

Pemodelan Multivariate Time Series dengan *Vector Autoregressive Integrated Moving Average (VARIMA)*

Azalia Az-Zahra Nugroho, Suwanda*

Prodi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

ARTICLE INFO

Article history :

Received : 07/8/2022
Revised : 16/11/2022
Published : 20/12/2022



Creative Commons Attribution-
NonCommercial-ShareAlike 4.0
International License.

Volume : 2
No. : 2
Halaman : 93-102
Terbitan : **Desember 2022**

ABSTRAK

VARIMA (*Vector Autoregressive Integrated Moving Average*) adalah salah satu model time series multivariat yang menjelaskan keterkaitan antar pengamatan pada variabel tertentu pada suatu waktu dengan pengamatan variabel itu sendiri pada waktu-waktu sebelumnya, dan keterkaitannya dengan pengamatan pada variabel lain pada waktu sebelumnya. Ekspor merupakan sumber devisa yang sangat dibutuhkan oleh negara, sedangkan dengan adanya impor maka negara dapat memenuhi kebutuhan yang tidak dimiliki atau diproduksi di dalam negeri dan biaya yang dikeluarkan untuk barang dan jasa menjadi lebih murah. Non migas merupakan penyumbang komoditi terbesar pada nilai impor dan ekspor. Dalam penelitian ini dilakukan analisis data time series multivariat untuk meramalkan nilai impor dan ekspor non migas di Jawa Barat dengan menggunakan metode VARIMA. Berdasarkan data impor dan ekspor non migas di Jawa Barat pada Januari 2013-April 2022 diperoleh model peramalan yang didapatkan dan sesuai adalah VARIMA (2,1,1). Dari model dapat diketahui bahwa nilai ekspor dipengaruhi oleh nilai impor dan dari hasil peramalan impor dan ekspor non migas tertinggi akan terjadi pada bulan Juni 2022 dan terendah akan terjadi pada bulan Mei 2022.

Kata Kunci : Time Series; Multivariate; VARIMA

ABSTRACT

VARIMA (*Vector Autoregressive Integrated Moving Average*) is a multivariate time series model that explains the linkages between observations on a particular variable at a particular time with the observation of the variable itself at previous times and its linkages with observations on other variables at previous times. Exports are a source of foreign exchange that is needed by the state, while with imports, the country can fulfill its needs that are not owned or produced domestically, and the costs incurred for goods and services become cheaper. Non-oil and gas are the largest contributors to commodities in the value of imports and exports. In this study, multivariate time series data analysis was carried out to estimate the value of non-oil and gas imports and exports in West Java using the VARIMA method. Based on data on non-oil and gas imports and exports in West Java in January 2013–April 2022, the forecasting model obtained and the appropriate is VARIMA (2,1,1). From the model, it can be seen that the value of exports is influenced by the value of imports, and the highest results of import forecasting and non-oil and gas exports will occur in June 2022, and the lowest will occur in May 2022.

Keywords : Time Series; Multivariate; VARIMA

© 2022 Jurnal Riset Statistika Unisba Press. All rights reserved.

A. Pendahuluan

Model dalam analisis *Vector time series* dikembangkan dari model *time series* univariat. Jika dalam kasus univariat dikenal model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) untuk data tidak stasioner, maka dalam analisis *time series* multivariat dikenal model *Vector Autoregressive Integrated Moving Average* (VARIMA) [1]. Metode ARIMA merupakan salah satu metode deret waktu yang sedang berkembang dan umum digunakan yang diperkenalkan dan dikembangkan oleh George Box dan Gwilym Jenkins pada tahun 1960-an [2]. Analisis diawali dengan melakukan transformasi Box Cox jika data tidak stasioner dalam varians dan differencing jika data tidak stasioner dalam rata-rata, sehingga terdapat orde integrated pada model yang berarti model dapat digunakan adalah model *time series* multivariate yang mengandung orde integrated yaitu VARIMA. Model ini memuat hubungan antara pengamatan variabel tertentu secara simultan dengan pengamatan variabel itu sendiri dan variabel lain pada masa sebelumnya [3]. Keunggulan dari model VARIMA yaitu dapat meramalkan data *time series* multivariat yang terdiri dari variabel endogen, dimana variabel dari satu persamaan cenderung muncul secara bersamaan sebagai variabel eksogen dalam persamaan lain [4]. Implementasi model VARIMA telah dilakukan pada berbagai bidang, diantaranya adalah model VARIMA (3,1,1) untuk meramalkan Nilai Ekspor dan Impor Indonesia ke Jepang [5], model VARIMA (1,1,1) untuk meramalkan Jumlah Ekspor dan Impor Gula Indonesia [6], model VARIMA (1,1,0) dan VARIMAX (1,1,0) untuk meramalkan Index Harga Saham Global [7], dan model VARIMA (1,1,0) dan VARIMAX (1,1,0) untuk meramalkan Harga Saham Negara ASEAN [8].

