,5)

```

> v15 <- VARMA(df,p = 1, q = 5, include.mean = F)
Number of parameters: 54
initial estimates: 0.5449 0.1965 0.2599 0.3866 0.1622 0.2919 0.1637 -
0.2164 0.5397 -0.6647 -0.1303 -0.2528 0.0206 -0.0901 -0.0024 0.038
0.0743 0.0202 -0.1312 0.0479 -0.06 0.0283 -0.0267 0.0394 -0.3118 -0.1548
-0.2852 0.1099 -0.1999 3e-04 0.1224 0.0779 0.0054 -0.1829 -0.0097 0.0178
-0.0554 -0.0464 0.1086 -0.1194 0.3705 -0.6556 0.0456 -0.1446 -0.0071
0.1806 0.0086 -0.0128 -0.0832 0.061 -0.0677 -0.0439 0.0468 0.0475
Par. lower-bounds: -0.3505 -0.5528 -0.2781 -0.8481 -0.871 -0.45 -1.0585
-1.2391 -0.1946 -1.5629 -0.8804 -0.7936 -0.1275 -0.1929 -0.0887 -0.0586
-0.0284 -0.0515 -0.2691 -0.0179 -0.1262 -0.0605 -0.1039 -0.0606 -1.5504
-1.1891 -1.0308 -0.0944 -0.3417 -0.1187 -0.0108 -0.0637 -0.0934 -0.3732
-0.1004 -0.0735 -0.1779 -0.1527 -0.0294 -1.3454 -0.6533 -1.3937 -0.1566
-0.2849 -0.1249 0.0487 -0.1316 -0.1106 -0.2715 -0.0288 -0.1581 -0.1651 -
0.0585 -0.0891
Par. upper-bounds: 1.4403 0.9458 0.7978 1.6214 1.1955 1.0338 1.3858
0.8064 1.274 0.2335 0.6198 0.2879 0.1688 0.0127 0.0839 0.1346 0.177
0.0918 0.0068 0.1137 0.0062 0.1171 0.0504 0.1395 0.9267 0.8796 0.4605
0.3142 -0.0582 0.1193 0.2556 0.2195 0.1043 0.0073 0.0811 0.109 0.0671
0.06 0.2465 1.1065 1.3943 0.0824 0.2478 -0.0043 0.1107 0.3124 0.1488
0.085 0.1051 0.1508 0.0226 0.0774 0.152 0.184
Final Estimates: 0.8856623 0.3752937 0.2151947 -0.1401932 0.3264737 -
0.08077221 0.1357908 -0.2394356 0.07801795 -1.005215 -0.3064079 -
0.2089968 0.04034311 -0.1016167 -0.009864346 0.03837955 0.08081672
0.0390577 -0.1756037 0.05071907 -0.06120006 0.03899413 -0.07566
0.09107385 0.2313027 -0.3247668 0.08569244 0.05187267 -0.1028106 -
0.04427851 0.1270304 0.06398788 -0.02911835 -0.09728961 -0.004111613 -
0.005748589 -0.04839707 -0.008722448 0.04060383 -0.08295958 0.3947836 -
0.1997126 0.07072291 -0.06852513 -0.06054145 0.2161984 -0.03009869 -
0.04386554 0.02445458 0.07040904 -0.1021878 -0.0472535 0.060285
0.00359386

Coefficient(s):
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
X1 0.885662 0.316217 2.801 0.005098 **
X2 0.375294 0.636769 0.589 0.555612
X3 0.215195 0.458350 0.469 0.638713
X1 -0.140193 0.335008 -0.418 0.675599
X2 0.326474 0.298832 1.092 0.274614
X3 -0.080772 0.454295 -0.178 0.858883
X1 0.135791 0.426380 0.318 0.750126
X2 -0.239436 0.652612 -0.367 0.713703
X3 0.078018 0.441123 0.177 0.859617
-1.005215 0.319702 -3.144 0.001665 **
-0.306408 0.638865 -0.480 0.631503
-0.208997 0.459764 -0.455 0.649416
0.040343 0.071925 0.561 0.574862
-0.101617 0.086508 -1.175 0.240135
-0.009864 0.087964 -0.112 0.910712
0.038380 0.074450 0.516 0.606201
0.080817 0.063956 1.264 0.206360
0.039058 0.041019 0.952 0.341006
-0.175604 NaN NaN NaN
0.050719 0.056301 0.901 0.367664
-0.061200 0.056092 -1.091 0.275247
0.038994 0.115981 0.336 0.736711
-0.075660 0.062125 -1.218 0.223278
0.091074 0.070655 1.289 0.197399
0.231303 0.340109 0.680 0.496452
-0.324767 0.320491 -1.013 0.310898
0.085692 0.449712 0.191 0.848879
0.051873 0.084871 0.611 0.541073
-0.102811 0.093609 -1.098 0.272072
-0.044279 0.074970 -0.591 0.554776
0.127030 0.065269 1.946 0.051623 .

```

Lampiran 19 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (1,5)
(Lanjutan)

0.063988	0.090163	0.710	0.477896	
-0.029118	0.052173	-0.558	0.576772	
-0.097290	0.160179	-0.607	0.543597	
-0.004112	0.042619	-0.096	0.923144	
-0.005749	0.053914	-0.107	0.915086	
-0.048397	NaN	NaN	NaN	
-0.008722	0.097833	-0.089	0.928957	
0.040604	0.068257	0.595	0.551931	
-0.082960	0.434259	-0.191	0.848497	
0.394784	0.648399	0.609	0.542618	
-0.199713	0.445165	-0.449	0.653702	
0.070723	0.073184	0.966	0.333857	
-0.068525	0.071402	-0.960	0.337200	
-0.060541	0.062076	-0.975	0.329424	
0.216198	0.063504	3.404	0.000663	***
-0.030099	0.079960	-0.376	0.706605	
-0.043866	0.051032	-0.860	0.390023	
0.024455	0.084303	0.290	0.771754	
0.070409	0.050471	1.395	0.163008	
-0.102188	0.047070	-2.171	0.029933	*
-0.047254	0.028111	-1.681	0.092770	.
0.060285	0.054865	1.099	0.271856	
0.003594	0.034822	0.103	0.917798	

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Estimates in matrix form:
AR coefficient matrix
AR(1)-matrix

	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	0.886	0.375	0.2152
[2,]	-0.140	0.326	-0.0808
[3,]	0.136	-0.239	0.0780

MA coefficient matrix
MA(1)-matrix

	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	1.005	0.306	0.2090
[2,]	-0.231	0.325	-0.0857
[3,]	0.083	-0.395	0.1997

MA(2)-matrix

	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	-0.0403	0.1016	0.00986
[2,]	-0.0519	0.1028	0.04428
[3,]	-0.0707	0.0685	0.06054

MA(3)-matrix

	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	-0.0384	-0.0808	-0.0391
[2,]	-0.1270	-0.0640	0.0291
[3,]	-0.2162	0.0301	0.0439

MA(4)-matrix

	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	0.1756	-0.05072	0.06120
[2,]	0.0973	0.00411	0.00575
[3,]	-0.0245	-0.07041	0.10219

MA(5)-matrix

	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	-0.0390	0.07566	-0.09107
[2,]	0.0484	0.00872	-0.04060
[3,]	0.0473	-0.06028	-0.00359

Lampiran 20 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (2,1)

```

> v21 <- VARMA(df,p = 2, q = 1, include.mean = F)
Number of parameters: 27
initial estimates: 0.1303 -0.1977 0.0772 1e-04 -0.0258 -0.0103 -0.5866 0.0076 -
0.0825 0.0059 -0.0674 -0.0293 -0.5327 -0.2469 0.433 -0.0416 -0.0711 -0.0081 -
0.2501 0.2631 -0.0697 0.6612 8e-04 0.088 0.5783 0.4005 -0.5487
Par. lower-bounds: -0.3957 -0.5404 -0.3275 -0.0961 -0.0993 -0.0835 -1.3114 -
0.4646 -0.6402 -0.1267 -0.1688 -0.1302 -1.253 -0.7161 -0.1213 -0.1733 -0.1718 -
0.1083 -0.781 -0.0846 -0.4789 -0.0704 -0.4784 -0.4759 -0.1486 -0.0757 -1.1091
Par. upper-bounds: 0.6563 0.145 0.4819 0.0964 0.0478 0.063 0.1383 0.4798 0.4753
0.1385 0.0339 0.0716 0.1876 0.2224 0.9872 0.0902 0.0296 0.0922 0.2807 0.6109
0.3395 1.3928 0.48 0.652 1.3053 0.8767 0.0117
Final Estimates: -0.3926279 -0.3347991 0.3788691 -0.09611511 -0.03812673
0.03449976 -1.264 -0.06905475 0.04418798 -0.1029269 -0.04785894 -0.003762771 -
1.25107 -0.6229828 0.9252341 -0.1011527 -0.09654643 0.04009483 0.2788019
0.3984582 -0.3701169 1.340011 0.0707016 -0.03048642 1.289212 0.7782669 -1.03588
Coefficient(s):
  Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
x1 -0.392628 0.363298 -1.081 0.2798
x2 -0.334799 0.241452 -1.387 0.1656
x3 0.378869 0.311037 1.218 0.2232
x1 -0.096115 0.050539 -1.902 0.0572 .
x2 -0.038127 0.044175 -0.863 0.3881
x3 0.034500 0.038963 0.885 0.3759
x1 -1.264000 0.694778 -1.819 0.0689 .
x2 -0.069055 0.414976 -0.166 0.8678
x3 0.044188 0.631390 0.070 0.9442
x1 -0.102927 0.085903 -1.198 0.2308
x2 -0.047859 0.086387 -0.554 0.5796
x3 -0.003763 0.079539 -0.047 0.9623
x1 -1.251070 0.596348 -2.098 0.0359 *
x2 -0.622983 0.370315 -1.682 0.0925 .
x3 0.925234 0.463821 1.995 0.0461 *
x1 -0.101153 0.096717 -1.046 0.2956
x2 -0.096546 0.076192 -1.267 0.2051
x3 0.040095 0.068269 0.587 0.5570
0.278802 0.366112 0.762 0.4463
0.398458 0.245413 1.624 0.1045
-0.370117 0.313459 -1.181 0.2377
1.340011 0.697457 1.921 0.0547 .
0.070702 0.418898 0.169 0.8660
-0.030486 0.635262 -0.048 0.9617
1.289212 0.597376 2.158 0.0309 *
0.778267 0.373952 2.081 0.0374 *
-1.035880 0.468311 -2.212 0.0270 *
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
---
Estimates in matrix form:
AR coefficient matrix
AR( 1 )-matrix
  [,1] [,2] [,3]
[1,] -0.393 -0.3348 0.3789
[2,] -1.264 -0.0691 0.0442
[3,] -1.251 -0.6230 0.9252
AR( 2 )-matrix
  [,1] [,2] [,3]
[1,] -0.0961 -0.0381 0.03450
[2,] -0.1029 -0.0479 -0.00376
[3,] -0.1012 -0.0965 0.04009
MA coefficient matrix
MA( 1 )-matrix
  [,1] [,2] [,3]
[1,] -0.279 -0.3985 0.3701
[2,] -1.340 -0.0707 0.0305
[3,] -1.289 -0.7783 1.0359

```

Lampiran 21 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (2,2)

```

> v22 <- VARMA(df,p = 2, q = 2, include.mean = F)
Number of parameters: 36
initial estimates: 0.3841 -0.0562 -0.099 -0.1538 0.1873 0.1262 0.0515 -
0.1892 -0.2294 -0.5914 0.29 -0.0145 -0.1173 -0.1867 0.2545 -0.3166
0.3094 0.0545 -0.5037 0.1217 0.1061 0.1907 -0.2124 -0.165 0.0244 0.1948
0.2374 0.7112 -0.3875 -0.038 0.1635 0.3392 -0.3694 0.341 -0.3948 -0.0905
Par. lower-bounds: -0.2689 -0.5139 -0.5466 -0.6095 -0.1268 -0.1893 -
0.8485 -0.82 -0.8464 -1.2196 -0.143 -0.4493 -1.0117 -0.8135 -0.3586 -
0.9408 -0.1208 -0.3775 -1.1602 -0.3381 -0.345 -0.3252 -0.5437 -0.5031 -
0.8804 -0.4389 -0.3843 1e-04 -0.8442 -0.5041 -0.7356 -0.2906 -0.9872 -
0.3657 -0.8486 -0.5536
Par. upper-bounds: 1.0371 0.4015 0.3487 0.302 0.5015 0.4416 0.9516
0.4416 0.3875 0.0368 0.723 0.4202 0.7771 0.4402 0.8676 0.3076 0.7397
0.4865 0.1528 0.5816 0.5572 0.7067 0.119 0.1731 0.9292 0.8286 0.859
1.4224 0.0692 0.428 1.0627 0.969 0.2484 1.0477 0.0591 0.3726
Final Estimates: 0.4357571 -0.4195141 0.001036233 -0.4342899
0.1657036 0.2635244 0.2312241 -0.4457831 -0.646469 -1.187504 0.1284547
0.08687029 -0.5702299 -0.6900538 0.5954614 -0.9408222 -0.04139528
0.3430679 -0.5518205 0.4857052 0.0002922344 0.4897864 -0.2261009 -
0.2660585 -0.1443911 0.4414015 0.6543883 1.351928 -0.1841732 -0.1442172
0.6246575 0.8413093 -0.7102404 0.9191107 -0.07033231 -0.3015206

Coefficient(s):
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
X1 0.4357571 0.2923752 1.490 0.136118
X2 -0.4195141 0.2364631 -1.774 0.076043 .
X3 0.0010362 NaN NaN NaN
X1 -0.4342899 0.1257500 -3.454 0.000553 ***
X2 0.1657036 0.1162036 1.426 0.153875
X3 0.2635244 NaN NaN NaN
X1 0.2312241 0.9681832 0.239 0.811243
X2 -0.4457831 0.0038315 -116.347 < 2e-16 ***
X3 -0.6464690 0.3994755 -1.618 0.105599
X1 -1.1875039 0.4421561 -2.686 0.007238 **
X2 0.1284547 0.3473210 0.370 0.711499
X3 0.0868703 0.2804400 0.310 0.756740
X1 -0.5702299 NaN NaN NaN
X2 -0.6900538 0.3104070 -2.223 0.026212 *
X3 0.5954614 0.2929232 2.033 0.042070 *
X1 -0.9408222 0.3931333 -2.393 0.016705 *
X2 -0.0413953 0.2577778 -0.161 0.872420
X3 0.3430679 0.2742076 1.251 0.210889
-0.5518205 0.2909065 -1.897 0.057841 .
0.4857052 0.2443905 1.987 0.046877 *
0.0002922 NaN NaN NaN
0.4897864 0.1367791 3.581 0.000342 ***
-0.2261009 0.1429644 -1.582 0.113759
-0.2660585 NaN NaN NaN
-0.1443911 0.9750590 -0.148 0.882276
0.4414015 NaN NaN NaN
0.6543883 0.3981401 1.644 0.100256
1.3519283 0.5320832 2.541 0.011059 *
-0.1841732 0.4300133 -0.428 0.668435
-0.1442172 0.3369308 -0.428 0.668628
0.6246575 NaN NaN NaN
0.8413093 0.3122452 2.694 0.007052 **
-0.7102404 0.2840435 -2.500 0.012403 *
0.9191107 0.4005342 2.295 0.021750 *
-0.0703323 0.2825859 -0.249 0.803447
-0.3015206 0.3490520 -0.864 0.387683
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
---
```

Lampiran 21 *Output* Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (2,3)
(Lanjutan)

```
Estimates in matrix form:  
AR coefficient matrix  
AR( 1 )-matrix  
      [,1] [,2] [,3]  
[1,] 0.436 -0.420 0.00104  
[2,] 0.231 -0.446 -0.64647  
[3,] -0.570 -0.690 0.59546  
AR( 2 )-matrix  
      [,1] [,2] [,3]  
[1,] -0.434 0.1657 0.2635  
[2,] -1.188 0.1285 0.0869  
[3,] -0.941 -0.0414 0.3431  
MA coefficient matrix  
MA( 1 )-matrix  
      [,1] [,2] [,3]  
[1,] 0.552 -0.486 -0.000292  
[2,] 0.144 -0.441 -0.654388  
[3,] -0.625 -0.841 0.710240  
MA( 2 )-matrix  
      [,1] [,2] [,3]  
[1,] -0.490 0.2261 0.266  
[2,] -1.352 0.1842 0.144  
[3,] -0.919 0.0703 0.302
```

Lampiran 22 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (2,3)

```

> v23 <- VARMA(df,p = 2, q = 3, include.mean = F)
Number of parameters: 45
initial estimates: 0.2784 -0.017 0.0314 0.2972 0.1571 -0.0974 -0.1506 -
0.1895 -0.0024 0.3736 0.3538 -0.652 -0.3103 -0.3428 0.5863 1.0103 0.1706
-0.5755 -0.3981 0.0824 -0.024 -0.2815 -0.1954 0.0738 0.0905 0.0253 -
0.0239 0.2268 0.1942 0.0118 -0.2877 -0.4721 0.6257 0.2057 0.0808 -0.1179
0.3556 0.4948 -0.6999 -1.0127 -0.2918 0.5787 0.3171 0.0081 -0.0992
Par. lower-bounds: -0.3858 -0.5256 -0.4328 -0.3404 -0.2082 -0.5341 -
1.0634 -0.8885 -0.6404 -0.5026 -0.1484 -1.2523 -1.2148 -1.0354 -0.0458
0.1421 -0.327 -1.1702 -1.0656 -0.428 -0.4915 -0.9713 -0.571 -0.3843 -
0.0218 -0.0582 -0.1034 -0.6907 -0.5073 -0.6307 -1.2357 -0.9884 -0.0039
0.0514 -0.034 -0.2272 -0.5534 -0.2002 -1.3366 -1.9521 -0.8033 -0.0451
0.1641 -0.1056 -0.2075
Par. upper-bounds: 0.9426 0.4916 0.4956 0.9347 0.5225 0.3394 0.7622
0.5095 0.6356 1.2499 0.8559 -0.0517 0.5942 0.3498 1.2185 1.8786 0.6682
0.0193 0.2695 0.5928 0.4435 0.4083 0.1802 0.5318 0.2027 0.1088 0.0557
1.1443 0.8957 0.6544 0.6603 0.0442 1.2552 0.3601 0.1955 -0.0085 1.2647
1.1899 -0.0633 -0.0734 0.2197 1.2025 0.47 0.1218 0.0091
Final Estimates: 0.4958589 0.2907134 -0.3167227 0.6179338 0.02361967
-0.05386246 -0.4252124 -0.05406129 -0.1588775 0.3965351 0.2298146 -
0.5422181 -0.7373076 -0.1197847 0.8248445 1.059848 0.123095 -0.6179104 -
0.612576 -0.2311617 0.3285409 -0.6020858 0.03246362 -0.05761145
0.1258284 1.254139e-05 -0.01873167 0.5096694 0.04705802 0.1695931 -
0.3441031 -0.2774396 0.4641625 0.1968028 0.1089966 -0.1646084 0.7935308
0.2638901 -0.9398111 -1.152831 -0.224702 0.6280617 0.2685473 0.09185298
-0.1274912

```

Coefficient(s):