Untuk membentuk model VARIMA yaitu melalui langkah identifikasi, estimasi parameter, penentuan orde lebih fleksibel bisa dengan melihat nilai Akaike's Information Criterion (AIC), kemudian cek diagnosa dengan dengan melihat apakah residual sudah memenuhi asumsi white noise dan uji normal [9].

Data *time series* mengenai besarnya nilai impor dan ekspor yang dicatat dalam setiap periode waktu merupakan data yang membentuk vektor *time series* berdimensi dua.

Impor merupakan pemasukkan barang maupun jasa yang dibeli oleh penduduk suatu negara dari penduduk negara lain, sehingga mengakibatkan keluarnya mata uang asing dari negara tersebut, sedangkan ekspor merupakan penyedia barang maupun jasa yang dijual oleh penduduk suatu negara kepada penduduk negara lain agar memperoleh mata uang asing dari negara pembeli [10]. Impor dan ekspor memiliki peranan penting dalam stabilitas perekonomian suatu negara. Impor dan ekspor secara umum terbagi menjadi migas dan non migas. Komoditas pada migas berupa gas alam dan minyak bumi, sedangkan pada non migas merupakan komoditas diluar gas dan minyak. Non migas merupakan penyumbang komoditi terbesar pada nilai impor dan ekspor.

Di Indonesia terdapat suatu daerah yang menyumbangkan nilai ekspor terbesar terhadap negara yaitu Provinsi Jawa Barat, menurut data yang bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS) diketahui nilai ekspor Jawa Barat merupakan yang terbesar di Indonesia dan menjadi provinsi pengekspor komoditas terbesar nasional. Dari catatan nilai impor dan ekspor di Indonesia per provinsi, Jawa Barat merupakan salah satu provinsi yang menyumbangkan cukup besar devisa negara. Hal ini ditunjukkan oleh besarnya nilai ekspor Jawa Barat jika dibandingkan dengan provinsi lainnya. Menurut data yang bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS), pada periode Januari hingga Agustus 2020, diketahui bahwa nilai ekspor Jawa Barat adalah 16,79 miliar dollar AS atau sebesar 16,28% terhadap nasional. Namun pada periode Januari hingga Juni 2021, nilai ekspor Jawa Barat mencapai sebesar 16,077 miliar dollar AS atau 15,63% secara nasional. Sedangkan pada bulan September 2021 Jawa Barat memberikan sumbangan ekspor non migas terbesar dengan nilai 24,67 miliar dollar AS atau sebesar 15,02% dari total ekspor non migas nasional sebesar 164,287 miliar dollar AS.

Kendati nilai ekspor mengalami kenaikan, pertumbuhan impor Jawa Barat juga pernah mengalami kenaikan yang signifikan. Namun kendati nilai impor mengalami kenaikan, Jawa Barat juga mampu mencatat kinerja ekspor yang dapat dikatakan positif. Menurut data yang bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS) pada periode Juli 2017 impor barang non migas yang masuk ke Jawa Barat mencatat rekor tertinggi yaitu mencapai 1,07 miliar dollar AS, hal tersebut meningkat sebesar 78,92% dari bulan sebelumnya.

Berdasarkan hal tersebut, diperlukan pendekatan untuk melakukan peramalan terhadap variabel-variabel yang berpengaruh terhadap non migas. Ekspor dan impor merupakan variabel yang penting untuk non

migas, karena komoditas non migas dipengaruhi oleh ekspor dan impor. Sehingga pada penelitian ini akan dilakukan pemodelan terhadap impor dan ekspor non migas di Jawa Barat pada Januari 2013-April 2022.

Oleh karena itu dari latar belakang yang telah diuraikan, maka tujuan dari penelitian ini adalah memodelkan time series multivariate menggunakan metode VARIMA dan mengaplikasikan time series multivariate menggunakan metode VARIMA pada nilai impor dan ekspor non migas di Jawa Barat.

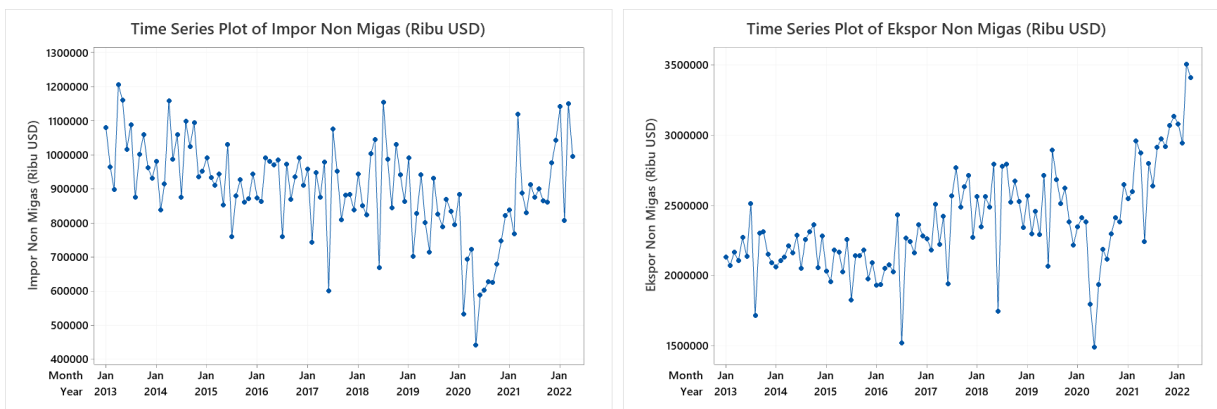
B. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini data yang digunakan adalah data sekunder yang didapatkan dari situs resmi Badan Pusat Statistik (BPS) Jawa Barat berupa data bulanan nilai impor dan ekspor non migas di Jawa Barat pada periode Januari 2013-April 2022. Dengan jumlah data sebanyak 112 dan variabel yang digunakan adalah impor dan ekspor non migas.

Penelitian ini menggunakan metode VARIMA (*Vector Autoregressive Integrated Moving Average*) yang dibantu dengan menggunakan *software* Minitab 19, SAS Studio, R Studio, dan Microsoft Excel dengan langkah-langkah sebagai berikut: (1) Melihat statistik deskriptif dari setiap variabel; (2) Menguji stasioneritas data dalam varians dan rata-rata, apabila data tidak stasioner dalam varians akan dilakukan transformasi pada data dan jika data tidak stasioner dalam rata-rata akan dilakukan *differencing* pada data; (3) Melakukan identifikasi model dengan menggunakan plot *Matrix Autocorrelation Function* (MACF) dan *Matrix Partial Autocorrelation Function* (MPACF) dari data yang telah stasioner selain itu melihat nilai *Akaike’s Information Criterion* (AIC) yang paling minimum untuk dipilih menjadi model; (4) Mengestimasi dan menguji signifikansi parameter terhadap model, menduga parameter dengan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE), parameter yang digunakan yaitu jika model yang memiliki parameter yang signifikan tetapi jika parameter belum signifikan maka dapat dilakukan *restrict* terhadap model; (5) Melakukan pengujian asumsi residual pada model dengan uji *white noise* uji normal *multivariate* pada residual; (6) Melakukan kriteria peramalan pada model untuk melihat kebaikan dan keakuratan hasil ramalan pada model menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE.); (7) Meramalkan nilai impor dan ekspor non migas di Jawa Barat untuk periode kedepan menggunakan model.

C. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini tahapan pertama yang dilakukan adalah melihat statistik deskriptif dari setiap variabel. Grafik data impor dan ekspor bulanan ditampilkan dalam bentuk plot *time series* adalah seperti pada gambar berikut:



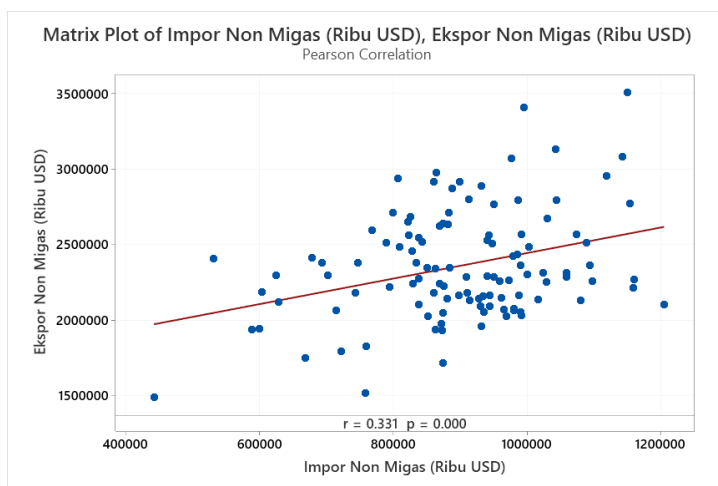
Gambar 1. Plot *Time Series* Impor dan Ekspor Non Migas

Dilihat dari gambar diatas, nilai impor dan ekspor non migas di Jawa Barat diketahui terdapat gejala bahwa data tidak stasioner dan berfluktuatif. Pada nilai impor cenderung berfluktuatif pada tahun 2013 sampai tahun 2014, kemudian menurun pada tahun 2015 dan kembali naik secara perlahan pada tahun 2016 sampai tahun 2017, tetapi pada tahun 2019 sampai dengan tahun 2019 mengalami penurunan dan kembali naik secara

perlahan pada tahun 2021. Sedangkan untuk nilai ekspor cenderung fluaktif pada tahun 2013 sampai dengan tahun 2015, kemudian kembali naik secara perlahan pada tahun 2017 sampai dengan tahun 2019, tetapi pada tahun 2020 mengalami penurunan dan kembali naik secara perlahan pada tahun 2021.

Berdasarkan gambar plot diatas, dapat diketahui pula pada nilai impor bulan Juni 2017 dan Juni 2018 mengalami penurunan yang cukup tajam, sedangkan pada nilai ekspor pada bulan Agustus 2013, Juli 2016, dan Juni 2018 mengalami penurunan yang cukup tajam.

Dikarenakan dari plot *time series* diketahui data belum stasioner kemudian dilakukan uji stationeritas, namun sebelum melakukan pengecekan stasioneritas dari data dilihat hubungan antara variabel impor non migas dan ekspor non migas dengan menggunakan *scatter plot*:



Gambar 2. *Scatter Plot* antara Impor dan Eskpor Non Migas

Dari diagram pencar pada gamabr diatas, pencaran titik-titik cenderung menunjukkan adanya korelasi positif diantara impor dan eskpor non migas. Nilai korelasinya sebesar 0,331 dengan nilai *p-value* < 0,01, sehingga korelasi sangat signifikan dan analisis deret waktu perlu dilakukan secara *multivariate*. Selanjutnya, pada stasioneritas dalam varians hasil menunjukkan data sudah stasioner karena nilai rounded value bernilai 1.

Pada pemeriksaan stasioner dalam rata-rata, dengan melalui uji *Dickey Fuller* didapat data tidak stasioner karena pada variabel impor dan ekspor nilai *p-value* > 0,05. Sehingga perlu dilakukan *differencing*.