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
x1	4.959e-01	2.771e-01	1.789	0.0736 .
x2	2.907e-01	NaN	NaN	NaN
x3	-3.167e-01	NaN	NaN	NaN
X1	6.179e-01	2.752e-01	2.245	0.0247 *
x2	2.362e-02	5.460e-02	0.433	0.6653
x3	-5.386e-02	NaN	NaN	NaN
X1	-4.252e-01	3.634e+00	-0.117	0.9069
x2	-5.406e-02	1.966e+00	-0.028	0.9781
x3	-1.589e-01	3.604e+00	-0.044	0.9648
X1	3.965e-01	2.044e+00	0.194	0.8462
x2	2.298e-01	4.556e-01	0.504	0.6140
x3	-5.422e-01	2.702e+00	-0.201	0.8410
X1	-7.373e-01	5.029e-01	-1.466	0.1426
x2	-1.198e-01	7.220e-01	-0.166	0.8682
x3	8.248e-01	5.466e-01	1.509	0.1313
X1	1.060e+00	6.745e-01	1.571	0.1161
x2	1.231e-01	2.511e-01	0.490	0.6239
x3	-6.179e-01	8.437e-01	-0.732	0.4640
	-6.126e-01	3.495e-01	-1.753	0.0797 .
	-2.312e-01	NaN	NaN	NaN
	3.285e-01	NaN	NaN	NaN
	-6.021e-01	4.607e-01	-1.307	0.1913
	3.246e-02	NaN	NaN	NaN
	-5.761e-02	NaN	NaN	NaN
	1.258e-01	NaN	NaN	NaN
	1.254e-05	2.030e-03	0.006	0.9951
	-1.873e-02	NaN	NaN	NaN
	5.097e-01	3.638e+00	0.140	0.8886
	4.706e-02	1.958e+00	0.024	0.9808
	1.696e-01	3.601e+00	0.047	0.9624
	-3.441e-01	2.512e+00	-0.137	0.8911
	-2.774e-01	7.578e-01	-0.366	0.7143
	4.642e-01	3.172e+00	0.146	0.8836
	1.968e-01	3.561e-01	0.553	0.5805
	1.090e-01	3.002e-01	0.363	0.7165
	-1.646e-01	3.682e-01	-0.447	0.6548
	7.935e-01	5.807e-01	1.366	0.1718
	2.639e-01	6.762e-01	0.390	0.6963

Lampiran 22 *Output* Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (2,4)
(Lanjutan)

```

-9.398e-01  5.311e-01  -1.769  0.0768 .
-1.153e+00  8.473e-01  -1.361  0.1736
-2.247e-01  2.561e-01  -0.877  0.3802
 6.281e-01  9.310e-01  0.675  0.4999
 2.685e-01  2.135e-01  1.258  0.2085
 9.185e-02  7.257e-02  1.266  0.2056
-1.275e-01  1.285e-01  -0.992  0.3211
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
---
Estimates in matrix form:
AR coefficient matrix
AR( 1 )-matrix
  [,1] [,2] [,3]
[1,]  0.496  0.2907 -0.317
[2,] -0.425 -0.0541 -0.159
[3,] -0.737 -0.1198  0.825
AR( 2 )-matrix
  [,1] [,2] [,3]
[1,]  0.618  0.0236 -0.0539
[2,]  0.397  0.2298 -0.5422
[3,]  1.060  0.1231 -0.6179
MA coefficient matrix
MA( 1 )-matrix
  [,1] [,2] [,3]
[1,]  0.613  0.2312 -0.329
[2,] -0.510 -0.0471 -0.170
[3,] -0.794 -0.2639  0.940
MA( 2 )-matrix
  [,1] [,2] [,3]
[1,]  0.602 -0.0325  0.0576
[2,]  0.344  0.2774 -0.4642
[3,]  1.153  0.2247 -0.6281
MA( 3 )-matrix
  [,1] [,2] [,3]
[1,] -0.126 -1.25e-05  0.0187
[2,] -0.197 -1.09e-01  0.1646
[3,] -0.269 -9.19e-02  0.1275

```


Lampiran 23 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (2,4)

```

> v24 <- VARMA(df,p = 2, q = 4, include.mean = F)
Number of parameters: 54
initial estimates: 0.0724 0.2797 0.4087 0.1036 0.5604 -0.2392 -0.2723
0.2587 0.3273 0.2699 0.5373 -0.7266 -0.3919 -0.3122 0.759 0.8571 0.449 -
0.7255 -0.1921 -0.2152 -0.4003 -0.1519 -0.6425 0.2561 3e-04 0.1104 -
0.0089 -0.1776 0.1113 -0.0517 0.3485 -0.254 -0.3177 -0.2467 -0.7003
0.7351 0.1298 0.1686 -0.0909 -0.1741 0.0283 -0.011 0.4373 0.4637 -0.8718
-0.8803 -0.5891 0.7471 0.2739 0.0508 -0.1049 -0.0703 0.0996 -0.0802
Par. lower-bounds: -0.6189 -0.3373 -0.1211 -0.5376 0.11 -0.6837 -1.2266
-0.5931 -0.4042 -0.6153 -0.0845 -1.3403 -1.337 -1.1558 0.0345 -0.0195 -
0.1668 -1.3332 -0.8865 -0.8334 -0.933 -0.8423 -1.1135 -0.2099 -0.1279
0.0104 -0.0928 -0.3145 0.0372 -0.1209 -0.6102 -1.1075 -1.0532 -1.1997 -
1.3505 0.0918 -0.0473 0.0306 -0.2067 -0.3631 -0.074 -0.1065 -0.5122 -
0.3815 -1.6001 -1.8241 -1.2331 0.11 0.0986 -0.0859 -0.2196 -0.2574 -
0.0017 -0.1748
Par. upper-bounds: 0.7636 0.8968 0.9386 0.7448 1.0109 0.2053 0.682
1.1105 1.0588 1.155 1.1591 -0.113 0.5532 0.5314 1.4834 1.7338 1.0648 -
0.1178 0.5024 0.403 0.1324 0.5384 -0.1715 0.7221 0.1286 0.2104 0.075 -
0.0407 0.1854 0.0175 1.3072 0.5994 0.4177 0.7062 -0.0501 1.3784 0.3068
0.3066 0.0249 0.0149 0.1306 0.0845 1.3867 1.3089 -0.1434 0.0635 0.0548
1.3842 0.4493 0.1875 0.0098 0.1169 0.2009 0.0144
Final Estimates: 0.1131482 0.5743335 0.4014957 0.4709263 0.2522578 -
0.1160773 -0.428279 0.1750688 0.2342576 0.4328782 0.2345271 -0.5367077 -
0.2946922 -0.7604388 0.9152185 0.503767 0.2708977 -0.7359976 -0.2330529
-0.5078382 -0.3951665 -0.5390503 -0.3300509 0.1269103 0.02744654 -
0.07948266 0.04380704 -0.2086225 0.0962299 -0.03894926 0.5157044 -
0.1700913 -0.2321981 -0.4202402 -0.3617526 0.5288732 0.1820386
0.08491922 -0.06265471 -0.09364154 -0.01868708 0.006614655 0.3471284
0.9155272 -1.03629 -0.4878628 -0.43208 0.7770739 0.313453 -0.002377885 -
0.100087 -0.02455195 0.07205213 -0.0705171

Coefficient(s):
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
X1 0.113148 0.474858 0.238 0.811666
X2 0.574333 0.581889 0.987 0.323635
X3 0.401496 0.129178 3.108 0.001883 **
X1 0.470926 0.376843 1.250 0.211423
X2 0.252258 NaN NaN NaN
X3 -0.116077 0.434475 -0.267 0.789341
X1 -0.428279 0.455184 -0.941 0.346760
X2 0.175069 0.519469 0.337 0.736106
X3 0.234258 0.433664 0.540 0.589071
X1 0.432878 0.199415 2.171 0.029951 *
X2 0.234527 0.248623 0.943 0.345525
X3 -0.536708 0.378416 -1.418 0.156103
X1 -0.294692 0.435842 -0.676 0.498948
X2 -0.760439 0.582445 -1.306 0.191690
X3 0.915219 0.482710 1.896 0.057960 .
X1 0.503767 0.336395 1.498 0.134251 .
X2 0.270898 0.252634 1.072 0.283589
X3 -0.735998 0.331199 -2.222 0.026268 *
-0.233053 0.476410 -0.489 0.624711
-0.507838 0.580105 -0.875 0.381343
-0.395167 0.145277 -2.720 0.006527 **
-0.539050 0.481369 -1.120 0.262787
-0.330051 NaN NaN NaN
0.126910 0.458530 0.277 0.781952
0.027447 0.065857 0.417 0.676856
0.079483 0.062098 1.280 0.200564
0.043807 0.079065 0.554 0.579533
-0.208623 0.005000 -41.724 < 2e-16 ***
0.096230 0.054717 1.759 0.078630 .
-0.038949 0.061944 -0.629 0.529492
0.515704 0.462240 1.116 0.264566
-0.170091 0.516604 -0.329 0.741968
-0.232198 0.437892 -0.530 0.595929
-0.420240 0.280410 -1.499 0.133961

```

Lampiran 23 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (2,4)

(Lanjutan)

-0.361753	0.286572	-1.262	0.206824	
0.528873	0.424406	1.246	0.212710	
0.182039	0.069470	2.620	0.008783	**
0.084919	0.069683	1.219	0.222978	
-0.062655	0.015544	-4.031	5.56e-05	***
-0.093642	0.094243	-0.994	0.320406	
-0.018687	0.046132	-0.405	0.685417	
0.006615	0.040201	0.165	0.869308	
0.347128	0.438702	0.791	0.428791	
0.915527	0.581325	1.575	0.115280	
-1.036290	0.484991	-2.137	0.032621	*
-0.487863	0.389163	-1.254	0.209979	
-0.432080	0.281986	-1.532	0.125455	
0.777074	0.366131	2.122	0.033805	*
0.313453	0.081565	3.843	0.000122	***
-0.002378	0.075509	-0.031	0.974878	
-0.100087	0.066489	-1.505	0.132242	
-0.024552	0.105065	-0.234	0.815232	
0.072052	0.051196	1.407	0.159312	
-0.070517	NaN	NaN	NaN	

 Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Estimates in matrix form:
 AR coefficient matrix
 AR(1)-matrix
 [,1] [,2] [,3]
 [1,] 0.113 0.574 0.401
 [2,] -0.428 0.175 0.234
 [3,] -0.295 -0.760 0.915
 AR(2)-matrix
 [,1] [,2] [,3]
 [1,] 0.471 0.252 -0.116
 [2,] 0.433 0.235 -0.537
 [3,] 0.504 0.271 -0.736
 MA coefficient matrix
 MA(1)-matrix
 [,1] [,2] [,3]
 [1,] 0.233 0.508 0.395
 [2,] -0.516 0.170 0.232
 [3,] -0.347 -0.916 1.036
 MA(2)-matrix
 [,1] [,2] [,3]
 [1,] 0.539 0.330 -0.127
 [2,] 0.420 0.362 -0.529
 [3,] 0.488 0.432 -0.777
 MA(3)-matrix
 [,1] [,2] [,3]
 [1,] -0.0274 -0.07948 -0.0438
 [2,] -0.1820 -0.08492 0.0627
 [3,] -0.3135 0.00238 0.1001
 MA(4)-matrix
 [,1] [,2] [,3]
 [1,] 0.2086 -0.0962 0.03895
 [2,] 0.0936 0.0187 -0.00661
 [3,] 0.0246 -0.0721 0.07052

Lampiran 24 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (2,5)

```

> v25 <- VARMA(df,p = 2, q = 5, include.mean = F)
Number of parameters: 63
initial estimates: 0.0383 -0.3024 0.7566 0.05 1.0309 -0.1496 0.5519 -0.1855
0.6055 -0.0149 0.8448 -0.6953 -0.3366 -0.3705 0.8178 0.661 0.4857 -0.519 -0.1582
0.3654 -0.7474 -0.0761 -1.155 0.206 -0.0108 0.0458 7e-04 -0.2013 0.1923 -0.0332 -
0.1373 -0.0574 0.0578 -0.4755 0.1875 -0.5933 0.1551 -1.0965 0.7283 0.1105 0.1516
-0.0609 -0.2437 0.0584 0.0072 -0.0731 -0.0987 0.1422 0.3809 0.523 -0.9321 -0.6762
-0.637 0.5465 0.2412 0.03 -0.0777 -0.0915 0.1145 -0.0681 -0.0747 0.0293 0.0279
Par. lower-bounds: -1.0902 -1.1136 0.1418 -0.6594 0.4097 -0.663 -1.0068 -1.3058
-0.2437 -0.9948 -0.0132 -1.4045 -1.8813 -1.4808 -0.0239 -0.3101 -0.3647 -1.2219 -
1.2882 -0.4457 -1.3643 -0.8689 -1.8094 -0.3172 -0.1436 -0.0808 -0.0902 -0.349
0.0788 -0.1052 -0.2956 -0.1399 -0.051 -2.0363 -0.9328 -1.4455 -0.9399 -2.0004
0.0057 -0.073 -0.0233 -0.1865 -0.4478 -0.0984 -0.0922 -0.2918 -0.2126 -0.0079 -
1.1659 -0.5873 -1.7766 -1.7614 -1.5328 -0.1697 0.0594 -0.1434 -0.2022 -0.2937 -
0.0409 -0.1666 -0.2915 -0.0835 -0.1209
Par. upper-bounds: 1.1668 0.5088 1.3715 0.7594 1.6521 0.3639 2.1106 0.9349
1.4548 0.9649 1.7028 0.0139 1.2082 0.7399 1.6594 1.632 1.336 0.1838 0.9718 1.1765
-0.1305 0.7167 -0.5006 0.7292 0.1221 0.1724 0.0916 -0.0535 0.3058 0.0387 0.0211
0.025 0.1665 1.0853 1.3078 0.2588 1.2501 -0.1927 1.451 0.2939 0.3265 0.0646 -
0.0395 0.2152 0.1066 0.1456 0.0152 0.2924 1.9277 1.6332 -0.0876 0.409 0.2588
1.2626 0.423 0.2033 0.0467 0.1108 0.2699 0.0304 0.1421 0.1422 0.1767
Final Estimates: 0.03832676 -0.3023968 0.7566234 0.05000779 1.030932 -
0.1495748 0.5519012 -0.1854707 0.6055436 -0.01493803 0.8447787 -0.6952597 -
0.3365554 -0.3704643 0.8177791 0.6609624 0.4856617 -0.5190411 -0.1582392
0.3653991 -0.7474076 -0.07610282 -1.155045 0.2059831 -0.01076579 0.04582888
0.0007265529 -0.2012538 0.1922895 -0.03321124 -0.1372862 -0.05743553 0.05775839 -
0.4754892 0.1875409 -0.5933399 0.1551278 -1.096532 0.7283437 0.1104764 0.1515752
-0.06092816 -0.2436583 0.0584259 0.007201916 -0.07312932 -0.09868908 0.1422339
0.3809326 0.5229549 -0.9320623 -0.6761955 -0.6370026 0.5464902 0.2412071
0.02995218 -0.07773017 -0.09145791 0.1144954 -0.06808541 -0.07469486 0.02931192
0.02790353

Coefficient(s):
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
x1 0.0383268      NaN      NaN      NaN
x2 -0.3023968      NaN      NaN      NaN
x3 0.7566234      NaN      NaN      NaN
x1 0.0500078      NaN      NaN      NaN
x2 1.0309318      NaN      NaN      NaN
x3 -0.1495748      NaN      NaN      NaN
x1 0.5519012      NaN      NaN      NaN
x2 -0.1854707      NaN      NaN      NaN
x3 0.6055436      NaN      NaN      NaN
x1 -0.0149380      NaN      NaN      NaN
x2 0.8447787      NaN      NaN      NaN
x3 -0.6952597      NaN      NaN      NaN
x1 -0.3365554      NaN      NaN      NaN
x2 -0.3704643      NaN      NaN      NaN
x3 0.8177791      NaN      NaN      NaN
x1 0.6609624      NaN      NaN      NaN
x2 0.4856617      NaN      NaN      NaN
x3 -0.5190411      NaN      NaN      NaN
-0.1582392      NaN      NaN      NaN
0.3653991      NaN      NaN      NaN
-0.7474076      NaN      NaN      NaN
-0.0761028      NaN      NaN      NaN
-1.1550448      NaN      NaN      NaN
0.2059831      NaN      NaN      NaN
-0.0107658      NaN      NaN      NaN
0.0458289      NaN      NaN      NaN
0.0007266      NaN      NaN      NaN
-0.2012538      NaN      NaN      NaN
0.1922895      NaN      NaN      NaN
-0.0332112      NaN      NaN      NaN
-0.1372862      NaN      NaN      NaN
-0.0574355      NaN      NaN      NaN
0.0577584      NaN      NaN      NaN
-0.4754892      NaN      NaN      NaN
0.1875409      NaN      NaN      NaN
-0.5933399      NaN      NaN      NaN
0.1551278      NaN      NaN      NaN
-1.0965321      NaN      NaN      NaN
0.7283437      NaN      NaN      NaN
0.1104764      NaN      NaN      NaN

```

Lampiran 24 Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (2,5) (Lanjutan)

0.1515752	NaN	NaN	NaN
-0.0609282	NaN	NaN	NaN
-0.2436583	NaN	NaN	NaN
0.0584259	NaN	NaN	NaN
0.0072019	NaN	NaN	NaN
-0.0731293	NaN	NaN	NaN
-0.0986891	NaN	NaN	NaN
0.1422339	NaN	NaN	NaN
0.3809326	NaN	NaN	NaN
0.5229549	NaN	NaN	NaN
-0.9320623	NaN	NaN	NaN
-0.6761955	NaN	NaN	NaN
-0.6370026	NaN	NaN	NaN
0.5464902	NaN	NaN	NaN
0.2412071	NaN	NaN	NaN
0.0299522	NaN	NaN	NaN
-0.0777302	NaN	NaN	NaN
-0.0914579	NaN	NaN	NaN
0.1144954	NaN	NaN	NaN
-0.0680854	NaN	NaN	NaN
-0.0746949	NaN	NaN	NaN
0.0293119	NaN	NaN	NaN
0.0279035	NaN	NaN	NaN

Estimates in matrix form:			
AR coefficient matrix			
AR(1)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	0.0383	-0.302	0.757
[2,]	0.5519	-0.185	0.606
[3,]	-0.3366	-0.370	0.818
AR(2)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	0.0500	1.031	-0.150
[2,]	-0.0149	0.845	-0.695
[3,]	0.6610	0.486	-0.519
MA coefficient matrix			
MA(1)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	0.158	-0.365	0.747
[2,]	0.475	-0.188	0.593
[3,]	-0.381	-0.523	0.932
MA(2)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	0.0761	1.155	-0.206
[2,]	-0.1551	1.097	-0.728
[3,]	0.6762	0.637	-0.546
MA(3)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	0.0108	-0.0458	-0.000727
[2,]	-0.1105	-0.1516	0.060928
[3,]	-0.2412	-0.0300	0.077730
MA(4)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	0.2013	-0.1923	0.0332
[2,]	0.2437	-0.0584	-0.0072
[3,]	0.0915	-0.1145	0.0681
MA(5)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	0.1373	0.0574	-0.0578
[2,]	0.0731	0.0987	-0.1422
[3,]	0.0747	-0.0293	-0.0279

Lampiran 25 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (3,1)

```

> v31 <- VARMA(df,p = 3, q = 1, include.mean = F)
Number of parameters: 36
initial estimates: 0.3673 -0.2559 0.0833 0.0416 -0.043 -0.0169 0.094 -
0.0034 -0.0069 -0.1393 -0.0626 -0.159 0.0852 -0.0853 -0.0547 0.1768
0.017 -0.0573 0.0398 -0.5743 0.4625 0.067 -0.1139 -0.0184 0.2283 -0.058
-0.0283 -0.487 0.3213 -0.0758 0.2144 0.0709 0.1646 0.0057 0.7279 -0.5781
Par. lower-bounds: -0.1942 -0.6791 -0.3412 -0.0626 -0.1205 -0.0928
0.0137 -0.0747 -0.0693 -0.9112 -0.6443 -0.7426 -0.0581 -0.1918 -0.159
0.0663 -0.081 -0.143 -0.7259 -1.1513 -0.1163 -0.0751 -0.2195 -0.1219
0.1187 -0.1552 -0.1133 -1.0531 -0.106 -0.5046 -0.5638 -0.5164 -0.4248 -
0.7662 0.1453 -1.1628
Par. upper-bounds: 0.9288 0.1673 0.5078 0.1457 0.0344 0.059 0.1743
0.0678 0.0555 0.6326 0.5191 0.4245 0.2284 0.0212 0.0497 0.2872 0.1149
0.0285 0.8054 0.0027 1.0414 0.2091 -0.0083 0.0851 0.3378 0.0392 0.0568
0.0791 0.7486 0.353 0.9926 0.6583 0.754 0.7776 1.3105 0.0065
Final Estimates: 0.7278743 0.01801729 -0.1579432 0.07349393 -
0.02795575 -0.04781286 0.08107661 0.05094306 -0.06039557 -0.6127095
0.1725132 -0.2037091 0.01846373 -0.04832676 -0.05845971 0.1357304
0.05697828 -0.08393031 -0.1452218 -0.09929782 0.5636967 0.004299299 -
0.1118252 -0.009507473 0.1572402 0.03918016 -0.03705678 -0.847937
0.04822866 0.1627896 0.6950277 -0.1702306 0.2058736 0.1918378 0.2520108
-0.6854383

Coefficient(s):
  Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
x1 0.727874      NaN      NaN      NaN
x2 0.018017      NaN      NaN      NaN
x3 -0.157943      NaN      NaN      NaN
x1 0.073494 0.036510 2.013 0.0441 *
x2 -0.027956 0.034903 -0.801 0.4232
x3 -0.047813      NaN      NaN      NaN
x1 0.081077      NaN      NaN      NaN
x2 0.050943      NaN      NaN      NaN
x3 -0.060396      NaN      NaN      NaN
x1 -0.612709 0.659254 -0.929 0.3527
x2 0.172513      NaN      NaN      NaN
x3 -0.203709      NaN      NaN      NaN
x1 0.018464 0.092261 0.200 0.8414
x2 -0.048327      NaN      NaN      NaN
x3 -0.058460      NaN      NaN      NaN
x1 0.135730      NaN      NaN      NaN
x2 0.056978      NaN      NaN      NaN
x3 -0.083930      NaN      NaN      NaN
x1 -0.145222      NaN      NaN      NaN
x2 -0.099298      NaN      NaN      NaN
x3 0.563697      NaN      NaN      NaN
x1 0.004299 0.058733 0.073 0.9416
x2 -0.111825      NaN      NaN      NaN
x3 -0.009507      NaN      NaN      NaN
x1 0.157240      NaN      NaN      NaN
x2 0.039180      NaN      NaN      NaN
x3 -0.037057 0.024994 -1.483 0.1382
    -0.847937      NaN      NaN      NaN
    0.048229      NaN      NaN      NaN
    0.162790      NaN      NaN      NaN
    0.695028 0.667778 1.041 0.2980
    -0.170231      NaN      NaN      NaN
    0.205874      NaN      NaN      NaN
    0.191838      NaN      NaN      NaN
    0.252011      NaN      NaN      NaN
    -0.685438      NaN      NaN      NaN
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
---

```

Lampiran 25 *Output* Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (3,2)

(Lanjutan)

```
Estimates in matrix form:
AR coefficient matrix
AR( 1 )-matrix
  [,1] [,2] [,3]
[1,] 0.728 0.0180 -0.158
[2,] -0.613 0.1725 -0.204
[3,] -0.145 -0.0993 0.564
AR( 2 )-matrix
  [,1] [,2] [,3]
[1,] 0.0735 -0.0280 -0.04781
[2,] 0.0185 -0.0483 -0.05846
[3,] 0.0043 -0.1118 -0.00951
AR( 3 )-matrix
  [,1] [,2] [,3]
[1,] 0.0811 0.0509 -0.0604
[2,] 0.1357 0.0570 -0.0839
[3,] 0.1572 0.0392 -0.0371
MA coefficient matrix
MA( 1 )-matrix
  [,1] [,2] [,3]
[1,] 0.848 -0.0482 -0.163
[2,] -0.695 0.1702 -0.206
[3,] -0.192 -0.2520 0.685
```

Lampiran 26 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (3,2)

```

> v32 <- VARMA(df,p = 3, q = 2, include.mean = F)
Number of parameters: 45
initial estimates: 0.2656 -0.0109 0.0471 0.2949 0.1503 -0.054 0.0938
0.0095 -0.0078 -0.1339 -0.1524 -0.0142 0.3266 0.3629 -0.5853 0.2007
0.0686 -0.1046 -0.2771 -0.3284 0.593 0.7728 0.1983 -0.411 0.2755 -0.016
-0.0632 -0.3856 0.0769 -0.0402 -0.282 -0.1899 0.0321 0.2096 0.1574
0.0231 -0.241 -0.4811 0.5576 0.322 0.4819 -0.7082 -0.773 -0.3222 0.4143
Par. lower-bounds: -0.4018 -0.5264 -0.4176 -0.3107 -0.1975 -0.4698 -
0.0051 -0.0702 -0.081 -1.0513 -0.861 -0.6532 -0.5059 -0.1152 -1.1569
0.0648 -0.041 -0.2053 -1.1869 -1.0311 -0.0405 -0.0527 -0.2758 -0.9778
0.1408 -0.1247 -0.163 -1.0563 -0.4405 -0.5084 -0.945 -0.549 -0.4043 -
0.7124 -0.554 -0.6205 -1.1525 -0.9746 -0.0423 -0.5922 -0.2235 -1.3464 -
1.6768 -0.8116 -0.1806
Par. upper-bounds: 0.9329 0.5045 0.5119 0.9004 0.498 0.3618 0.1927
0.0892 0.0655 0.7836 0.5563 0.6247 1.1591 0.841 -0.0138 0.3366 0.1781 -
0.004 0.6326 0.3743 1.2266 1.5982 0.6724 0.1558 0.4103 0.0926 0.0367
0.285 0.5944 0.428 0.381 0.1691 0.4685 1.1315 0.8688 0.6668 0.6704
0.0125 1.1576 1.2362 1.1873 -0.0699 0.1308 0.1672 1.0092
Final Estimates: 0.7533001 -0.04895414 -0.1871817 0.3555134 0.3345324
-0.2180773 0.1232648 0.02508221 -0.05037748 -0.1927601 -0.05123074 -
0.1032436 0.01382876 0.390297 -0.6018864 0.1354693 0.1141366 -0.100356 -
0.5013227 -0.0150238 0.6679811 0.8828567 0.3624276 -0.5076307 0.2159993
0.07766354 -0.06992546 -0.8785379 0.117771 0.1947105 -0.2952038 -
0.3399746 0.1546588 0.2830516 0.04636409 0.1087332 0.04272563 -0.4676122
0.543538 0.5487646 0.1654555 -0.7843848 -0.9423684 -0.4767 0.5107893

```

Coefficient(s):

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
x1	0.75330	0.38461	1.959	0.050161	.
x2	-0.04895	NaN	NaN	NaN	
x3	-0.18718	0.19779	-0.946	0.343955	
x1	0.35551	NaN	NaN	NaN	
x2	0.33453	0.09085	3.682	0.000231	***
x3	-0.21808	NaN	NaN	NaN	
x1	0.12326	0.06599	1.868	0.061780	.
x2	0.02508	0.02976	0.843	0.399386	
x3	-0.05038	0.02644	-1.906	0.056692	.
x1	-0.19276	1.55704	-0.124	0.901475	
x2	-0.05123	0.32299	-0.159	0.873971	
x3	-0.10324	1.12423	-0.092	0.926829	
x1	0.01383	1.13368	0.012	0.990268	
x2	0.39030	0.02536	15.393	< 2e-16	***
x3	-0.60189	0.72413	-0.831	0.405866	
x1	0.13547	0.12936	1.047	0.295004	
x2	0.11414	0.09040	1.263	0.206728	
x3	-0.10036	0.08526	-1.177	0.239166	
x1	-0.50132	0.75114	-0.667	0.504505	
x2	-0.01502	0.36951	-0.041	0.967568	
x3	0.66798	NaN	NaN	NaN	
x1	0.88286	0.71409	1.236	0.216335	
x2	0.36243	NaN	NaN	NaN	
x3	-0.50763	NaN	NaN	NaN	
x1	0.21600	0.08348	2.587	0.009671	**
x2	0.07766	NaN	NaN	NaN	
x3	-0.06993	0.02177	-3.212	0.001320	**
	-0.87854	0.38343	-2.291	0.021948	*
	0.11777	NaN	NaN	NaN	
	0.19471	0.19867	0.980	0.327058	
	-0.29520	0.06806	-4.337	1.44e-05	***
	-0.33997	0.01060	-32.082	< 2e-16	***
	0.15466	NaN	NaN	NaN	
	0.28305	1.56011	0.181	0.856030	
	0.04636	0.31333	0.148	0.882366	
	0.10873	1.11981	0.097	0.922647	
	0.04273	1.28271	0.033	0.973428	
	-0.46761	NaN	NaN	NaN	
	0.54354	0.83984	0.647	0.517509	

Lampiran 26 Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (3,2) (Lanjutan)

```

0.54876    0.74885    0.733    0.463672
0.16546    0.36862    0.449    0.653537
-0.78438      NaN      NaN      NaN
-0.94237    0.85701   -1.100   0.271507
-0.47670      NaN      NaN      NaN
0.51079      NaN      NaN      NaN
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
---
Estimates in matrix form:
AR coefficient matrix
AR( 1 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,]  0.753 -0.0490 -0.187
[2,] -0.193 -0.0512 -0.103
[3,] -0.501 -0.0150  0.668
AR( 2 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,]  0.3555 0.335 -0.218
[2,]  0.0138 0.390 -0.602
[3,]  0.8829 0.362 -0.508
AR( 3 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,]  0.123 0.0251 -0.0504
[2,]  0.135 0.1141 -0.1004
[3,]  0.216 0.0777 -0.0699
MA coefficient matrix
MA( 1 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,]  0.879 -0.1178 -0.195
[2,] -0.283 -0.0464 -0.109
[3,] -0.549 -0.1655  0.784
MA( 2 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,]  0.2952 0.340 -0.155
[2,] -0.0427 0.468 -0.544
[3,]  0.9424 0.477 -0.511

```


Lampiran 27 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (3,3)

```

> v33 <- VARMA(df,p = 3, q = 3, include.mean = F)
Number of parameters: 54
initial estimates: 0.0555 -0.0036 0.189 0.0243 0.5389 -0.2001 0.4431 -
0.3288 0.3132 -0.2061 -0.1618 0.1405 0.0611 0.5628 -0.6145 0.5055 -
0.2299 0.034 -0.3772 -0.5988 0.8925 0.8283 0.2697 -0.6635 -0.0029 -
0.6134 0.4208 -0.1761 0.0742 -0.1848 -0.0446 -0.5821 0.1916 -0.4189
0.3907 -0.3422 0.2821 0.1701 -0.1341 0.0085 -0.6966 0.6021 -0.3629
0.3338 -0.1365 0.4238 0.755 -1.009 -0.8352 -0.4257 0.6985 0.3033 0.6316
-0.5191
Par. lower-bounds: -0.6371 -0.5427 -0.3093 -0.6691 0.0819 -0.6665 -
0.0445 -0.6688 -0.0216 -1.1607 -0.9048 -0.5463 -0.8945 -0.067 -1.2572 -
0.1666 -0.6985 -0.4275 -1.3214 -1.3338 0.2133 -0.1169 -0.3533 -1.2993 -
0.6677 -1.0769 -0.0356 -0.8716 -0.4667 -0.6869 -0.7842 -1.0417 -0.2939 -
0.9733 0.0345 -0.7069 -0.6765 -0.5754 -0.8262 -1.0108 -1.33 -0.0671 -
1.127 -0.1571 -0.6392 -0.5243 0.0176 -1.6936 -1.8433 -1.0522 0.0366 -
0.4526 0.146 -1.0164
Par. upper-bounds: 0.7481 0.5355 0.6873 0.7176 0.9959 0.2662 0.9308
0.0112 0.648 0.7485 0.5813 0.8272 1.0167 1.1927 0.0283 1.1776 0.2387
0.4954 0.567 0.1362 1.5718 1.7735 0.8927 -0.0277 0.6619 -0.1499 0.8772
0.5194 0.6151 0.3173 0.6949 -0.1226 0.6771 0.1355 0.7468 0.0226 1.2406
0.9156 0.5579 1.0277 -0.0632 1.2712 0.4013 0.8247 0.3662 1.3719 1.4924 -
0.3245 0.173 0.2007 1.3603 1.0591 1.1171 -0.0219
Final Estimates: 0.0555306 -0.003612733 0.1890058 0.02427973
0.5389143 -0.2001343 0.4431371 -0.3288354 0.3131641 -0.2061056 -
0.1617607 0.140452 0.06112077 0.5628287 -0.6144726 0.5055167 -0.2299235
0.03395678 -0.3771798 -0.5987845 0.8925345 0.8282803 0.2696825 -
0.6635083 -0.002885529 -0.6134269 0.420798 -0.1760898 0.07421628 -
0.1848037 -0.04463683 -0.5821088 0.1915978 -0.4189212 0.390678 -
0.3421536 0.282064 0.170111 -0.1341369 0.008462641 -0.696598 0.6020677 -
0.362852 0.3337773 -0.136524 0.4238001 0.7550087 -1.009033 -0.8351712 -
0.4257396 0.6984654 0.3032521 0.631593 -0.5191094

Coefficient(s):
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
x1 0.055531      NaN      NaN      NaN
x2 -0.003613      NaN      NaN      NaN
x3 0.189006      NaN      NaN      NaN
x1 0.024280      NaN      NaN      NaN
x2 0.538914      NaN      NaN      NaN
x3 -0.200134      NaN      NaN      NaN
x1 0.443137      NaN      NaN      NaN
x2 -0.328835      NaN      NaN      NaN
x3 0.313164      NaN      NaN      NaN
x1 -0.206106      NaN      NaN      NaN
x2 -0.161761      NaN      NaN      NaN
x3 0.140452      NaN      NaN      NaN
x1 0.061121      NaN      NaN      NaN
x2 0.562829      NaN      NaN      NaN
x3 -0.614473      NaN      NaN      NaN
x1 0.505517      NaN      NaN      NaN
x2 -0.229923      NaN      NaN      NaN
x3 0.033957      NaN      NaN      NaN
x1 -0.377180      NaN      NaN      NaN
x2 -0.598784      NaN      NaN      NaN
x3 0.892535      NaN      NaN      NaN
x1 0.828280      NaN      NaN      NaN
x2 0.269683      NaN      NaN      NaN
x3 -0.663508      NaN      NaN      NaN
x1 -0.002886      NaN      NaN      NaN
x2 -0.613427      NaN      NaN      NaN
x3 0.420798      NaN      NaN      NaN
      -0.176090      NaN      NaN      NaN
      0.074216      NaN      NaN      NaN
      -0.184804      NaN      NaN      NaN
      -0.044637      NaN      NaN      NaN
      -0.582109      NaN      NaN      NaN
      0.191598      NaN      NaN      NaN

```

Lampiran 27 Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (3,3) (Lanjutan)

-0.418921	NaN	NaN	NaN
0.390678	NaN	NaN	NaN
-0.342154	NaN	NaN	NaN
0.282064	NaN	NaN	NaN
0.170111	NaN	NaN	NaN
-0.134137	NaN	NaN	NaN
0.008463	NaN	NaN	NaN
-0.696598	NaN	NaN	NaN
0.602068	NaN	NaN	NaN
-0.362852	NaN	NaN	NaN
0.333777	NaN	NaN	NaN
-0.136524	NaN	NaN	NaN
0.423800	NaN	NaN	NaN
0.755009	NaN	NaN	NaN
-1.009033	NaN	NaN	NaN
-0.835171	NaN	NaN	NaN
-0.425740	NaN	NaN	NaN
0.698465	NaN	NaN	NaN
0.303252	NaN	NaN	NaN
0.631593	NaN	NaN	NaN
-0.519109	NaN	NaN	NaN

Estimates in matrix form:			
AR coefficient matrix			
AR(1)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	0.0555	-0.00361	0.189
[2,]	-0.2061	-0.16176	0.140
[3,]	-0.3772	-0.59878	0.893
AR(2)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	0.0243	0.539	-0.200
[2,]	0.0611	0.563	-0.614
[3,]	0.8283	0.270	-0.664
AR(3)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	0.44314	-0.329	0.313
[2,]	0.50552	-0.230	0.034
[3,]	-0.00289	-0.613	0.421
MA coefficient matrix			
MA(1)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	0.176	-0.0742	0.185
[2,]	-0.282	-0.1701	0.134
[3,]	-0.424	-0.7550	1.009
MA(2)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	0.04464	0.582	-0.192
[2,]	-0.00846	0.697	-0.602
[3,]	0.83517	0.426	-0.698
MA(3)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	0.419	-0.391	0.342
[2,]	0.363	-0.334	0.137
[3,]	-0.303	-0.632	0.519

Lampiran 28 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (3,4)

```

> v34 <- VARMA(df,p = 3, q = 4, include.mean = F)
Number of parameters: 63
initial estimates: -0.2705 0.5344 0.541 0.234 0.8145 -0.3937 -0.1768 -
0.1033 0.4148 -0.442 0.3696 0.4319 0.3392 0.6427 -0.8045 -0.1319 -0.1157
0.2498 -0.4503 -0.3824 1.0145 0.8745 0.3859 -0.7546 -0.2312 -0.4391
0.3497 0.1498 -0.4675 -0.533 -0.348 -0.8948 0.4246 0.1489 0.2594 -0.4334
-0.2634 0.0853 0.0066 0.518 -0.3635 -0.4228 -0.3493 -0.8103 0.8241
0.2494 0.3075 -0.3435 -0.2224 0.0105 0.0238 0.497 0.5366 -1.1291 -0.9118
-0.5578 0.8033 0.5075 0.4995 -0.4444 -0.1087 0.0624 -0.0342
Par. lower-bounds: -1.069 -0.2107 -0.0564 -0.5163 0.2842 -0.8839 -
0.9471 -0.4864 -0.1086 -1.5457 -0.6603 -0.3939 -0.6979 -0.0903 -1.4821 -
1.1966 -0.6452 -0.4737 -1.5422 -1.4013 0.1975 -0.1515 -0.3392 -1.425 -
1.2845 -0.9629 -0.3661 -0.6511 -1.2143 -1.1327 -1.1792 -1.4374 -0.0952 -
0.6421 -0.1415 -0.9682 -0.4874 0.002 -0.0979 -0.589 -1.3957 -1.2517 -
1.4982 -1.5604 0.1056 -0.844 -0.2466 -1.0828 -0.532 -0.1046 -0.1206 -
0.5981 -0.4845 -1.9492 -2.0484 -1.2999 0.0926 -0.5742 -0.0487 -1.1758 -
0.415 -0.0515 -0.177
Par. upper-bounds: 0.528 1.2795 1.1385 0.9843 1.3448 0.0965 0.5935
0.2797 0.9382 0.6617 1.3996 1.2577 1.3763 1.3757 -0.1268 0.9328 0.4137
0.9733 0.6415 0.6365 1.8314 1.9005 1.111 -0.0843 0.822 0.0846 1.0654
0.9507 0.2792 0.0668 0.4831 -0.3521 0.9444 0.94 0.6603 0.1014 -0.0395
0.1686 0.1111 1.625 0.6687 0.4062 0.7996 -0.0602 1.5425 1.3429 0.8616
0.3957 0.0872 0.1256 0.1683 1.5921 1.5577 -0.3091 0.2247 0.1842 1.5141
1.5892 1.0476 0.2869 0.1975 0.1762 0.1087
Final Estimates: -0.2704605 0.5344022 0.5410251 0.2340183 0.8145353 -
0.3936916 -0.1768098 -0.1033316 0.4147914 -0.4419832 0.369629 0.4319087
0.3391983 0.6427241 -0.8044561 -0.1318918 -0.1157208 0.249812 -0.4503298
-0.3824028 1.014475 0.8745047 0.3859123 -0.7546356 -0.2312413 -0.4391399
0.3496659 0.1498194 -0.4675463 -0.5329556 -0.348034 -0.8947747 0.4246298
0.1489444 0.2593996 -0.4334118 -0.2634355 0.08527799 0.006590699
0.5179807 -0.3635266 -0.4227524 -0.3492887 -0.8102883 0.8240661
0.2494289 0.307529 -0.3435313 -0.2223941 0.01049137 0.02383521 0.4970114
0.5365783 -1.129145 -0.9118096 -0.5578375 0.8033119 0.5075159 0.4994713
-0.4444224 -0.1087369 0.06236031 -0.03417002

Coefficient(s):
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
x1 -0.270460 NaN NaN NaN
x2 0.534402 NaN NaN NaN
x3 0.541025 NaN NaN NaN
x1 0.234018 NaN NaN NaN
x2 0.814535 NaN NaN NaN
x3 -0.393692 NaN NaN NaN
x1 -0.176810 NaN NaN NaN
x2 -0.103332 NaN NaN NaN
x3 0.414791 NaN NaN NaN
x1 -0.441983 NaN NaN NaN
x2 0.369629 NaN NaN NaN
x3 0.431909 NaN NaN NaN
x1 0.339198 NaN NaN NaN
x2 0.642724 NaN NaN NaN
x3 -0.804456 NaN NaN NaN
x1 -0.131892 NaN NaN NaN
x2 -0.115721 NaN NaN NaN
x3 0.249812 NaN NaN NaN
x1 -0.450330 NaN NaN NaN
x2 -0.382403 NaN NaN NaN
x3 1.014475 NaN NaN NaN
x1 0.874505 NaN NaN NaN
x2 0.385912 NaN NaN NaN
x3 -0.754636 NaN NaN NaN
x1 -0.231241 NaN NaN NaN
x2 -0.439140 NaN NaN NaN
x3 0.349666 NaN NaN NaN
0.149819 NaN NaN NaN
-0.467546 NaN NaN NaN
-0.532956 NaN NaN NaN