Setelah dilakukan *differencing* sebanyak satu kali didapatkan hasil uji *Dickey Fuller* sebagai berikut:

Tabel 1. Uji *Dickey Fuller* Setelah *Differencing*

Variabel	<i>Dickey Fuller</i>	<i>P-Value</i>
Impor	-515,99	<,0001
Ekspor	-325,02	<,0001

Berdasarkan tabel diatas diperoleh bahwa nilai *p - value* < 0,05, maka dapat dikatakan data nilai impor dan ekspor non migas sudah stasioner terhadap rata-rata. Selain itu, stasioneritas dalam rata-rata juga dapat dilihat melalui *Matrix Autocorrelation Function* (MACF), untuk data sebelum *differencing* hasil menunjukkan bahwa plot cenderung menurun secara lambat dan masih bermunculan tanda (+) dan (-) di semua *lag*. Sehingga perlu dilakukan *differencing*. Berikut adalah gambar skematik dari plot MACF setelah dilakukan *differencing*:

Schematic Representation of Cross Correlations											
Variable/Lag	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Impor	++	--	++	-.	..	+. .	-.
Ekspor	++	--	+. .	-.	-.
+ is > 2*std error, - is < -2*std error, . is between											

Gambar 1. Plot MACF Impor dan Ekspor Non Migas Setelah Differencing

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa tanda (+) dan (-) yang muncul signifikan pada lag-lag tertentu saja, hal ini menunjukkan bahwa data sudah stasioner dalam rata-rata. Selain itu setelah data stasioner dapat ditentukan orde dari model VARIMA dari plot *Matrix Autocorrelation Function* (MACF) dan *Matrix Partial Autocorrelation Function* (MPACF).

Simbol (+), (-), dan (.) pada plot MACF dan MPACF diperoleh dengan cara membandingkan nilai korelasi dengan 2 kali *standard error* yaitu

$$2 \times se(\hat{\rho}_{ij}(k)) = 2 \times \sqrt{\frac{1}{112 - 1}} = 0,1898 \tag{1}$$

Simbol (+) jika nilai $\hat{\rho}_{ij}(k) > 0,1898$ dan menunjukkan adanya hubungan korelasi positif, simbol (-) menunjukkan bahwa nilai $\hat{\rho}_{ij}(k) < -0,1898$ dan menunjukkan adanya hubungan negatif, sedangkan simbol (.) menunjukkan bahwa nilai $-0,1898 < \hat{\rho}_{ij} < 0,1898$ kali dari nilai standar error dan tidak terdapat hubungan korelasi. Pada Gambar 1 plot MACF menunjukkan simbol (+) dan (-) pada lag 0, 1, 6, 7, 9, dan 10 sehingga diduga model VARIMA untuk orde MA memuat angka-angka dari lag yang signifikan tersebut. Sedangkan penentuan model VARIMA untuk orde AR dapat dilakukan dengan melihat plot *Matrix Partial Autocorrelation Function* (MPACF) pada gambar dibawah ini:

Schematic Representation of Partial Cross Correlations											
Variable/Lag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Impor	-.	-.	-.	
Ekspor	.-	.-	.-	
+ is > 2*std error, - is < -2*std error, . is between											

Gambar 2. Plot MPACF Impor dan Ekspor Non Migas Setelah Differencing

Dari gambar plot MPACF diatas menunjukkan simbol (+) dan (-) pada lag 1, 2, dan 3 sehingga diduga model VARIMA untuk orde AR memuat angka-angka dari lag yang signifikan tersebut. Karena terdiri dari beberapa lag maka untuk menentukan orde VARIMA dilihat melalui informasi nilai AIC (*Akaike's Information Criteria*) terkecil pada *Minimum Information Criterion* yang didapat dengan bantuan *software* pada tabel dibawah ini:

Tabel 2. Minimum Information Criterion

Lag	MA 0	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5
AR 0	48,687631	47,752548	47,724061	47,700789	47,702027	47,722433
AR 1	48,036528	47,697972	47,736518	47,719938	47,7402	47,774451
AR 2	47,77732	47,678155	47,71808	47,76033	47,746389	47,821772
AR 3	47,717237	47,71254	47,767044	47,805492	47,82688	47,867411