```

Lampiran 28 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (3,4)
(Lanjutan)

-0.348034	NaN	NaN	NaN
-0.894775	NaN	NaN	NaN
0.424630	NaN	NaN	NaN
0.148944	NaN	NaN	NaN
0.259400	NaN	NaN	NaN
-0.433412	NaN	NaN	NaN
-0.263436	NaN	NaN	NaN
0.085278	NaN	NaN	NaN
0.006591	NaN	NaN	NaN
0.517981	NaN	NaN	NaN
-0.363527	NaN	NaN	NaN
-0.422752	NaN	NaN	NaN
-0.349289	NaN	NaN	NaN
-0.810288	NaN	NaN	NaN
0.824066	NaN	NaN	NaN
0.249429	NaN	NaN	NaN
0.307529	NaN	NaN	NaN
-0.343531	NaN	NaN	NaN
-0.222394	NaN	NaN	NaN
0.010491	NaN	NaN	NaN
0.023835	NaN	NaN	NaN
0.497011	NaN	NaN	NaN
0.536578	NaN	NaN	NaN
-1.129145	NaN	NaN	NaN
-0.911810	NaN	NaN	NaN
-0.557837	NaN	NaN	NaN
0.803312	NaN	NaN	NaN
0.507516	NaN	NaN	NaN
0.499471	NaN	NaN	NaN
-0.444422	NaN	NaN	NaN
-0.108737	NaN	NaN	NaN
0.062360	NaN	NaN	NaN
-0.034170	NaN	NaN	NaN

Estimates in matrix form:			
AR coefficient matrix			
AR(1)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	-0.270	0.534	0.541
[2,]	-0.442	0.370	0.432
[3,]	-0.450	-0.382	1.014
AR(2)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	0.234	0.815	-0.394
[2,]	0.339	0.643	-0.804
[3,]	0.875	0.386	-0.755
AR(3)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	-0.177	-0.103	0.415
[2,]	-0.132	-0.116	0.250
[3,]	-0.231	-0.439	0.350
MA coefficient matrix			
MA(1)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	-0.150	0.468	0.533
[2,]	-0.518	0.364	0.423
[3,]	-0.497	-0.537	1.129
MA(2)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	0.348	0.895	-0.425
[2,]	0.349	0.810	-0.824
[3,]	0.912	0.558	-0.803
MA(3)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	-0.149	-0.259	0.433
[2,]	-0.249	-0.308	0.344
[3,]	-0.508	-0.499	0.444
MA(4)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	0.263	-0.0853	-0.00659
[2,]	0.222	-0.0105	-0.02384
[3,]	0.109	-0.0624	0.03417

Lampiran 29 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (3,5)

```

> v35 <- VARMA(df,p = 3, q = 5, include.mean = F)
Number of parameters: 72
initial estimates: 0.3193 -0.5457 1.0498 -0.1178 1.2672 -0.2977 0.136 -0.5018
0.4272 1.8644 -1.3545 1.2263 -0.4129 0.922 -0.9814 0.4136 -1.1817 0.3742 0.3442
-0.8338 1.2827 0.5806 0.5278 -0.7774 -0.1237 -0.722 0.4417 -0.4381 0.6127 -
1.0425 0.128 -1.4467 0.3812 -0.1643 0.5683 -0.4228 -0.2214 0.1446 0.0186 -0.1245
-0.1242 0.1169 -1.7816 1.3609 -1.2172 0.7632 -1.3326 1.0713 -0.2494 1.3105 -
0.4269 -0.1539 -0.0162 0.0339 0.0055 -0.3112 0.2763 -0.296 0.9886 -1.3978 -
0.5038 -0.7838 0.8488 0.3945 0.7737 -0.5132 -0.1289 0.0529 -0.0167 -0.0191 -
0.0928 0.1111
Par. lower-bounds: -1.167 -1.8245 0.3184 -0.9506 0.5835 -0.8607 -0.7217 -1.2158
-0.1172 -0.1876 -3.12 0.2165 -1.5626 -0.022 -1.7588 -0.7706 -2.1676 -0.3775 -
1.6919 -2.5855 0.2807 -0.5601 -0.4088 -1.5487 -1.2987 -1.7002 -0.3042 -1.9225 -
0.6671 -1.7761 -0.8563 -2.1594 -0.2063 -1.0206 -0.1356 -0.9718 -0.4812 0.0192 -
0.092 -0.2945 -0.2858 -0.0181 -3.8311 -0.4059 -2.23 -0.5958 -2.3166 0.2602 -
1.4316 0.3387 -1.1849 -0.5125 -0.1893 -0.1188 -0.2291 -0.5344 0.0898 -2.3295 -
0.7645 -2.4027 -1.8523 -1.7601 0.044 -0.7785 -0.1906 -1.2653 -0.4847 -0.1189 -
0.1683 -0.2519 -0.3142 -0.0739
Par. upper-bounds: 1.8055 0.733 1.7812 0.7149 1.9509 0.2653 0.9938 0.2123
0.9717 3.9164 0.4109 2.2361 0.7369 1.8659 -0.2041 1.5978 -0.1959 1.1259 2.3802
0.9179 2.2846 1.7214 1.4644 -0.0061 1.0513 0.2562 1.1875 1.0463 1.8924 -0.309
1.1124 -0.7339 0.9687 0.6919 1.2722 0.1261 0.0383 0.27 0.1293 0.0454 0.0375
0.252 0.2678 3.1277 -0.2044 2.1222 -0.3486 1.8824 0.9327 2.2823 0.331 0.2047
0.1569 0.1867 0.2402 -0.0881 0.4627 1.7374 2.7417 -0.3929 0.8446 0.1926 1.6536
1.5675 1.738 0.2388 0.227 0.2246 0.1348 0.2136 0.1286 0.2961
Final Estimates: 0.3192703 -0.5457337 1.049773 -0.1178137 1.267233 -0.2977206
0.1360472 -0.501766 0.4272347 1.864402 -1.354514 1.226292 -0.412861 0.9219581 -
0.9814192 0.4136032 -1.181707 0.3742072 0.3441821 -0.8338131 1.282671 0.5806465
0.5278141 -0.7774239 -0.1237156 -0.7219923 0.4416849 -0.4381347 0.6126731 -
1.04254 0.1280415 -1.446658 0.3811988 -0.1643174 0.5682794 -0.4228397 -0.2214159
0.1446054 0.01861071 -0.124542 -0.1241577 0.1169488 -1.781647 1.360895 -1.217208
0.7632169 -1.332577 1.071293 -0.2494455 1.31048 -0.4269392 -0.1539117 -
0.01624088 0.03394973 0.005549464 -0.3112439 0.2762731 -0.2960321 0.9886183 -
1.397828 -0.5038249 -0.7837719 0.8487857 0.3944936 0.7736935 -0.5132361 -
0.1288703 0.05286063 -0.01673942 -0.01914327 -0.09276929 0.1111072

Coefficient(s):
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
x1  0.319270      NaN      NaN      NaN
x2 -0.545734      NaN      NaN      NaN
x3  1.049773      NaN      NaN      NaN
x1 -0.117814      NaN      NaN      NaN
x2  1.267233      NaN      NaN      NaN
x3 -0.297721      NaN      NaN      NaN
x1  0.136047      NaN      NaN      NaN
x2 -0.501766      NaN      NaN      NaN
x3  0.427235      NaN      NaN      NaN
x1  1.864402      NaN      NaN      NaN
x2 -1.354514      NaN      NaN      NaN
x3  1.226292      NaN      NaN      NaN
x1 -0.412861      NaN      NaN      NaN
x2  0.921958      NaN      NaN      NaN
x3 -0.981419      NaN      NaN      NaN
x1  0.413603      NaN      NaN      NaN
x2 -1.181707      NaN      NaN      NaN
x3  0.374207      NaN      NaN      NaN
x1  0.344182      NaN      NaN      NaN
x2 -0.833813      NaN      NaN      NaN
x3  1.282671      NaN      NaN      NaN
x1  0.580647      NaN      NaN      NaN
x2  0.527814      NaN      NaN      NaN
x3 -0.777424      NaN      NaN      NaN
x1 -0.123716      NaN      NaN      NaN
x2 -0.721992      NaN      NaN      NaN
x3  0.441685      NaN      NaN      NaN
      -0.438135      NaN      NaN      NaN
      0.612673      NaN      NaN      NaN
      -1.042540      NaN      NaN      NaN
      0.128041      NaN      NaN      NaN
      -1.446658      NaN      NaN      NaN
      0.381199      NaN      NaN      NaN
      -0.164317      NaN      NaN      NaN
      0.568279      NaN      NaN      NaN
      -0.422840      NaN      NaN      NaN

```

Lampiran 29 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (3,5)
(Lanjutan)

-0.221416	NaN	NaN	NaN
0.144605	NaN	NaN	NaN
0.018611	NaN	NaN	NaN
-0.124542	NaN	NaN	NaN
-0.124158	NaN	NaN	NaN
0.116949	NaN	NaN	NaN
-1.781647	NaN	NaN	NaN
1.360895	NaN	NaN	NaN
-1.217208	NaN	NaN	NaN
0.763217	NaN	NaN	NaN
-1.332577	NaN	NaN	NaN
1.071293	NaN	NaN	NaN
-0.249445	NaN	NaN	NaN
1.310480	NaN	NaN	NaN
-0.426939	NaN	NaN	NaN
-0.153912	NaN	NaN	NaN
-0.016241	NaN	NaN	NaN
0.033950	NaN	NaN	NaN
0.005549	NaN	NaN	NaN
-0.311244	NaN	NaN	NaN
0.276273	NaN	NaN	NaN
-0.296032	NaN	NaN	NaN
0.988618	NaN	NaN	NaN
-1.397828	NaN	NaN	NaN
-0.503825	NaN	NaN	NaN
-0.783772	NaN	NaN	NaN
0.848786	NaN	NaN	NaN
0.394494	NaN	NaN	NaN
0.773694	NaN	NaN	NaN
-0.513236	NaN	NaN	NaN
-0.128870	NaN	NaN	NaN
0.052861	NaN	NaN	NaN
-0.016739	NaN	NaN	NaN
-0.019143	NaN	NaN	NaN
-0.092769	NaN	NaN	NaN
0.111107	NaN	NaN	NaN

Estimates in matrix form:			
AR coefficient matrix			
AR(1)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	0.319	-0.546	1.05
[2,]	1.864	-1.355	1.23
[3,]	0.344	-0.834	1.28
AR(2)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	-0.118	1.267	-0.298
[2,]	-0.413	0.922	-0.981
[3,]	0.581	0.528	-0.777
AR(3)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	0.136	-0.502	0.427
[2,]	0.414	-1.182	0.374
[3,]	-0.124	-0.722	0.442
MA coefficient matrix			
MA(1)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	0.438	-0.613	1.04
[2,]	1.782	-1.361	1.22
[3,]	0.296	-0.989	1.40
MA(2)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	-0.128	1.447	-0.381
[2,]	-0.763	1.333	-1.071
[3,]	0.504	0.784	-0.849
MA(3)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	0.164	-0.568	0.423
[2,]	0.249	-1.310	0.427
[3,]	-0.394	-0.774	0.513

Lampiran 29 *Output* Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (3,5)
(Lanjutan)

```
MA( 4 )-matrix
  [,1] [,2] [,3]
[1,] 0.221 -0.1446 -0.0186
[2,] 0.154 0.0162 -0.0339
[3,] 0.129 -0.0529 0.0167
MA( 5 )-matrix
  [,1] [,2] [,3]
[1,] 0.12454 0.1242 -0.117
[2,] -0.00555 0.3112 -0.276
[3,] 0.01914 0.0928 -0.111
```

Lampiran 30 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (4,1)

```

> v41 <- VARMA(df,p = 4, q = 1, include.mean = F)
Number of parameters: 45
initial estimates: 0.4664 -0.1502 0.0182 0.0482 -0.0392 -0.0295 0.0907 0.0132 -
0.0138 -0.003 0.0406 -0.09 0.0295 0.1633 -0.2638 0.0949 -0.0861 -0.0687 0.1662
0.041 -0.0524 -0.0103 -0.0306 -0.0264 0.2393 -1.0129 0.2356 0.1327 -0.0906 -
0.0477 0.2945 -0.1159 -0.0674 0.1605 0.0467 -0.1091 -0.5861 0.2158 -0.0108
0.0456 -0.1551 0.2695 -0.1938 1.1672 -0.3517
Par. lower-bounds: -0.1333 -0.724 -0.4472 -0.0675 -0.1178 -0.1085 -0.0039 -
0.0745 -0.081 -0.1259 -0.0213 -0.1543 -0.7977 -0.6281 -0.9057 -0.0646 -0.1945 -
0.1776 0.0357 -0.08 -0.145 -0.1799 -0.1159 -0.1151 -0.5795 -1.7964 -0.3998 -
0.0251 -0.1979 -0.1555 0.1653 -0.2356 -0.1591 -0.0074 -0.0378 -0.1969 -1.19 -
0.361 -0.48 -0.7874 -0.9506 -0.3776 -1.0184 0.3796 -0.9924
Par. upper-bounds: 1.0661 0.4236 0.4835 0.1638 0.0394 0.0494 0.1854 0.1009
0.0534 0.12 0.1025 -0.0257 0.8566 0.9547 0.378 0.2544 0.0222 0.0401 0.2967 0.162
0.0403 0.1593 0.0548 0.0623 1.0582 -0.2294 0.8711 0.2906 0.0167 0.0601 0.4237
0.0039 0.0244 0.3283 0.1312 -0.0212 0.0179 0.7925 0.4584 0.8785 0.6404 0.9166
0.6309 1.9547 0.2889
Final Estimates: 0.788683 -0.3527783 -0.3170221 0.1136759 -0.009333616 -
0.06842247 0.1376248 -0.02716614 -0.03860058 0.07865167 0.03340089 -0.09878759 -
0.01640316 0.04479112 -0.2416822 0.09521685 -0.08668919 -0.06614526 0.1763069
0.02203721 -0.05210804 -0.0018525 -0.04076748 -0.01205964 0.1087181 -1.013934
0.1261294 0.1263919 -0.06855071 -0.05905266 0.2946986 -0.1231294 -0.08083999
0.1875169 0.04766654 -0.1197172 -0.9116413 0.424712 0.3226413 0.09597657 -
0.03608008 0.2462915 -0.06258413 1.172676 -0.2464239

Coefficient(s):
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
x1 0.788683 0.513045 1.537 0.12423
x2 -0.352778 0.377935 -0.933 0.35059
x3 -0.317022 0.289526 -1.095 0.27353
x1 0.113676 0.078949 1.440 0.14990
x2 -0.009334 0.044871 -0.208 0.83522
x3 -0.068422 0.050510 -1.355 0.17554
x1 0.137625 0.059417 2.316 0.02054 *
x2 -0.027166 0.058263 -0.466 0.64102
x3 -0.038601 0.042468 -0.909 0.36338
x1 0.078652 0.080745 0.974 0.33002
x2 0.033401 0.037370 0.894 0.37144
x3 -0.098788 0.042734 -2.312 0.02079 *
x1 -0.016403 0.739283 -0.022 0.98230
x2 0.044791 0.432733 0.104 0.91756
x3 -0.241682 0.402737 -0.600 0.54844
x1 0.095217 0.095533 0.997 0.31891
x2 -0.086689 0.053341 -1.625 0.10412
x3 -0.066145 0.065376 -1.012 0.31165
x1 0.176307 0.061716 2.857 0.00428 **
x2 0.022037 0.061217 0.360 0.71886
x3 -0.052108 0.046835 -1.113 0.26588
x1 -0.001853 0.082878 -0.022 0.98217
x2 -0.040767 0.036613 -1.113 0.26550
x3 -0.012060 0.044580 -0.271 0.78676
x1 0.108718 1.363257 0.080 0.93644
x2 -1.013934 0.595340 -1.703 0.08855 .
x3 0.126129 0.954408 0.132 0.89486
x1 0.126392 0.213808 0.591 0.55442
x2 -0.068551 0.085534 -0.801 0.42288
x3 -0.059053 0.128103 -0.461 0.64481
x1 0.294699 0.121842 2.419 0.01558 *
x2 -0.123129 0.095307 -1.292 0.19638
x3 -0.080840 0.078222 -1.033 0.30139
x1 0.187517 0.150153 1.249 0.21172
x2 0.047667 0.065953 0.723 0.46984
x3 -0.119717 0.062449 -1.917 0.05523 .
-0.911641 0.513582 -1.775 0.07589 .
0.424712 0.379992 1.118 0.26370
0.322641 0.287959 1.120 0.26252
0.095977 0.745269 0.129 0.89753
-0.036080 0.436221 -0.083 0.93408
0.246291 0.405492 0.607 0.54359
-0.062584 1.372499 -0.046 0.96363
1.172676 0.597328 1.963 0.04962 *
-0.246424 0.957594 -0.257 0.79692
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```


Lampiran 30 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (4,1)

```
---
Estimates in matrix form:
AR coefficient matrix
AR( 1 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,] 0.7887 -0.3528 -0.317
[2,] -0.0164 0.0448 -0.242
[3,] 0.1087 -1.0139 0.126
AR( 2 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,] 0.1137 -0.00933 -0.0684
[2,] 0.0952 -0.08669 -0.0661
[3,] 0.1264 -0.06855 -0.0591
AR( 3 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,] 0.138 -0.0272 -0.0386
[2,] 0.176 0.0220 -0.0521
[3,] 0.295 -0.1231 -0.0808
AR( 4 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,] 0.07865 0.0334 -0.0988
[2,] -0.00185 -0.0408 -0.0121
[3,] 0.18752 0.0477 -0.1197
MA coefficient matrix
MA( 1 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,] 0.9116 -0.4247 -0.323
[2,] -0.0960 0.0361 -0.246
[3,] 0.0626 -1.1727 0.246
```

Lampiran 31 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (4,2)

```

> v42 <- VARMA(df,p = 4, q = 2, include.mean = F)
Number of parameters: 54
initial estimates: 0.1716 0.2748 0.2704 0.255 0.4998 -0.3008 0.0373 0.0944 -
0.017 -0.1337 0.0906 -0.0651 -0.091 0.081 0.0439 0.3117 0.4551 -0.6976 0.1731
0.1186 -0.1054 -0.0678 0.0201 -0.042 -0.1394 -0.8678 0.5747 0.7273 0.3176 -
0.6302 0.3254 -0.0403 -0.1142 0.0965 0.0848 -0.1115 -0.291 -0.2108 -0.2615 -
0.2844 -0.5698 0.3033 0.1669 -0.077 -0.034 -0.2405 -0.5873 0.6752 0.1849 1.02 -
0.6884 -0.6719 -0.4415 0.632
Par. lower-bounds: -0.5481 -0.4788 -0.2492 -0.3485 0.0427 -0.7417 -0.0868 -
0.0134 -0.0979 -0.2951 0.016 -0.1381 -1.0844 -0.9592 -0.6733 -0.5213 -0.1759 -
1.3062 0.0018 -0.0303 -0.2172 -0.2907 -0.0829 -0.1428 -1.123 -1.8977 -0.1354 -
0.0975 -0.3072 -1.2327 0.1559 -0.1876 -0.2249 -0.1241 -0.0171 -0.2114 -1.0138 -
0.9657 -0.7838 -0.9497 -1.0498 -0.1616 -0.8308 -1.119 -0.755 -1.1589 -1.25
0.0334 -0.8029 -0.0117 -1.4023 -1.5812 -1.0976 -0.0036
Par. upper-bounds: 0.8913 1.0284 0.79 0.8584 0.9569 0.1401 0.1614 0.2022 0.064
0.0277 0.1652 0.008 0.9025 1.1212 0.7611 1.1447 1.0861 -0.089 0.3444 0.2674
0.0064 0.155 0.123 0.0589 0.8443 0.1622 1.2849 1.552 0.9424 -0.0276 0.495 0.1071
-0.0036 0.3171 0.1868 -0.0117 0.4317 0.544 0.2608 0.3809 -0.0897 0.7683 1.1646
0.965 0.687 0.678 0.0753 1.3171 1.1727 2.0516 0.0254 0.2375 0.2146 1.2675
Final Estimates: 0.04461607 0.3966293 0.4839059 0.3491704 0.2669583 -
0.1410652 0.01728058 0.08748875 0.02663974 -0.1916091 0.08349146 -0.04838395 -
0.2297655 0.1159668 0.09372082 0.4877204 0.1290865 -0.482709 0.1873207
0.07855181 -0.06624787 -0.07366656 -0.009783102 -0.006193624 -0.1661024 -
1.051643 0.889456 0.6536924 0.2196077 -0.9200014 0.3398916 -0.01383779 -0.11071
0.06846498 0.08441324 -0.1183608 -0.1653992 -0.3216432 -0.4824833 -0.4172442 -
0.3538159 0.1626003 0.312287 -0.1074946 -0.08827887 -0.4447735 -0.2490439
0.4641137 0.2118429 1.203121 -1.003764 -0.593055 -0.3789302 0.9621362

Coefficient(s):
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
x1 0.044616    0.817819   0.055 0.95649
x2 0.396629    0.611243   0.649 0.51641
x3 0.483906         NaN         NaN      NaN
x1 0.349170    0.475756   0.734 0.46299
x2 0.266958         NaN         NaN      NaN
x3 -0.141065         NaN         NaN      NaN
x1 0.017281    0.082290   0.210 0.83367
x2 0.087489    0.030300   2.887 0.00388 **
x3 0.026640    0.039316   0.678 0.49804
x1 -0.191609    0.061027  -3.140 0.00169 **
x2 0.083491    0.044848   1.862 0.06265 .
x3 -0.048384    0.042943  -1.127 0.25987
x1 -0.229766    0.436183  -0.527 0.59836
x2 0.115967         NaN         NaN      NaN
x3 0.093721         NaN         NaN      NaN
x1 0.487720    0.177442   2.749 0.00598 **
x2 0.129086    0.177814   0.726 0.46786
x3 -0.482709         NaN         NaN      NaN
x1 0.187321         NaN         NaN      NaN
x2 0.078552    0.056751   1.384 0.16631
x3 -0.066248         NaN         NaN      NaN
x1 -0.073667         NaN         NaN      NaN
x2 -0.009783    0.052523  -0.186 0.85224
x3 -0.006194         NaN         NaN      NaN
x1 -0.166102         NaN         NaN      NaN
x2 -1.051643         NaN         NaN      NaN
x3 0.889456         NaN         NaN      NaN
x1 0.653692    0.499517   1.309 0.19065
x2 0.219608    0.229450   0.957 0.33851
x3 -0.920001         NaN         NaN      NaN
x1 0.339892         NaN         NaN      NaN
x2 -0.013838    0.096127  -0.144 0.88554
x3 -0.110710         NaN         NaN      NaN
x1 0.068465         NaN         NaN      NaN
x2 0.084413    0.073401   1.150 0.25013
x3 -0.118361         NaN         NaN      NaN
-0.165399    0.822433  -0.201 0.84061
-0.321643    0.613432  -0.524 0.60005
-0.482483         NaN         NaN      NaN
-0.417244    0.601311  -0.694 0.48775
-0.353816         NaN         NaN      NaN
0.162600         NaN         NaN      NaN
0.312287    0.441639   0.707 0.47950
-0.107495         NaN         NaN      NaN

```

Lampiran 31 *Output* Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (4,3)
(Lanjutan)

```

-0.088279      NaN      NaN      NaN
-0.444773     0.279948   -1.589   0.11211
-0.249044     0.139255   -1.788   0.07371 .
 0.464114      NaN      NaN      NaN
 0.211843      NaN      NaN      NaN
 1.203121      NaN      NaN      NaN
-1.003764      NaN      NaN      NaN
-0.593055     0.580867   -1.021   0.30726
-0.378930     0.288511   -1.313   0.18905
 0.962136      NaN      NaN      NaN
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
---
Estimates in matrix form:
AR coefficient matrix
AR( 1 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,] 0.0446 0.397 0.4839
[2,] -0.2298 0.116 0.0937
[3,] -0.1661 -1.052 0.8895
AR( 2 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,] 0.349 0.267 -0.141
[2,] 0.488 0.129 -0.483
[3,] 0.654 0.220 -0.920
AR( 3 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,] 0.0173 0.0875 0.0266
[2,] 0.1873 0.0786 -0.0662
[3,] 0.3399 -0.0138 -0.1107
AR( 4 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,] -0.1916 0.08349 -0.04838
[2,] -0.0737 -0.00978 -0.00619
[3,] 0.0685 0.08441 -0.11836
MA coefficient matrix
MA( 1 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,] 0.165 0.322 0.4825
[2,] -0.312 0.107 0.0883
[3,] -0.212 -1.203 1.0038
MA( 2 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,] 0.417 0.354 -0.163
[2,] 0.445 0.249 -0.464
[3,] 0.593 0.379 -0.962

```

Lampiran 32 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (4,3)

```

> v43 <- VARMA(df,p = 4, q = 3, include.mean = F)
Number of parameters: 63
initial estimates: -8e-04 0.3462 0.4023 0.149 0.6824 -0.3701 0.1392 -0.1949
0.2654 -0.1546 0.0686 -0.0339 -0.1356 0.1042 0.2086 0.2005 0.5027 -0.7102 0.2329
-0.1743 0.0488 -0.087 0.0057 -0.0241 -0.2446 -0.6903 0.9036 0.7572 0.3096 -
0.7091 0.0735 -0.5034 0.2201 0.0042 0.0564 -0.0658 -0.1187 -0.2788 -0.3956 -
0.2109 -0.759 0.3858 -0.1423 0.3261 -0.2884 0.2122 -0.0978 -0.2007 -0.1444 -
0.655 0.7048 -0.0892 0.3209 -0.1466 0.2918 0.845 -1.0193 -0.7428 -0.4757 0.7456
0.2264 0.5238 -0.3213
Par. lower-bounds: -0.7914 -0.4907 -0.1691 -0.6006 0.1503 -0.8599 -0.5708 -
0.5578 -0.2172 -0.3678 -0.0128 -0.1311 -1.2278 -1.0518 -0.5806 -0.8351 -0.2325 -
1.3869 -0.7479 -0.6756 -0.6179 -0.3815 -0.1068 -0.1583 -1.3247 -1.8336 0.123 -
0.267 -0.4175 -1.3783 -0.8965 -0.9992 -0.4392 -0.287 -0.0548 -0.1985 -0.9118 -
1.1169 -0.9697 -1.0399 -1.3031 -0.132 -0.878 -0.0648 -0.7826 -0.8834 -1.2556 -
0.9938 -1.2896 -1.4066 -0.0104 -1.1054 -0.2192 -0.8293 -0.7918 -0.3 -1.8037 -
1.8753 -1.219 0.0383 -0.7786 -0.0103 -0.9965
Par. upper-bounds: 0.7898 1.183 0.9736 0.8986 1.2146 0.1197 0.8492 0.168 0.7479
0.0585 0.15 0.0632 0.9565 1.2603 0.9979 1.236 1.2378 -0.0336 1.2137 0.327 0.7154
0.2074 0.1181 0.1101 0.8356 0.453 1.6842 1.7813 1.0366 -0.0399 1.0435 -0.0076
0.8794 0.2954 0.1675 0.0669 0.6745 0.5593 0.1785 0.618 -0.2149 0.9035 0.5933
0.7171 0.2058 1.3079 1.06 0.5923 1.0007 0.0966 1.42 0.927 0.8609 0.5362 1.3754
1.99 -0.235 0.3898 0.2676 1.4529 1.2315 1.0579 0.3539
Final Estimates: -0.0008298277 0.3461963 0.4022698 0.1490073 0.6824382 -
0.3701145 0.1392147 -0.1949371 0.2653549 -0.1546388 0.06857899 -0.0339273 -
0.1356237 0.1042171 0.2086389 0.2004581 0.5026559 -0.7102495 0.2329321 -
0.1742999 0.04876496 -0.08703478 0.005666388 -0.02411611 -0.2445546 -0.6902799
0.9036137 0.7571635 0.3095563 -0.7090849 0.07348877 -0.5033957 0.2200834
0.00419391 0.05636255 -0.06583541 -0.1186692 -0.2787634 -0.3955906 -0.2109487 -
0.7590038 0.3857534 -0.1423486 0.3261238 -0.2884222 0.2122477 -0.09782772 -
0.2007314 -0.1444336 -0.6550133 0.7047687 -0.08919956 0.3208749 -0.1465773
0.2917913 0.8450241 -1.019341 -0.7427563 -0.4757033 0.7455978 0.2264458
0.5238441 -0.321307

Coefficient(s):
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
x1 -0.0008298      NaN      NaN      NaN
x2  0.3461963      NaN      NaN      NaN
x3  0.4022698      NaN      NaN      NaN
x1  0.1490073      NaN      NaN      NaN
x2  0.6824382      NaN      NaN      NaN
x3 -0.3701145      NaN      NaN      NaN
x1  0.1392147      NaN      NaN      NaN
x2 -0.1949371      NaN      NaN      NaN
x3  0.2653549      NaN      NaN      NaN
x1 -0.1546388      NaN      NaN      NaN
x2  0.0685790      NaN      NaN      NaN
x3 -0.0339273      NaN      NaN      NaN
x1 -0.1356237      NaN      NaN      NaN
x2  0.1042171      NaN      NaN      NaN
x3  0.2086389      NaN      NaN      NaN
x1  0.2004581      NaN      NaN      NaN
x2  0.5026559      NaN      NaN      NaN
x3 -0.7102495      NaN      NaN      NaN
x1  0.2329321      NaN      NaN      NaN
x2 -0.1742999      NaN      NaN      NaN
x3  0.0487650      NaN      NaN      NaN
x1 -0.0870348      NaN      NaN      NaN
x2  0.0056664      NaN      NaN      NaN
x3 -0.0241161      NaN      NaN      NaN
x1 -0.2445546      NaN      NaN      NaN
x2 -0.6902799      NaN      NaN      NaN
x3  0.9036137      NaN      NaN      NaN
x1  0.7571635      NaN      NaN      NaN
x2  0.3095563      NaN      NaN      NaN
x3 -0.7090849      NaN      NaN      NaN
x1  0.0734888      NaN      NaN      NaN
x2 -0.5033957      NaN      NaN      NaN
x3  0.2200834      NaN      NaN      NaN
x1  0.0041939      NaN      NaN      NaN
x2  0.0563625      NaN      NaN      NaN
x3 -0.0658354      NaN      NaN      NaN
      -0.1186692      NaN      NaN      NaN
      -0.2787634      NaN      NaN      NaN
      -0.3955906      NaN      NaN      NaN

```

Lampiran 32 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (4,3)
(Lampiran)

-0.2109487	NaN	NaN	NaN
-0.7590038	NaN	NaN	NaN
0.3857534	NaN	NaN	NaN
-0.1423486	NaN	NaN	NaN
0.3261238	NaN	NaN	NaN
-0.2884222	NaN	NaN	NaN
0.2122477	NaN	NaN	NaN
-0.0978277	NaN	NaN	NaN
-0.2007314	NaN	NaN	NaN
-0.1444336	NaN	NaN	NaN
-0.6550133	NaN	NaN	NaN
0.7047687	NaN	NaN	NaN
-0.0891996	NaN	NaN	NaN
0.3208749	NaN	NaN	NaN
-0.1465773	NaN	NaN	NaN
0.2917913	NaN	NaN	NaN
0.8450241	NaN	NaN	NaN
-1.0193406	NaN	NaN	NaN
-0.7427563	NaN	NaN	NaN
-0.4757033	NaN	NaN	NaN
0.7455978	NaN	NaN	NaN
0.2264458	NaN	NaN	NaN
0.5238441	NaN	NaN	NaN
-0.3213070	NaN	NaN	NaN

Estimates in matrix form:			
AR coefficient matrix			
AR(1)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	-0.00083	0.346	0.402
[2,]	-0.13562	0.104	0.209
[3,]	-0.24455	-0.690	0.904
AR(2)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	0.149	0.682	-0.370
[2,]	0.200	0.503	-0.710
[3,]	0.757	0.310	-0.709
AR(3)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	0.1392	-0.195	0.2654
[2,]	0.2329	-0.174	0.0488
[3,]	0.0735	-0.503	0.2201
AR(4)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	-0.15464	0.06858	-0.0339
[2,]	-0.08703	0.00567	-0.0241
[3,]	0.00419	0.05636	-0.0658
MA coefficient matrix			
MA(1)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	0.119	0.2788	0.396
[2,]	-0.212	0.0978	0.201
[3,]	-0.292	-0.8450	1.019
MA(2)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	0.211	0.759	-0.386
[2,]	0.144	0.655	-0.705
[3,]	0.743	0.476	-0.746
MA(3)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	0.1423	-0.326	0.288
[2,]	0.0892	-0.321	0.147
[3,]	-0.2264	-0.524	0.321

Lampiran 33 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (4,4)

```

> v44 <- VARMA(df,p = 4, q = 4, include.mean = F)
Number of parameters: 72
initial estimates: -0.0423 -0.0229 0.6104 0.2432 0.8258 -0.3305 -0.2777
-0.2114 0.532 0.5698 0.0331 -0.4189 -0.6903 -0.3818 1.0542 0.3573 0.9584
-1.0778 -0.34 -0.1123 0.4799 0.8288 0.3742 -0.5078 -0.8894 -1.0015
1.4741 0.786 0.6786 -0.9326 -0.4514 -0.1843 0.4579 0.8927 0.1783 -0.2235
-0.0782 0.0885 -0.601 -0.2928 -0.9245 0.3671 0.2947 0.2968 -0.5524 -
0.7934 0.0601 0.4337 0.7665 0.3875 -1.0426 -0.3732 -1.1932 1.1684 0.4829
0.2827 -0.5964 -1.094 -0.3318 0.5519 0.9338 1.1551 -1.5857 -0.854 -
0.8803 1.0345 0.7299 0.2224 -0.5777 -1.0393 -0.0665 0.192
Par. lower-bounds: -0.988 -0.9086 -0.2939 -0.5227 0.2009 -0.9814 -
1.0596 -0.7252 -0.0366 -0.0314 -0.4812 -0.8556 -1.9987 -1.6072 -0.1968 -
0.7022 0.0939 -1.9783 -1.4216 -0.8231 -0.3066 -0.0029 -0.3373 -1.1119 -
2.1839 -2.2137 0.2364 -0.2623 -0.1767 -1.8236 -1.5215 -0.8875 -0.3202
0.0698 -0.5257 -0.8211 -1.0257 -0.7983 -1.5063 -1.1431 -1.6 -0.3588 -
0.5086 -0.2457 -1.137 -1.4441 -0.4619 -0.0399 -0.5442 -0.8394 -2.2951 -
1.5496 -2.1277 0.1642 -0.6284 -0.4678 -1.4052 -1.9942 -1.054 -0.1033 -
0.363 -0.0587 -2.8248 -2.0179 -1.8049 0.041 -0.3695 -0.5201 -1.3778 -
1.9299 -0.781 -0.4562
Par. upper-bounds: 0.9035 0.8629 1.5147 1.009 1.4507 0.3204 0.5042
0.3024 1.1005 1.171 0.5474 0.0177 0.6181 0.8435 2.3052 1.4169 1.8228 -
0.1773 0.7417 0.5985 1.2665 1.6605 1.0857 0.0962 0.4051 0.2108 2.7117
1.8342 1.5338 -0.0417 0.6187 0.5189 1.2361 1.7155 0.8822 0.3742 0.8692
0.9754 0.3043 0.5576 -0.2489 1.093 1.0979 0.8392 0.0322 -0.1427 0.5822
0.9073 2.0772 1.6144 0.2098 0.8032 -0.2586 2.1727 1.5941 1.0331 0.2123 -
0.1938 0.3904 1.207 2.2305 2.369 -0.3467 0.3098 0.0442 2.028 1.8292
0.9648 0.2225 -0.1486 0.648 0.8402
Final Estimates: -0.04226135 -0.02285351 0.6104014 0.243153 0.8258333
-0.3304994 -0.2777206 -0.2114034 0.5319752 0.5697955 0.03307103 -
0.418908 -0.6903181 -0.3818415 1.05422 0.357332 0.9583579 -1.077795 -
0.3399562 -0.1123016 0.4799388 0.8288095 0.3742339 -0.5078462 -0.889398
-1.00147 1.474058 0.7859947 0.6785763 -0.9326384 -0.4514182 -0.1842736
0.4579256 0.8926902 0.1782646 -0.2234544 -0.07823076 0.08852932 -
0.6009896 -0.2927554 -0.9244633 0.3670967 0.294669 0.2967695 -0.5523999
-0.7933972 0.06013026 0.4336957 0.7665002 0.3874723 -1.042603 -0.3731967
-1.19317 1.168429 0.4828813 0.2826543 -0.5964271 -1.094009 -0.3318042
0.5518556 0.9337856 1.155149 -1.585739 -0.8540202 -0.8803236 1.03448
0.729863 0.2223602 -0.5776577 -1.039266 -0.06652129 0.19202
Coefficient(s):
      Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)
X1 -0.04226      NaN      NaN      NaN
X2 -0.02285      NaN      NaN      NaN
X3  0.61040      NaN      NaN      NaN
X1  0.24315      NaN      NaN      NaN
X2  0.82583      NaN      NaN      NaN
X3 -0.33050      NaN      NaN      NaN
X1 -0.27772      NaN      NaN      NaN
X2 -0.21140      NaN      NaN      NaN
X3  0.53198      NaN      NaN      NaN
X1  0.56980      NaN      NaN      NaN
X2  0.03307      NaN      NaN      NaN
X3 -0.41891      NaN      NaN      NaN
X1 -0.69032      NaN      NaN      NaN
X2 -0.38184      NaN      NaN      NaN
X3  1.05422      NaN      NaN      NaN
X1  0.35733      NaN      NaN      NaN
X2  0.95836      NaN      NaN      NaN
X3 -1.07780      NaN      NaN      NaN
X1 -0.33996      NaN      NaN      NaN
X2 -0.11230      NaN      NaN      NaN
X3  0.47994      NaN      NaN      NaN
X1  0.82881      NaN      NaN      NaN
X2  0.37423      NaN      NaN      NaN
X3 -0.50785      NaN      NaN      NaN
X1 -0.88940      NaN      NaN      NaN
X2 -1.00147      NaN      NaN      NaN
X3  1.47406      NaN      NaN      NaN

```

Lampiran 33 *Output* Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (4,4)
(Lanjutan)

X1	0.78599	NaN	NaN	NaN
X2	0.67858	NaN	NaN	NaN
X3	-0.93264	NaN	NaN	NaN
X1	-0.45142	NaN	NaN	NaN
X2	-0.18427	NaN	NaN	NaN
X3	0.45793	NaN	NaN	NaN
X1	0.89269	NaN	NaN	NaN
X2	0.17826	NaN	NaN	NaN
X3	-0.22345	NaN	NaN	NaN
	-0.07823	NaN	NaN	NaN
	0.8853	NaN	NaN	NaN
	-0.60099	NaN	NaN	NaN
	-0.29276	NaN	NaN	NaN
	-0.92446	NaN	NaN	NaN
	0.36710	NaN	NaN	NaN
	0.29467	NaN	NaN	NaN
	-0.55240	NaN	NaN	NaN
	-0.79340	NaN	NaN	NaN
	0.06013	NaN	NaN	NaN
	0.43370	NaN	NaN	NaN
	0.76650	NaN	NaN	NaN
	0.38747	NaN	NaN	NaN
	-1.04260	NaN	NaN	NaN
	-0.37320	NaN	NaN	NaN
	-1.19317	NaN	NaN	NaN
	1.16843	NaN	NaN	NaN
	0.48288	NaN	NaN	NaN
	0.28265	NaN	NaN	NaN
	-0.59643	NaN	NaN	NaN
	-1.09401	NaN	NaN	NaN
	-0.33180	NaN	NaN	NaN
	0.55186	NaN	NaN	NaN
	0.93379	NaN	NaN	NaN
	1.15515	NaN	NaN	NaN
	-1.58574	NaN	NaN	NaN
	-0.85402	NaN	NaN	NaN
	-0.88032	NaN	NaN	NaN
	1.03448	NaN	NaN	NaN
	0.72986	NaN	NaN	NaN
	0.22236	NaN	NaN	NaN
	-0.57766	NaN	NaN	NaN
	-1.03927	NaN	NaN	NaN
	-0.06652	NaN	NaN	NaN
	0.19202	NaN	NaN	NaN

Estimates in matrix form:				
AR coefficient matrix				
AR(1)-matrix				
	[,1]	[,2]	[,3]	
[1,]	-0.0423	-0.0229	0.61	
[2,]	-0.6903	-0.3818	1.05	
[3,]	-0.8894	-1.0015	1.47	
AR(2)-matrix				
	[,1]	[,2]	[,3]	
[1,]	0.243	0.826	-0.330	
[2,]	0.357	0.958	-1.078	
[3,]	0.786	0.679	-0.933	
AR(3)-matrix				
	[,1]	[,2]	[,3]	
[1,]	-0.278	-0.211	0.532	
[2,]	-0.340	-0.112	0.480	
[3,]	-0.451	-0.184	0.458	

Lampiran 33 *Output* Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (4,4)
(Lanjutan)