Lanjutan Tabel 2. Minimum Information Criterion

Lag	MA 6	MA 7	MA 8	MA 9	MA 10
AR 0	47,784819	47,849398	47,969884	48,089271	48,116187
AR 1	47,855525	47,946393	47,997851	48,078512	48,061314
AR 2	47,88497	47,999537	48,055326	48,101094	47,890373
AR 3	47,939003	48,03705	47,885496	47,836575	47,971044

Dari tabel diatas menunjukkan bahwa AR (2) dan MA (1) merupakan orde yang memiliki nilai AIC terkecil. Sehingga model dugaan yang diperoleh adalah VARIMA (2,1,1).

Selanjutnya dengan menggunakan model VARIMA (2,1,1) ditentukan estimasi dan signifikansi parameter. Hasil estimasi parameter dengan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) didapatkan sebagai berikut:

Tabel 3. Estimasi Parameter model VARIMA (2,1,1)

Variabel	Parameter	Estimasi	1,5× Standar Error	t	P-Value	Variabel
Impor	ϕ_{111}	-0,45472	0,33813	-2,02	0,0461	Impor(t-1)
	ϕ_{112}	-0,18377	0,22127	-1,25	0,2155	Ekspor(t-1)
	ϕ_{211}	-0,33802	0,26181	-1,94	0,0554	Impor(t-2)
	ϕ_{212}	-0,02198	0,15129	-0,22	0,8279	Ekspor(t-2)
	θ_{111}	0,54562	0,36063	2,27	0,0252	e1(t-1)
	θ_{112}	-0,19803	0,22350	-1,33	0,1866	e2(t-1)
Ekspor	ϕ_{121}	-0,45648	0,37935	-1,06	0,2893	Impor(t-1)
	ϕ_{122}	-0,28222	0,32858	-1,29	0,2003	Ekspor(t-1)
	ϕ_{221}	-0,62752	0,49203	-1,91	0,0584	Impor(t-2)
	ϕ_{222}	0,02536	0,23652	0,16	0,8725	Ekspor(t-2)
	θ_{121}	-0,30566	0,28823	-0,71	0,4773	e1(t-1)
	θ_{122}	0,45558	0,32519	2,10	0,0379	e2(t-1)

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa terdapat 12 parameter yang terbentuk dan 3 parameter signifikan karena $p - value < 0,05$. Karena masih terdapat parameter yang tidak signifikan maka perlu dilakukan *restrict*. *Restrict* adalah menghilangkan estimasi parameter yang tidak signifikan di dalam model, sampai didapatkan model yang signifikan. Model yang dihilangkan jika nilai absolut dari estimasi kurang dari 1,5 x *standard error* (Wei, 2006). Berikut hasil estimasi dan uji parameter setelah *restrict*:

Tabel 4. Estimasi Parameter model VARIMA (2,1,1) *Restrict*

Variabel	Parameter	Estimasi	1,5× Standar Error	t	P-Value	Variabel
Impor	ϕ_{111}	-0,73644	0,23210	-4,76	0,0001	Impor(t-1)
	ϕ_{211}	-0,41746	0,18528	-3,38	0,0010	Impor(t-2)
	θ_{111}	0,22442	0,22740	1,41	0,0087	e1(t-1)
Ekspor	ϕ_{121}	-0,96740	0,57708	-2,51	0,0134	Impor(t-1)
	ϕ_{221}	-0,71739	0,47255	-2,28	0,0247	Impor(t-2)
	θ_{121}	-0,82397	0,54726	-2,26	0,0259	e1(t-1)
	θ_{122}	0,72783	0,09674	11,29	0,0001	e2(t-1)

Berdasarkan dari tabel diatas dapat diketahui bahwa parameter sudah signifikan karena nilai $p - value < 0,05$.