```
AR( 4 )-matrix
  [,1] [,2] [,3]
[1,] 0.570 0.0331 -0.419
[2,] 0.829 0.3742 -0.508
[3,] 0.893 0.1783 -0.223
MA coefficient matrix
MA( 1 )-matrix
  [,1] [,2] [,3]
[1,] 0.0782 -0.0885 0.601
[2,] -0.7665 -0.3875 1.043
[3,] -0.9338 -1.1551 1.586
MA( 2 )-matrix
  [,1] [,2] [,3]
[1,] 0.293 0.924 -0.367
[2,] 0.373 1.193 -1.168
[3,] 0.854 0.880 -1.034
MA( 3 )-matrix
  [,1] [,2] [,3]
[1,] -0.295 -0.297 0.552
[2,] -0.483 -0.283 0.596
[3,] -0.730 -0.222 0.578
MA( 4 )-matrix
  [,1] [,2] [,3]
[1,] 0.793 -0.0601 -0.434
[2,] 1.094 0.3318 -0.552
[3,] 1.039 0.0665 -0.192
```


Lampiran 34 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (4,5)

```

> v45 <- VARMA(df,p = 4, q = 5, include.mean = F)
Number of parameters: 81
initial estimates: 0.0664 -0.9015 1.142 0.1695 1.1122 -0.5381 -0.0029 -
0.5826 0.5162 0.6306 0.2037 -0.4785 -0.0231 -2.3054 2.4965 -0.1303
1.9171 -1.431 0.3888 -1.0144 0.4961 0.4571 0.7736 -0.3941 -2.3085 -
2.0177 2.7434 0.8366 1.7805 -1.2435 -0.2113 -0.2133 0.4849 0.83 0.7817 -
0.2796 -0.1837 0.9683 -1.1342 -0.1682 -1.2857 0.6342 0.0534 0.6266 -
0.5525 -0.79 -0.0741 0.4825 -0.0199 -0.096 0.0289 0.1062 2.3129 -2.4874
0.2637 -2.3855 1.6802 -0.2442 1.1176 -0.604 -0.6767 -0.6343 0.4488 -
0.1654 -0.2603 0.1847 2.3542 2.1737 -2.8577 -1.0608 -2.068 1.5007 0.4407
0.2171 -0.6331 -1.0301 -0.506 0.2703 -0.2341 -0.0226 -0.0127
Par. lower-bounds: -3.6437 -2.7737 -1.5824 -0.723 -1.4465 -1.3529 -
0.9204 -1.4568 -0.0655 -0.3515 -1.1793 -1.0182 -5.1482 -4.8916 -1.2669 -
1.3632 -1.6173 -2.5565 -0.8787 -2.2221 -0.3075 -0.8996 -1.1369 -1.1397 -
7.3885 -4.5811 -0.9868 -0.3854 -1.7228 -2.3592 -1.4677 -1.4103 -0.3116 -
0.5148 -1.112 -1.0186 -3.8922 -0.9064 -3.861 -1.3174 -4.0087 -0.4371 -
0.9551 -0.248 -1.1515 -1.6389 -1.135 -0.0649 -0.6401 -0.2677 -0.1409 -
5.0166 -0.2769 -6.2542 -1.3238 -6.1471 0.2003 -1.6373 -0.0906 -1.4315 -
1.8494 -2.0997 -0.3073 -1.0221 -0.4975 -0.0498 -2.7235 -0.3933 -6.5913 -
2.6343 -5.7964 0.0339 -0.9401 -0.9805 -1.4533 -2.1925 -1.9585 -0.4792 -
1.0833 -0.2577 -0.2453
Par. upper-bounds: 3.7766 0.9707 3.8664 1.062 3.6708 0.2767 0.9147
0.2917 1.0979 1.6127 1.5868 0.0613 5.1021 0.2808 6.2599 1.1025 5.4515 -
0.3054 1.6563 0.1933 1.2997 1.8137 2.6841 0.3514 2.7715 0.5457 6.4737
2.0586 5.2838 -0.1279 1.045 0.9838 1.2814 2.1747 2.6754 0.4594 3.5248
2.8431 1.5927 0.981 1.4374 1.7056 1.0619 1.5012 0.0466 0.0589 0.9867
1.0299 0.6003 0.0757 0.1987 5.229 4.9027 1.2794 1.8512 1.3761 3.1601
1.1489 2.3258 0.2236 0.496 0.8311 1.205 0.6914 -0.0231 0.4193 7.4319
4.7407 0.8759 0.5127 1.6605 2.9676 1.8216 1.4146 0.1872 0.1322 0.9465
1.0198 0.615 0.2125 0.2198
Final Estimates: 0.06643487 -0.9015481 1.142033 0.1695233 1.112155 -
0.5381127 -0.002884615 -0.5825529 0.5162116 0.6306203 0.2037082 -
0.4784535 -0.02306422 -2.305386 2.496488 -0.1303346 1.917099 -1.430951
0.3887848 -1.014407 0.4960962 0.4570764 0.7735993 -0.3941465 -2.30849 -
2.017699 2.743428 0.8366213 1.780491 -1.243547 -0.2113477 -0.2132757
0.4849262 0.8299526 0.7816933 -0.2795879 -0.1836883 0.9683486 -1.13415 -
0.1681582 -1.285693 0.6342436 0.05337973 0.6265994 -0.5524771 -0.7899682
-0.07412503 0.4824854 -0.01992348 -0.09599709 0.02893242 0.1062114
2.312881 -2.487413 0.2636727 -2.385513 1.680157 -0.2442003 1.117627 -
0.6039753 -0.6767145 -0.6342861 0.4488387 -0.1653576 -0.2603247 0.184745
2.354154 2.173744 -2.8577 -1.060776 -2.06796 1.500718 0.4407367
0.2170652 -0.6330604 -1.030128 -0.5060268 0.2702784 -0.2341338 -
0.02263319 -0.01274686

Coefficient(s):
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
X1 0.066435      NaN      NaN      NaN
X2 -0.901548      NaN      NaN      NaN
X3 1.142033      NaN      NaN      NaN
X1 0.169523      NaN      NaN      NaN
X2 1.112155      NaN      NaN      NaN
X3 -0.538113      NaN      NaN      NaN
X1 -0.002885      NaN      NaN      NaN
X2 -0.582553      NaN      NaN      NaN
X3 0.516212      NaN      NaN      NaN
X1 0.630620      NaN      NaN      NaN
X2 0.203708      NaN      NaN      NaN
X3 -0.478454      NaN      NaN      NaN
X1 -0.023064      NaN      NaN      NaN
X2 -2.305386      NaN      NaN      NaN
X3 2.496488      NaN      NaN      NaN
X1 -0.130335      NaN      NaN      NaN
X2 1.917099      NaN      NaN      NaN
X3 -1.430951      NaN      NaN      NaN
X1 0.388785      NaN      NaN      NaN
X2 -1.014407      NaN      NaN      NaN
X3 0.496096      NaN      NaN      NaN

```

Lampiran 34 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (4,5)
(Lanjutan)

X1	0.457076	NaN	NaN	NaN
X2	0.773599	NaN	NaN	NaN
X3	-0.394147	NaN	NaN	NaN
X1	-2.308490	NaN	NaN	NaN
X2	-2.017699	NaN	NaN	NaN
X3	2.743428	NaN	NaN	NaN
X1	0.836621	NaN	NaN	NaN
X2	1.780491	NaN	NaN	NaN
X3	-1.243547	NaN	NaN	NaN
X1	-0.211348	NaN	NaN	NaN
X2	-0.213276	NaN	NaN	NaN
X3	0.484926	NaN	NaN	NaN
X1	0.829953	NaN	NaN	NaN
X2	0.781693	NaN	NaN	NaN
X3	-0.279588	NaN	NaN	NaN
	-0.183688	NaN	NaN	NaN
	0.968349	NaN	NaN	NaN
	-1.134150	NaN	NaN	NaN
	-0.168158	NaN	NaN	NaN
	-1.285693	NaN	NaN	NaN
	0.634244	NaN	NaN	NaN
	0.053380	NaN	NaN	NaN
	0.626599	NaN	NaN	NaN
	-0.552477	NaN	NaN	NaN
	-0.789968	NaN	NaN	NaN
	-0.074125	NaN	NaN	NaN
	0.482485	NaN	NaN	NaN
	-0.019923	NaN	NaN	NaN
	-0.095997	NaN	NaN	NaN
	0.028932	NaN	NaN	NaN
	0.106211	NaN	NaN	NaN
	2.312881	NaN	NaN	NaN
	-2.487413	NaN	NaN	NaN
	0.263673	NaN	NaN	NaN
	-2.385513	NaN	NaN	NaN
	1.680157	NaN	NaN	NaN
	-0.244200	NaN	NaN	NaN
	1.117627	NaN	NaN	NaN
	-0.603975	NaN	NaN	NaN
	-0.676715	NaN	NaN	NaN
	-0.634286	NaN	NaN	NaN
	0.448839	NaN	NaN	NaN
	-0.165358	NaN	NaN	NaN
	-0.260325	NaN	NaN	NaN
	0.184745	NaN	NaN	NaN
	2.354154	NaN	NaN	NaN
	2.173744	NaN	NaN	NaN
	-2.857700	NaN	NaN	NaN
	-1.060776	NaN	NaN	NaN
	-2.067960	NaN	NaN	NaN
	1.500718	NaN	NaN	NaN
	0.440737	NaN	NaN	NaN
	0.217065	NaN	NaN	NaN
	-0.633060	NaN	NaN	NaN
	-1.030128	NaN	NaN	NaN
	-0.506027	NaN	NaN	NaN
	0.270278	NaN	NaN	NaN
	-0.234134	NaN	NaN	NaN
	-0.022633	NaN	NaN	NaN
	-0.012747	NaN	NaN	NaN

Lampiran 34 *Output* Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (4,5)
(Lanjutan)

```

Estimates in matrix form:
AR coefficient matrix
AR( 1 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,]  0.0664 -0.902 1.14
[2,] -0.0231 -2.305 2.50
[3,] -2.3085 -2.018 2.74
AR( 2 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,]  0.170 1.11 -0.538
[2,] -0.130 1.92 -1.431
[3,]  0.837 1.78 -1.244
AR( 3 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,] -0.00288 -0.583 0.516
[2,]  0.38878 -1.014 0.496
[3,] -0.21135 -0.213 0.485
AR( 4 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,]  0.631 0.204 -0.478
[2,]  0.457 0.774 -0.394
[3,]  0.830 0.782 -0.280
MA coefficient matrix
MA( 1 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,]  0.184 -0.968 1.13
[2,] -0.106 -2.313 2.49
[3,] -2.354 -2.174 2.86
MA( 2 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,]  0.168 1.29 -0.634
[2,] -0.264 2.39 -1.680
[3,]  1.061 2.07 -1.501
MA( 3 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,] -0.0534 -0.627 0.552
[2,]  0.2442 -1.118 0.604
[3,] -0.4407 -0.217 0.633
MA( 4 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,]  0.790 0.0741 -0.482
[2,]  0.677 0.6343 -0.449
[3,]  1.030 0.5060 -0.270
MA( 5 )-matrix
      [,1] [,2] [,3]
[1,]  0.0199 0.0960 -0.0289
[2,]  0.1654 0.2603 -0.1847
[3,]  0.2341 0.0226  0.0127

```

Lampiran 35 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (5,1)

```

> v51 <- VARMA(df,p = 5, q = 1, include.mean = F)
Number of parameters: 54
initial estimates: 0.7165 0.5227 -0.1558 0.0363 -0.04 -0.0525 0.0424
0.0909 0.0064 -0.0927 0.0099 -0.0722 0.0645 0.0123 0.0182 0.3492 0.7923
-0.32 0.0856 -0.1059 -0.0767 0.1149 0.1218 -0.0221 -0.1266 -0.0604 -
0.0012 0.0037 0.0221 0.0571 0.3929 -0.0431 0.1344 0.0822 -0.0987 -0.059
0.2059 0.0073 -0.0317 0.0036 0.0137 -0.0799 0.0122 0.0679 0.0312 -0.8361
-0.4568 0.1628 -0.2742 -0.7838 0.3254 -0.3473 0.1982 -0.2516
Par. lower-bounds: -0.1072 -0.426 -0.6618 -0.0975 -0.1256 -0.1357 -
0.0718 -0.0351 -0.0666 -0.2591 -0.0619 -0.141 -0.0197 -0.0623 -0.07 -
0.7873 -0.5168 -1.0181 -0.0989 -0.2239 -0.1915 -0.0427 -0.0521 -0.1228 -
0.3562 -0.1594 -0.0962 -0.1123 -0.0808 -0.0645 -0.7311 -1.3377 -0.556 -
0.1004 -0.2154 -0.1725 0.0501 -0.1646 -0.1313 -0.2235 -0.0842 -0.1738 -
0.1026 -0.0338 -0.089 -1.663 -1.4072 -0.3466 -1.415 -2.0952 -0.3775 -
1.4755 -1.0987 -0.9467
Par. upper-bounds: 1.5401 1.4715 0.3501 0.17 0.0455 0.0306 0.1566
0.2169 0.0794 0.0737 0.0816 -0.0033 0.1486 0.0868 0.1063 1.4857 2.1013
0.3781 0.2702 0.0121 0.0381 0.2725 0.2957 0.0786 0.103 0.0386 0.0938
0.1198 0.125 0.1787 1.5168 1.2515 0.8248 0.2647 0.018 0.0545 0.3618
0.1792 0.0679 0.2306 0.1117 0.014 0.127 0.1697 0.1515 -0.0093 0.4936
0.6722 0.8666 0.5276 1.0282 0.781 1.4951 0.4435
Final Estimates: 0.7164636 0.5227107 -0.1558486 0.03628968 -0.0400453
-0.05253365 0.04237383 0.09093229 0.006401334 -0.09270555 0.009860632 -
0.07218249 0.06446762 0.01225576 0.01815306 0.3491995 0.7922833 -
0.319952 0.08563052 -0.1058926 -0.07670806 0.1148595 0.1218129 -
0.02213379 -0.1265888 -0.06036994 -0.001160726 0.00373736 0.02209685
0.05709348 0.3928609 -0.04308046 0.134405 0.08215942 -0.09872932 -
0.05896298 0.205914 0.007299776 -0.03167709 0.003569597 0.01374036 -
0.07990425 0.01220869 0.06794609 0.03124908 -0.8361496 -0.45679
0.1627676 -0.2742032 -0.7838281 0.3253658 -0.3472632 0.1982266 -
0.2515788

Coefficient(s):
      Estimate Std. Error  t value Pr(>|t|)
X1  0.716464          NaN      NaN      NaN
X2  0.522711          NaN      NaN      NaN
X3 -0.155849          NaN      NaN      NaN
X1  0.036290          NaN      NaN      NaN
X2 -0.040045          NaN      NaN      NaN
X3 -0.052534          NaN      NaN      NaN
X1  0.042374          NaN      NaN      NaN
X2  0.090932          NaN      NaN      NaN
X3  0.006401          NaN      NaN      NaN
X1 -0.092706          NaN      NaN      NaN
X2  0.009861          NaN      NaN      NaN
X3 -0.072182          NaN      NaN      NaN
X1  0.064468          NaN      NaN      NaN
X2  0.012256          NaN      NaN      NaN
X3  0.018153          NaN      NaN      NaN
X1  0.349200          NaN      NaN      NaN
X2  0.792283          NaN      NaN      NaN
X3 -0.319952          NaN      NaN      NaN
X1  0.085631          NaN      NaN      NaN
X2 -0.105893          NaN      NaN      NaN
X3 -0.076708          NaN      NaN      NaN
X1  0.114860          NaN      NaN      NaN
X2  0.121813          NaN      NaN      NaN
X3 -0.022134          NaN      NaN      NaN
X1 -0.126589          NaN      NaN      NaN
X2 -0.060370          NaN      NaN      NaN
X3 -0.001161          NaN      NaN      NaN
X1  0.003737          NaN      NaN      NaN
X2  0.022097          NaN      NaN      NaN
X3  0.057093          NaN      NaN      NaN
X1  0.392861          NaN      NaN      NaN
X2 -0.043080          NaN      NaN      NaN
X3  0.134405          NaN      NaN      NaN

```

Lampiran 35 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (5,1)
(Lanjutan)

X1	0.082159	NaN	NaN	NaN
X2	-0.098729	NaN	NaN	NaN
X3	-0.058963	NaN	NaN	NaN
X1	0.205914	NaN	NaN	NaN
X2	0.007300	NaN	NaN	NaN
X3	-0.031677	NaN	NaN	NaN
X1	0.003570	NaN	NaN	NaN
X2	0.013740	NaN	NaN	NaN
X3	-0.079904	NaN	NaN	NaN
X1	0.012209	NaN	NaN	NaN
X2	0.067946	NaN	NaN	NaN
X3	0.031249	NaN	NaN	NaN
	-0.836150	NaN	NaN	NaN
	-0.456790	NaN	NaN	NaN
	0.162768	NaN	NaN	NaN
	-0.274203	NaN	NaN	NaN
	-0.783828	NaN	NaN	NaN
	0.325366	NaN	NaN	NaN
	-0.347263	NaN	NaN	NaN
	0.198227	NaN	NaN	NaN
	-0.251579	NaN	NaN	NaN

Estimates in matrix form:				
AR coefficient matrix				
AR(1)-matrix				
	[,1]	[,2]	[,3]	
[1,]	0.716	0.5227	-0.156	
[2,]	0.349	0.7923	-0.320	
[3,]	0.393	-0.0431	0.134	
AR(2)-matrix				
	[,1]	[,2]	[,3]	
[1,]	0.0363	-0.0400	-0.0525	
[2,]	0.0856	-0.1059	-0.0767	
[3,]	0.0822	-0.0987	-0.0590	
AR(3)-matrix				
	[,1]	[,2]	[,3]	
[1,]	0.0424	0.0909	0.0064	
[2,]	0.1149	0.1218	-0.0221	
[3,]	0.2059	0.0073	-0.0317	
AR(4)-matrix				
	[,1]	[,2]	[,3]	
[1,]	-0.09271	0.00986	-0.07218	
[2,]	-0.12659	-0.06037	-0.00116	
[3,]	0.00357	0.01374	-0.07990	
AR(5)-matrix				
	[,1]	[,2]	[,3]	
[1,]	0.06447	0.0123	0.0182	
[2,]	0.00374	0.0221	0.0571	
[3,]	0.01221	0.0679	0.0312	
MA coefficient matrix				
MA(1)-matrix				
	[,1]	[,2]	[,3]	
[1,]	0.836	0.457	-0.163	
[2,]	0.274	0.784	-0.325	
[3,]	0.347	-0.198	0.252	

Lampiran 36 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (5,2)

```

> v52 <- VARMA(df,p = 5, q = 2, include.mean = F)
Number of parameters: 63
initial estimates: -0.2571 -0.0249 0.8733 0.2554 1.1379 -0.2816 -0.0162
0.0787 0.0036 -0.2421 0.1923 -0.0257 -0.1698 -0.0218 0.0448 0.1345 -9e-
04 0.4703 0.0332 0.9947 -0.5882 0.0879 0.1312 -0.0576 -0.2229 0.0855
0.0078 -0.1469 -0.0379 0.1075 -0.378 -0.4447 0.7025 0.5862 0.4519 -
0.4428 0.2413 3e-04 -0.0743 -0.015 0.1046 -0.0785 -0.0755 0.0521 0.0107
0.1381 0.0882 -0.8641 -0.3419 -1.2665 0.355 -0.0578 0.0037 -0.4597
0.0507 -1.2036 0.611 0.4236 0.5984 -0.8181 -0.5955 -0.5837 0.4589
Par. lower-bounds: -1.7078 -1.1143 -0.1141 -0.4967 0.1856 -0.7796 -
0.1737 -0.0492 -0.0939 -0.4652 0.0278 -0.1146 -0.388 -0.1065 -0.0663 -
1.8682 -1.5048 -0.8927 -1.0052 -0.3198 -1.2756 -0.1296 -0.0454 -0.1922 -
0.5308 -0.1416 -0.115 -0.448 -0.1548 -0.0458 -2.361 -1.9339 -0.6472 -
0.4419 -0.8498 -1.1235 0.026 -0.1745 -0.2075 -0.3199 -0.1203 -0.2001 -
0.3737 -0.0636 -0.1412 -1.3138 -1.001 -1.8522 -1.2158 -2.2883 -0.1878 -
2.0622 -1.4999 -1.8238 -1.1558 -2.6141 -0.1383 -1.5612 -0.8905 -2.1689 -
1.7902 -1.9804 -0.2831
Par. upper-bounds: 1.1936 1.0644 1.8606 1.0075 2.0901 0.2163 0.1413
0.2066 0.1011 -0.0191 0.3568 0.0633 0.0483 0.0628 0.1559 2.1371 1.5029
1.8334 1.0715 2.3093 0.0992 0.3053 0.3077 0.077 0.085 0.3126 0.1306
0.1543 0.079 0.2608 1.6051 1.0444 2.0522 1.6144 1.7535 0.2379 0.4566
0.1752 0.059 0.2899 0.3294 0.0431 0.2227 0.1678 0.1625 1.59 1.1773 0.124
0.5321 -0.2448 0.8978 1.9465 1.5073 0.9044 1.2571 0.207 1.3603 2.4083
2.0873 0.5326 0.5991 0.813 1.2009
Final Estimates: -0.257117 -0.02490536 0.8732826 0.25539 1.137868 -
0.2816073 -0.01622587 0.07867992 0.003580491 -0.2421468 0.1922803 -
0.02567793 -0.1698337 -0.02181554 0.04480991 0.1344556 -0.0009106387
0.4703468 0.03315762 0.9947087 -0.5882204 0.0878745 0.131158 -0.05760443
-0.2228887 0.08552424 0.00784315 -0.1468709 -0.03791335 0.1074976 -
0.377987 -0.4447392 0.7025373 0.5862185 0.4518718 -0.4427842 0.2412928
0.000342915 -0.07426788 -0.01497453 0.1045526 -0.07847469 -0.07551658
0.05210104 0.01066031 0.13807 0.08816 -0.8641213 -0.3418845 -1.266547
0.3549946 -0.05783986 0.003705632 -0.4597282 0.05065071 -1.203585
0.6109894 0.4235554 0.598381 -0.818132 -0.5955499 -0.5837093 0.4589203

Coefficient(s):
      Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)
X1 -0.2571170      NaN      NaN      NaN
X2 -0.0249054      NaN      NaN      NaN
X3  0.8732826      NaN      NaN      NaN
X1  0.2553900      NaN      NaN      NaN
X2  1.1378679      NaN      NaN      NaN
X3 -0.2816073      NaN      NaN      NaN
X1 -0.0162259      NaN      NaN      NaN
X2  0.0786799      NaN      NaN      NaN
X3  0.0035805      NaN      NaN      NaN
X1 -0.2421468      NaN      NaN      NaN
X2  0.1922803      NaN      NaN      NaN
X3 -0.0256779      NaN      NaN      NaN
X1 -0.1698337      NaN      NaN      NaN
X2 -0.0218155      NaN      NaN      NaN
X3  0.0448099      NaN      NaN      NaN
X1  0.1344556      NaN      NaN      NaN
X2 -0.0009106      NaN      NaN      NaN
X3  0.4703468      NaN      NaN      NaN
X1  0.0331576      NaN      NaN      NaN
X2  0.9947087      NaN      NaN      NaN
X3 -0.5882204      NaN      NaN      NaN
X1  0.0878745      NaN      NaN      NaN
X2  0.1311580      NaN      NaN      NaN
X3 -0.0576044      NaN      NaN      NaN
X1 -0.2228887      NaN      NaN      NaN
X2  0.0855242      NaN      NaN      NaN
X3  0.0078431      NaN      NaN      NaN
X1 -0.1468709      NaN      NaN      NaN
X2 -0.0379133      NaN      NaN      NaN
X3  0.1074976      NaN      NaN      NaN

```

Lampiran 36 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (5,2)
(Lanjutan)

X1	-0.3779870	NaN	NaN	NaN
X2	-0.4447392	NaN	NaN	NaN
X3	0.7025373	NaN	NaN	NaN
X1	0.5862185	NaN	NaN	NaN
X2	0.4518718	NaN	NaN	NaN
X3	-0.4427842	NaN	NaN	NaN
X1	0.2412928	NaN	NaN	NaN
X2	0.0003429	NaN	NaN	NaN
X3	-0.0742679	NaN	NaN	NaN
X1	-0.0149745	NaN	NaN	NaN
X2	0.1045526	NaN	NaN	NaN
X3	-0.0784747	NaN	NaN	NaN
X1	-0.0755166	NaN	NaN	NaN
X2	0.0521010	NaN	NaN	NaN
X3	0.0106603	NaN	NaN	NaN
	0.1380700	NaN	NaN	NaN
	0.0881600	NaN	NaN	NaN
	-0.8641213	NaN	NaN	NaN
	-0.3418845	NaN	NaN	NaN
	-1.2665471	NaN	NaN	NaN
	0.3549946	NaN	NaN	NaN
	-0.0578399	NaN	NaN	NaN
	0.0037056	NaN	NaN	NaN
	-0.4597282	NaN	NaN	NaN
	0.0506507	NaN	NaN	NaN
	-1.2035853	NaN	NaN	NaN
	0.6109894	NaN	NaN	NaN
	0.4235554	NaN	NaN	NaN
	0.5983810	NaN	NaN	NaN
	-0.8181320	NaN	NaN	NaN
	-0.5955499	NaN	NaN	NaN
	-0.5837093	NaN	NaN	NaN
	0.4589203	NaN	NaN	NaN

Estimates in matrix form:				
AR coefficient matrix				
AR(1)-matrix				
	[,1]	[,2]	[,3]	
[1,]	-0.257	-0.024905	0.873	
[2,]	0.134	-0.000911	0.470	
[3,]	-0.378	-0.444739	0.703	
AR(2)-matrix				
	[,1]	[,2]	[,3]	
[1,]	0.2554	1.138	-0.282	
[2,]	0.0332	0.995	-0.588	
[3,]	0.5862	0.452	-0.443	
AR(3)-matrix				
	[,1]	[,2]	[,3]	
[1,]	-0.0162	0.078680	0.00358	
[2,]	0.0879	0.131158	-0.05760	
[3,]	0.2413	0.000343	-0.07427	
AR(4)-matrix				
	[,1]	[,2]	[,3]	
[1,]	-0.242	0.1923	-0.02568	
[2,]	-0.223	0.0855	0.00784	
[3,]	-0.015	0.1046	-0.07847	
AR(5)-matrix				
	[,1]	[,2]	[,3]	
[1,]	-0.1698	-0.0218	0.0448	
[2,]	-0.1469	-0.0379	0.1075	
[3,]	-0.0755	0.0521	0.0107	

Lampiran 36 *Output* Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (5,2)
(Lanjutan)

MA coefficient matrix			
MA(1)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	-0.1381	-0.08816	0.864
[2,]	0.0578	-0.00371	0.460
[3,]	-0.4236	-0.59838	0.818
MA(2)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	0.3419	1.267	-0.355
[2,]	-0.0507	1.204	-0.611
[3,]	0.5955	0.584	-0.459

Lampiran 37 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (5,3)

```

> v53 <- VARMA(df,p = 5, q = 3, include.mean = F)
Number of parameters: 72
initial estimates: 0.0321 -0.5899 1.3292 -0.0558 1.7045 -0.5568 0.2917
-0.5889 0.4782 -0.2461 0.1763 0.0231 -0.1829 -0.1303 0.1227 3.8191 -
1.1162 0.2587 -0.8445 -0.0508 -1.14 0.3915 -1.553 0.4306 -0.0197 -0.2004
-0.029 0.2859 -0.363 0.3089 2.9491 -1.0167 0.3711 0.0201 -0.7401 -0.9305
0.0737 -1.356 0.4219 0.0922 -0.1778 -0.097 0.336 -0.2112 0.1829 -0.1502
0.6579 -1.3229 0.0214 -1.9078 0.6747 -0.3437 0.6922 -0.4943 -3.7347
1.1237 -0.2524 1.452 -0.3435 1.1063 -0.1504 1.7437 -0.4998 -2.8964
1.1727 -0.489 0.4193 0.4553 0.8801 0.3231 1.4388 -0.4996
Par. lower-bounds: -2.7066 -1.9653 0.1993 -0.9961 0.2056 -1.1358 -
0.5004 -1.4498 -0.0514 -0.5661 -0.0725 -0.1072 -0.5557 -0.3195 -0.0284
0.0393 -3.0145 -1.3007 -2.1422 -2.1195 -1.9391 -0.7018 -2.7411 -0.3004 -
0.4614 -0.5438 -0.2089 -0.2287 -0.6241 0.1004 -0.797 -2.8981 -1.1744 -
1.2661 -2.7905 -1.7225 -1.0099 -2.5335 -0.3026 -0.3456 -0.5181 -0.2752 -
0.174 -0.4699 -0.0238 -2.8856 -0.7188 -2.4536 -1.2044 -3.4142 0.0627 -
1.1347 -0.1877 -1.0223 -7.5099 -0.7765 -1.8129 -0.2398 -2.4226 0.2616 -
1.242 0.5293 -1.2286 -6.638 -0.7105 -2.0355 -1.2574 -1.6052 0.043 -
0.7588 0.2352 -1.2218
Par. upper-bounds: 2.7708 0.7856 2.4591 0.8845 3.2035 0.0222 1.0839
0.2719 1.0078 0.074 0.4251 0.1534 0.1899 0.0589 0.2738 7.5989 0.7821
1.818 0.4533 2.0179 -0.3409 1.4849 -0.365 1.1615 0.422 0.1429 0.1508
0.8004 -0.1019 0.5174 6.6952 0.8647 1.9166 1.3063 1.3102 -0.1385 1.1573
-0.1785 1.1463 0.5299 0.1625 0.0813 0.846 0.0476 0.3896 2.5852 2.0347 -
0.1923 1.2472 -0.4014 1.2867 0.4472 1.5722 0.0337 0.0405 3.0238 1.308
3.1437 1.7355 1.951 0.9412 2.9582 0.2289 0.8452 3.056 1.0576 2.0959
2.5159 1.7173 1.4049 2.6424 0.2227
Final Estimates: 0.03212657 -0.5898714 1.329202 -0.0557899 1.704525 -
0.5568283 0.2917479 -0.5889398 0.4781638 -0.2460524 0.1763378 0.02307361
-0.1829026 -0.1302919 0.1227079 3.819106 -1.116197 0.2586762 -0.8444521
-0.05079507 -1.140012 0.3915423 -1.553029 0.430551 -0.01968086 -
0.2004296 -0.02901085 0.2858733 -0.3629549 0.3089003 2.949072 -1.016698
0.3710932 0.02012421 -0.7401493 -0.930543 0.07371011 -1.355989 0.4218632
0.09217621 -0.1778002 -0.09697138 0.3359803 -0.2111517 0.1828791 -
0.1502005 0.6579495 -1.322905 0.02139226 -1.907765 0.6746699 -0.3437328
0.6922195 -0.4943361 -3.734722 1.123664 -0.2524151 1.451961 -0.3435246
1.106294 -0.1503977 1.743744 -0.4998378 -2.89643 1.172727 -0.4889571
0.419261 0.4553239 0.8801381 0.32306 1.438825 -0.4995647

Coefficient(s):
  Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
x1 0.03213      NaN      NaN      NaN
x2 -0.58987      NaN      NaN      NaN
x3 1.32920      NaN      NaN      NaN
x1 -0.05579      NaN      NaN      NaN
x2 1.70452      NaN      NaN      NaN
x3 -0.55683      NaN      NaN      NaN
x1 0.29175      NaN      NaN      NaN
x2 -0.58894      NaN      NaN      NaN
x3 0.47816      NaN      NaN      NaN
x1 -0.24605      NaN      NaN      NaN
x2 0.17634      NaN      NaN      NaN
x3 0.02307      NaN      NaN      NaN
x1 -0.18290      NaN      NaN      NaN
x2 -0.13029      NaN      NaN      NaN
x3 0.12271      NaN      NaN      NaN
x1 3.81911      NaN      NaN      NaN
x2 -1.11620      NaN      NaN      NaN
x3 0.25868      NaN      NaN      NaN
x1 -0.84445      NaN      NaN      NaN
x2 -0.05080      NaN      NaN      NaN
x3 -1.14001      NaN      NaN      NaN
x1 0.39154      NaN      NaN      NaN
x2 -1.55303      NaN      NaN      NaN
x3 0.43055      NaN      NaN      NaN
x1 -0.01968      NaN      NaN      NaN
x2 -0.20043      NaN      NaN      NaN

```

Lampiran 37 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (5,3)
(Lanjutan)

X3	-0.02901	NaN	NaN	NaN
X1	0.28587	NaN	NaN	NaN
X2	-0.36295	NaN	NaN	NaN
X3	0.30890	NaN	NaN	NaN
X1	2.94907	NaN	NaN	NaN
X2	-1.01670	NaN	NaN	NaN
X3	0.37109	NaN	NaN	NaN
X1	0.02012	NaN	NaN	NaN
X2	-0.74015	NaN	NaN	NaN
X3	-0.93054	NaN	NaN	NaN
X1	0.07371	NaN	NaN	NaN
X2	-1.35599	NaN	NaN	NaN
X3	0.42186	NaN	NaN	NaN
X1	0.09218	NaN	NaN	NaN
X2	-0.17780	NaN	NaN	NaN
X3	-0.09697	NaN	NaN	NaN
X1	0.33598	NaN	NaN	NaN
X2	-0.21115	NaN	NaN	NaN
X3	0.18288	NaN	NaN	NaN
	-0.15020	NaN	NaN	NaN
	0.65795	NaN	NaN	NaN
	-1.32290	NaN	NaN	NaN
	0.02139	NaN	NaN	NaN
	-1.90777	NaN	NaN	NaN
	0.67467	NaN	NaN	NaN
	-0.34373	NaN	NaN	NaN
	0.69222	NaN	NaN	NaN
	-0.49434	NaN	NaN	NaN
	-3.73472	NaN	NaN	NaN
	1.12366	NaN	NaN	NaN
	-0.25242	NaN	NaN	NaN
	1.45196	NaN	NaN	NaN
	-0.34352	NaN	NaN	NaN
	1.10629	NaN	NaN	NaN
	-0.15040	NaN	NaN	NaN
	1.74374	NaN	NaN	NaN
	-0.49984	NaN	NaN	NaN
	-2.89643	NaN	NaN	NaN
	1.17273	NaN	NaN	NaN
	-0.48896	NaN	NaN	NaN
	0.41926	NaN	NaN	NaN
	0.45532	NaN	NaN	NaN
	0.88014	NaN	NaN	NaN
	0.32306	NaN	NaN	NaN
	1.43882	NaN	NaN	NaN
	-0.49956	NaN	NaN	NaN

Estimates in matrix form:				
AR coefficient matrix				
AR(1)-matrix				
	[,1]	[,2]	[,3]	
[1,]	0.0321	-0.59	1.329	
[2,]	3.8191	-1.12	0.259	
[3,]	2.9491	-1.02	0.371	
AR(2)-matrix				
	[,1]	[,2]	[,3]	
[1,]	-0.0558	1.7045	-0.557	
[2,]	-0.8445	-0.0508	-1.140	
[3,]	0.0201	-0.7401	-0.931	
AR(3)-matrix				
	[,1]	[,2]	[,3]	
[1,]	0.2917	-0.589	0.478	
[2,]	0.3915	-1.553	0.431	
[3,]	0.0737	-1.356	0.422	

Lampiran 37 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (5,3)
(Lanjutan)

AR(4)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	-0.2461	0.176	0.0231
[2,]	-0.0197	-0.200	-0.0290
[3,]	0.0922	-0.178	-0.0970
AR(5)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	-0.183	-0.130	0.123
[2,]	0.286	-0.363	0.309
[3,]	0.336	-0.211	0.183
MA coefficient matrix			
MA(1)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	0.15	-0.658	1.323
[2,]	3.73	-1.124	0.252
[3,]	2.90	-1.173	0.489
MA(2)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	-0.0214	1.908	-0.675
[2,]	-1.4520	0.344	-1.106
[3,]	-0.4193	-0.455	-0.880
MA(3)-matrix			
	[,1]	[,2]	[,3]
[1,]	0.344	-0.692	0.494
[2,]	0.150	-1.744	0.500
[3,]	-0.323	-1.439	0.500

Lampiran 38 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (5,4)

```

> v54 <- VARMA(df,p = 5, q = 4, include.mean = F)
Number of parameters: 81
initial estimates: 0.5799 -0.9197 0.9778 0.1737 0.8858 -0.6628 -0.0139
-0.7739 0.6115 0.6521 0.1431 -0.5345 0.0608 -0.1189 0.0402 3.8369 -
1.6163 0.3827 -0.5273 -0.3989 -1.3879 0.1543 -1.7625 0.6277 0.7411 -
0.0098 -0.6085 0.4331 -0.3514 0.2307 6.3097 -0.4033 -2.4757 -0.2554 -
3.975 -0.2688 -0.5446 -1.4144 0.2011 1.5859 -1.3978 -0.4703 1.065 -
0.2053 0.0907 -0.6974 0.9869 -0.9701 -0.1029 -1.0679 0.7364 0.1037
0.8336 -0.6589 -0.7773 -0.0706 0.5333 -3.7513 1.6234 -0.3752 1.1669 -
0.0099 1.368 0.1983 1.9197 -0.7338 -0.6957 -0.2413 0.5795 -6.2594 0.5555
2.36 1.1836 3.8957 -0.1306 1.2284 1.4059 -0.2752 -1.0876 0.8425 0.2232
Par. lower-bounds: -5.0763 -2.5913 -2.34 -1.0413 -2.7764 -1.6636 -
0.8908 -2.0207 -0.0221 -0.3075 -1.2111 -1.075 -0.7435 -0.3414 -0.1427 -
3.9779 -3.9258 -4.2014 -2.2059 -5.4588 -2.7707 -1.0573 -3.4851 -0.2478 -
0.5849 -1.8809 -1.3553 -0.678 -0.6589 -0.0219 -1.4256 -2.6894 -7.0131 -
1.9171 -8.9834 -1.6376 -1.7439 -3.1195 -0.6655 0.2734 -3.2498 -1.2096 -
0.0349 -0.5096 -0.1594 -6.3491 -0.6872 -4.2868 -1.9778 -4.8641 -0.6059 -
0.8585 -0.4041 -1.3223 -1.5753 -0.99 0.0039 -11.56 -0.6896 -4.9577 -
1.4235 -5.2549 -0.4865 -1.1312 0.2096 -1.6504 -1.7982 -1.5116 -0.152 -
13.9887 -1.7341 -2.1759 -1.3805 -1.296 -1.9662 -0.0875 -0.2868 -1.1825 -
2.1789 -0.4149 -0.5009
Par. upper-bounds: 6.2361 0.7519 4.2957 1.3887 4.548 0.3381 0.8631
0.4729 1.2452 1.6118 1.4974 0.0061 0.865 0.1036 0.223 11.6517 0.6933
4.9668 1.1514 4.661 -0.0051 1.366 -0.0398 1.5032 2.067 1.8612 0.1384
1.5443 -0.044 0.4834 14.0451 1.8827 2.0618 1.4062 1.0335 1.0999 0.6548
0.2907 1.0678 2.8983 0.4542 0.2689 2.1649 0.099 0.3408 4.9544 2.661
2.3466 1.772 2.7284 2.0787 1.0659 2.0713 0.0045 0.0207 0.8488 1.0628
4.0574 3.9364 4.2073 3.7574 5.2352 3.2225 1.5277 3.6298 0.1828 0.4068
1.0289 1.311 1.4699 2.845 6.8958 3.7477 9.0874 1.7051 2.5444 3.0986
0.6321 0.0037 2.0999 0.9473
Final Estimates: 0.5799091 -0.9197424 0.9778182 0.1737386 0.885824 -
0.6627644 -0.01386217 -0.773919 0.6115413 0.652145 0.1431389 -0.5344744
0.06075065 -0.1188906 0.04015442 3.836873 -1.616268 0.3826641 -0.5272549
-0.39889 -1.387892 0.1543469 -1.762455 0.6277265 0.7410791 -0.00980667 -
0.6084788 0.433137 -0.3514327 0.2307448 6.309718 -0.403332 -2.47567 -
0.2554417 -3.974959 -0.2688485 -0.5445905 -1.414402 0.2011413 1.585867 -
1.397777 -0.4703246 1.065003 -0.2053021 0.09066914 -0.6973554 0.9869097
-0.9701263 -0.1029036 -1.067876 0.7364005 0.1036984 0.8336043 -0.6588667
-0.7772972 -0.07058858 0.5333372 -3.751288 1.623414 -0.3752094 1.166945
-0.009867506 1.368009 0.1982932 1.919681 -0.7337859 -0.6956697 -
0.2413285 0.5794759 -6.259376 0.555459 2.359981 1.183598 3.895716 -
0.1305782 1.228417 1.405901 -0.2752096 -1.087604 0.8425059 0.2231903

Coefficient(s):
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
X1  0.579909          NaN      NaN      NaN
X2 -0.919742          NaN      NaN      NaN
X3  0.977818          NaN      NaN      NaN
X1  0.173739          NaN      NaN      NaN
X2  0.885824          NaN      NaN      NaN
X3 -0.662764          NaN      NaN      NaN
X1 -0.013862          NaN      NaN      NaN
X2 -0.773919          NaN      NaN      NaN
X3  0.611541          NaN      NaN      NaN
X1  0.652145          NaN      NaN      NaN
X2  0.143139          NaN      NaN      NaN
X3 -0.534474          NaN      NaN      NaN
X1  0.060751          NaN      NaN      NaN
X2 -0.118891          NaN      NaN      NaN
X3  0.040154          NaN      NaN      NaN
X1  3.836873          NaN      NaN      NaN
X2 -1.616268          NaN      NaN      NaN
X3  0.382664          NaN      NaN      NaN
X1 -0.527255          NaN      NaN      NaN
X2 -0.398890          NaN      NaN      NaN
X3 -1.387892          NaN      NaN      NaN
X1  0.154347          NaN      NaN      NaN

```

Lampiran 38 *Output* Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (5,4)
(Lanjutan)

X2	-1.762455	NaN	NaN	NaN
X3	0.627727	NaN	NaN	NaN
X1	0.741079	NaN	NaN	NaN
X2	-0.009807	NaN	NaN	NaN
X3	-0.608479	NaN	NaN	NaN
X1	0.433137	NaN	NaN	NaN
X2	-0.351433	NaN	NaN	NaN
X3	0.230745	NaN	NaN	NaN
X1	6.309718	NaN	NaN	NaN
X2	-0.403332	NaN	NaN	NaN
X3	-2.475670	NaN	NaN	NaN
X1	-0.255442	NaN	NaN	NaN
X2	-3.974959	NaN	NaN	NaN
X3	-0.268849	NaN	NaN	NaN
X1	-0.544590	NaN	NaN	NaN
X2	-1.414402	NaN	NaN	NaN
X3	0.201141	NaN	NaN	NaN
X1	1.585867	NaN	NaN	NaN
X2	-1.397777	NaN	NaN	NaN
X3	-0.470325	NaN	NaN	NaN
X1	1.065003	NaN	NaN	NaN
X2	-0.205302	NaN	NaN	NaN
X3	0.090669	NaN	NaN	NaN
	-0.697355	NaN	NaN	NaN
	0.986910	NaN	NaN	NaN
	-0.970126	NaN	NaN	NaN
	-0.102904	NaN	NaN	NaN
	-1.067876	NaN	NaN	NaN
	0.736400	NaN	NaN	NaN
	0.103698	NaN	NaN	NaN
	0.833604	NaN	NaN	NaN
	-0.658867	NaN	NaN	NaN
	-0.777297	NaN	NaN	NaN
	-0.070589	NaN	NaN	NaN
	0.533337	NaN	NaN	NaN
	-3.751288	NaN	NaN	NaN
	1.623414	NaN	NaN	NaN
	-0.375209	NaN	NaN	NaN
	1.166945	NaN	NaN	NaN
	-0.009868	NaN	NaN	NaN
	1.368009	NaN	NaN	NaN
	0.198293	NaN	NaN	NaN
	1.919681	NaN	NaN	NaN
	-0.733786	NaN	NaN	NaN
	-0.695670	NaN	NaN	NaN
	-0.241329	NaN	NaN	NaN
	0.579476	NaN	NaN	NaN
	-6.259376	NaN	NaN	NaN
	0.555459	NaN	NaN	NaN
	2.359981	NaN	NaN	NaN
	1.183598	NaN	NaN	NaN
	3.895716	NaN	NaN	NaN
	-0.130578	NaN	NaN	NaN
	1.228417	NaN	NaN	NaN
	1.405901	NaN	NaN	NaN
	-0.275210	NaN	NaN	NaN
	-1.087604	NaN	NaN	NaN
	0.842506	NaN	NaN	NaN
	0.223190	NaN	NaN	NaN

Lampiran 38 *Output* Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (5,4)
(Lanjutan)

```

Estimates in matrix form:
AR coefficient matrix
AR( 1 )-matrix
  [,1] [,2] [,3]
[1,] 0.58 -0.920 0.978
[2,] 3.84 -1.616 0.383
[3,] 6.31 -0.403 -2.476
AR( 2 )-matrix
  [,1] [,2] [,3]
[1,] 0.174 0.886 -0.663
[2,] -0.527 -0.399 -1.388
[3,] -0.255 -3.975 -0.269
AR( 3 )-matrix
  [,1] [,2] [,3]
[1,] -0.0139 -0.774 0.612
[2,] 0.1543 -1.762 0.628
[3,] -0.5446 -1.414 0.201
AR( 4 )-matrix
  [,1] [,2] [,3]
[1,] 0.652 0.14314 -0.534
[2,] 0.741 -0.00981 -0.608
[3,] 1.586 -1.39778 -0.470
AR( 5 )-matrix
  [,1] [,2] [,3]
[1,] 0.0608 -0.119 0.0402
[2,] 0.4331 -0.351 0.2307
[3,] 1.0650 -0.205 0.0907
MA coefficient matrix
MA( 1 )-matrix
  [,1] [,2] [,3]
[1,] 0.697 -0.987 0.970
[2,] 3.751 -1.623 0.375
[3,] 6.259 -0.555 -2.360
MA( 2 )-matrix
  [,1] [,2] [,3]
[1,] 0.103 1.06788 -0.736
[2,] -1.167 0.00987 -1.368
[3,] -1.184 -3.89572 0.131
MA( 3 )-matrix
  [,1] [,2] [,3]
[1,] -0.104 -0.834 0.659
[2,] -0.198 -1.920 0.734
[3,] -1.228 -1.406 0.275
MA( 4 )-matrix
  [,1] [,2] [,3]
[1,] 0.777 0.0706 -0.533
[2,] 0.696 0.2413 -0.579
[3,] 1.088 -0.8425 -0.223

```

Lampiran 39 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (5,5)

```

> v55 <- VARMA(df,p = 5, q = 5, include.mean = F)
Number of parameters: 90
initial estimates: -0.1251 -1.0258 1.235 0.2153 1.1549 -0.5034 0.0545 -0.541
0.4742 0.6491 0.2045 -0.4564 0.0179 0.0515 -0.0818 1.0653 -2.3109 1.6394 -0.4879
0.7977 -0.8641 0.4729 -0.9303 0.1477 0.616 0.4388 -0.3306 0.4315 0.225 -0.2019
0.4637 -1.5556 0.4744 -0.1775 -0.8861 0.1244 -0.2171 0.0483 -0.3033 1.1541
0.0333 -0.166 0.9331 0.4738 -0.2361 0.007 1.0925 -1.2267 -0.2317 -1.3286 0.6119
4e-04 0.5643 -0.5106 -0.7948 -0.0569 0.4578 -0.0638 -0.1453 0.1064 -0.9823
2.3167 -1.6306 0.7917 -1.2076 1.01 -0.2644 0.9482 -0.2161 -0.6574 -0.3868 0.3138
-0.4559 -0.4868 0.3856 -0.4152 1.7077 -0.5907 0.3562 0.7551 -0.1415 0.5503 -
0.1929 0.2596 -1.0008 0.0214 -0.0041 -0.8067 -0.4781 0.2158
Par. lower-bounds: -11.582 -3.0534 -3.8806 -1.3486 -5.0417 -1.8108 -0.9332 -
3.5425 -0.5798 -0.3902 -2.0189 -1.1808 -1.6983 -1.2489 -0.6809 -14.756 -5.111 -
5.425 -2.6476 -7.7595 -2.6695 -0.8911 -5.0753 -1.3077 -0.8192 -2.6316 -1.331 -
1.9385 -1.5708 -1.0292 -15.1868 -4.3254 -6.5137 -2.3138 -9.3508 -1.6615 -1.5664
-4.0518 -1.743 -0.2656 -3.004 -1.1556 -1.4113 -1.3026 -1.0544 -11.4478 -0.9376 -
6.34 -3.1963 -7.5564 -0.872 -1.1713 -2.5351 -1.6232 -1.8055 -1.3581 -0.1931 -
0.8627 -1.058 -0.4241 -16.8008 -0.4866 -8.6918 -3.3022 -9.8079 -1.0392 -1.8824 -
3.3318 -1.7526 -2.0533 -2.1837 -0.585 -1.5592 -1.7472 -0.347 -16.0628 -1.0653 -
7.5757 -3.6935 -7.7522 -2.1685 -1.0502 -4.4267 -1.2603 -2.3815 -1.7561 -0.8932 -
1.8981 -1.7249 -0.5089
Par. upper-bounds: 11.3318 1.0018 6.3507 1.7793 7.3514 0.8039 1.0423 2.4605
1.5281 1.6884 2.4279 0.2681 1.7341 1.3519 0.5173 16.8867 0.4891 8.7038 1.6718
9.3548 0.9413 1.8369 3.2146 1.6032 2.0512 3.5093 0.6698 2.8014 2.0208 0.6253
16.1141 1.2142 7.4625 1.9588 7.5786 1.9103 1.1321 4.1485 1.1364 2.5738 3.0705
0.8236 3.2775 2.2502 0.5823 11.4618 3.1225 3.8866 2.7328 4.8992 2.0957 1.1721
3.6636 0.602 0.216 1.2443 1.1086 0.7352 0.7674 0.637 14.8362 5.1201 5.4306
4.8857 7.3927 3.0591 1.3537 5.2283 1.3203 0.7384 1.4101 1.2125 0.6474 0.7736
1.1183 15.2324 4.4808 6.3942 4.4059 9.2625 1.8854 2.1509 4.041 1.7794 0.3799
1.7988 0.885 0.2847 0.7686 0.9405
Final Estimates: -0.125095 -1.025835 1.235031 0.2153477 1.154884 -0.5034261
0.05454945 -0.5409941 0.4741599 0.6491036 0.2044768 -0.4563699 0.01791638
0.05146782 -0.08181198 1.065336 -2.310943 1.639415 -0.4879007 0.7976642 -
0.8640859 0.4728941 -0.9303294 0.1477465 0.6160007 0.4388464 -0.3306034
0.4314525 0.2249602 -0.2019299 0.4636626 -1.555611 0.4743789 -0.1774889 -
0.8860907 0.1244214 -0.2171159 0.04832884 -0.3032818 1.154089 0.03328375 -
0.1659725 0.9331241 0.4737705 -0.2360663 0.006999325 1.092468 -1.22668 -
0.2317197 -1.328622 0.611877 0.0003684201 0.5642618 -0.5105945 -0.7947902 -
0.05690452 0.4577608 -0.06376926 -0.1452638 0.1064369 -0.9822873 2.316717 -
1.630582 0.7917451 -1.207637 1.009952 -0.2643723 0.9482276 -0.2161145 -0.6574459
-0.3868002 0.3137526 -0.4558829 -0.4867971 0.3856351 -0.4151916 1.707736 -
0.5907378 0.3562326 0.7551463 -0.1415442 0.5503177 -0.1928763 0.2595647 -
1.000792 0.02137163 -0.004122798 -0.8066931 -0.4781225 0.2158383

Coefficient(s):
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
X1 -0.1250950      NaN      NaN      NaN
X2 -1.0258350      NaN      NaN      NaN
X3  1.2350307      NaN      NaN      NaN
X1  0.2153477      NaN      NaN      NaN
X2  1.1548844      NaN      NaN      NaN
X3 -0.5034261      NaN      NaN      NaN
X1  0.0545494      NaN      NaN      NaN
X2 -0.5409941      NaN      NaN      NaN
X3  0.4741599      NaN      NaN      NaN
X1  0.6491036      NaN      NaN      NaN
X2  0.2044768      NaN      NaN      NaN
X3 -0.4563699      NaN      NaN      NaN
X1  0.0179164      NaN      NaN      NaN
X2  0.0514678      NaN      NaN      NaN
X3 -0.0818120      NaN      NaN      NaN
X1  1.0653355      NaN      NaN      NaN
X2 -2.3109427      NaN      NaN      NaN
X3  1.6394154      NaN      NaN      NaN
X1 -0.4879007      NaN      NaN      NaN
X2  0.7976642      NaN      NaN      NaN
X3 -0.8640859      NaN      NaN      NaN
X1  0.4728941      NaN      NaN      NaN
X2 -0.9303294      NaN      NaN      NaN
X3  0.1477465      NaN      NaN      NaN
X1  0.6160007      NaN      NaN      NaN
X2  0.4388464      NaN      NaN      NaN
X3 -0.3306034      NaN      NaN      NaN
X1  0.4314525      NaN      NaN      NaN

```

Lampiran 39 *Output* Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (5,5)
(Lanjutan)

X2	0.2249602	NaN	NaN	NaN
X3	-0.2019299	NaN	NaN	NaN
X1	0.4636626	NaN	NaN	NaN
X2	-1.5556114	NaN	NaN	NaN
X3	0.4743789	NaN	NaN	NaN
X1	-0.1774889	NaN	NaN	NaN
X2	-0.8860907	NaN	NaN	NaN
X3	0.1244214	NaN	NaN	NaN
X1	-0.2171159	NaN	NaN	NaN
X2	0.0483288	NaN	NaN	NaN
X3	-0.3032818	NaN	NaN	NaN
X1	1.1540887	NaN	NaN	NaN
X2	0.0332838	NaN	NaN	NaN
X3	-0.1659725	NaN	NaN	NaN
X1	0.9331241	NaN	NaN	NaN
X2	0.4737705	NaN	NaN	NaN
X3	-0.2360663	NaN	NaN	NaN
	0.0069993	NaN	NaN	NaN
	1.0924676	NaN	NaN	NaN
	-1.2266804	NaN	NaN	NaN
	-0.2317197	NaN	NaN	NaN
	-1.3286218	NaN	NaN	NaN
	0.6118770	NaN	NaN	NaN
	0.0003684	NaN	NaN	NaN
	0.5642618	NaN	NaN	NaN
	-0.5105945	NaN	NaN	NaN
	-0.7947902	NaN	NaN	NaN
	-0.0569045	NaN	NaN	NaN
	0.4577608	NaN	NaN	NaN
	-0.0637693	NaN	NaN	NaN
	-0.1452638	NaN	NaN	NaN
	0.1064369	NaN	NaN	NaN
	-0.9822873	NaN	NaN	NaN
	2.3167174	NaN	NaN	NaN
	-1.6305819	NaN	NaN	NaN
	0.7917451	NaN	NaN	NaN
	-1.2076375	NaN	NaN	NaN
	1.0099520	NaN	NaN	NaN
	-0.2643723	NaN	NaN	NaN
	0.9482276	NaN	NaN	NaN
	-0.2161145	NaN	NaN	NaN
	-0.6574459	NaN	NaN	NaN
	-0.3868002	NaN	NaN	NaN
	0.3137526	NaN	NaN	NaN
	-0.4558829	NaN	NaN	NaN
	-0.4867971	NaN	NaN	NaN
	0.3856351	NaN	NaN	NaN
	-0.4151916	NaN	NaN	NaN
	1.7077361	NaN	NaN	NaN
	-0.5907378	NaN	NaN	NaN
	0.3562326	NaN	NaN	NaN
	0.7551463	NaN	NaN	NaN
	-0.1415442	NaN	NaN	NaN
	0.5503177	NaN	NaN	NaN
	-0.1928763	NaN	NaN	NaN
	0.2595647	NaN	NaN	NaN
	-1.0007925	NaN	NaN	NaN
	0.0213716	NaN	NaN	NaN
	-0.0041228	NaN	NaN	NaN
	-0.8066931	NaN	NaN	NaN
	-0.4781225	NaN	NaN	NaN
	0.2158383	NaN	NaN	NaN

Estimates in matrix form:				
AR coefficient matrix				
AR(1)-matrix				
	[,1]	[,2]	[,3]	
[1,]	-0.125	-1.03	1.235	
[2,]	1.065	-2.31	1.639	
[3,]	0.464	-1.56	0.474	

Lampiran 39 *Output* Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model VARMA (5,5)
(Lanjutan)

```

AR( 2 )-matrix
  [,1] [,2] [,3]
[1,] 0.215 1.155 -0.503
[2,] -0.488 0.798 -0.864
[3,] -0.177 -0.886 0.124
AR( 3 )-matrix
  [,1] [,2] [,3]
[1,] 0.0545 -0.5410 0.474
[2,] 0.4729 -0.9303 0.148
[3,] -0.2171 0.0483 -0.303
AR( 4 )-matrix
  [,1] [,2] [,3]
[1,] 0.649 0.2045 -0.456
[2,] 0.616 0.4388 -0.331
[3,] 1.154 0.0333 -0.166
AR( 5 )-matrix
  [,1] [,2] [,3]
[1,] 0.0179 0.0515 -0.0818
[2,] 0.4315 0.2250 -0.2019
[3,] 0.9331 0.4738 -0.2361
MA coefficient matrix
MA( 1 )-matrix
  [,1] [,2] [,3]
[1,] -0.007 -1.09 1.227
[2,] 0.982 -2.32 1.631
[3,] 0.415 -1.71 0.591
MA( 2 )-matrix
  [,1] [,2] [,3]
[1,] 0.232 1.329 -0.612
[2,] -0.792 1.208 -1.010
[3,] -0.356 -0.755 0.142
MA( 3 )-matrix
  [,1] [,2] [,3]
[1,] -0.000368 -0.564 0.511
[2,] 0.264372 -0.948 0.216
[3,] -0.550318 0.193 -0.260
MA( 4 )-matrix
  [,1] [,2] [,3]
[1,] 0.795 0.0569 -0.45776
[2,] 0.657 0.3868 -0.31375
[3,] 1.001 -0.0214 0.00412
MA( 5 )-matrix
  [,1] [,2] [,3]
[1,] 0.0638 0.145 -0.106
[2,] 0.4559 0.487 -0.386
[3,] 0.8067 0.478 -0.216

```

(Halaman Sengaja Dikосongkan)

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Mojokerto, 17 Februari 2000, merupakan anak kedua dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Syuhada' Banjaragung, MI Syuhada' Banjaragung, SMPN 4 Kota Mojokerto dan SMAN 1 Puri Mojokerto. Setelah lulus dari SMAN tahun 2018, Penulis mengikuti SNMPTN dan diterima di Departemen Aktuaria FSAD - ITS pada tahun 2018 dan terdaftar dengan NRP 06311840000015.

Di Departemen Aktuaria penulis aktif di beberapa kegiatan organisasi yang diselenggarakan oleh Himpunan Mahasiswa Aktuaria (HIMASAKTA) dan aktif di Unit Kegiatan Mahasiswa Rebana ITS. Selain itu, penulis juga sempat melakukan Kerja Praktik di Badan Pusat Statistik Kabupaten Mojokerto pada tahun 2021 dan Magang di PT Borwita Citra Prima pada tahun 2022.