Penaksiran untuk parameter VARIMA (2,1,1) dapat ditampilkan dalam bentuk matriks sebagai berikut:

$$\Phi_1 = \begin{bmatrix} -0,73644 & 0 \\ -0,96740 & 0 \end{bmatrix}, \quad \Phi_2 = \begin{bmatrix} -0,41746 & 0 \\ -0,71739 & 0 \end{bmatrix}, \quad \Theta_1 = \begin{bmatrix} 0,22442 & 0 \\ -0,82397 & 0,72783 \end{bmatrix}$$

Sehingga persamaan model VARIMA (2,1,1) untuk nilai impor dan ekspor non migas di Jawa Barat adalah sebagai berikut:

$$\left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} -0,73644 & 0 \\ -0,96740 & 0 \end{bmatrix} B - \begin{bmatrix} -0,41746 & 0 \\ -0,71739 & 0 \end{bmatrix} B^2 \right) \begin{bmatrix} (1 - B) Z_{1,t} \\ (1 - B) Z_{2,t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{1,t} \\ a_{2,t} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0,22442 & 0 \\ -0,82397 & 0,72783 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{1,t-1} \\ a_{2,t-1} \end{bmatrix}$$

Dari persamaan matriks diatas, diperoleh model seperti berikut:

$$\begin{aligned} Z_{1,t} &= 0,26356 Z_{1,t-1} + 0,31898 Z_{1,t-2} + 0,41746 Z_{1,t-3} + a_{1,t} - 0,22442 a_{1,t-1} \\ Z_{2,t} &= Z_{2,t-1} - 0,96740 Z_{1,t-1} + 0,25001 Z_{1,t-2} + 0,71739 Z_{1,t-3} + a_{2,t} + 0,82397 a_{1,t-1} - \\ &\quad 0,72783 a_{2,t-1} \end{aligned}$$

Didapatkan model seperti diatas yang menjelaskan bahwa impor pada saat ke-t dipengaruhi oleh impor pada saat t-1, t-2, dan t-3 serta dipengaruhi oleh nilai residual impor pada saat t-1. Sedangkan pada ekspor pada saat ke-t dipengaruhi oleh ekspor pada saat t-1 dan impor pada saat t-2 dan t-3 serta dipengaruhi oleh nilai residual ekspor pada saat t-1 dan nilai residual impor pada saat t-1.

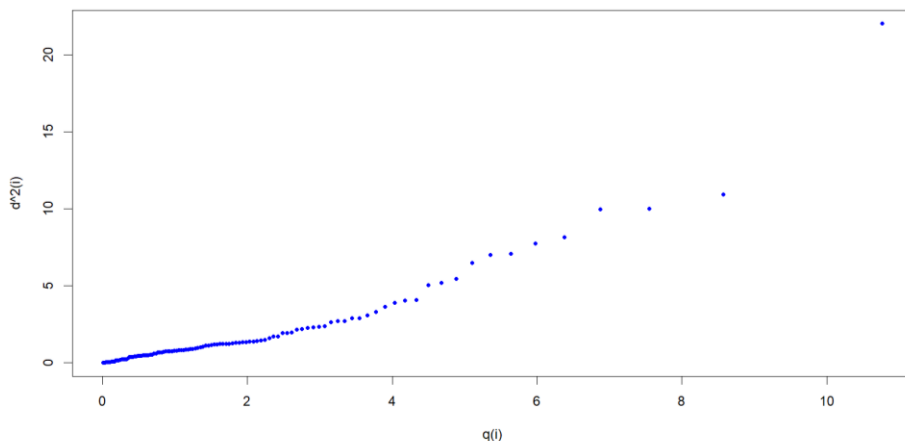
Pada langkah selanjutnya perlu dilakukan pengujian terhadap residual. Pada uji *white noise* menggunakan uji *portmanteau* untuk menguji signifikansi secara keseluruhan pada autokorelasi residual, dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 5. Portmanteau Test

Lag	DF	P-Value
4	4	0,0613
5	8	0,2290
6	12	0,3821
7	16	0,4460
8	20	0,6874
9	24	0,8013
10	28	0,4079

Berdasarkan hasil tabel diatas dapat dilihat bahwa semua lag memiliki nilai $p - value > 0,05$, sehingga dapat dikatakan bahwa residual sudah memenuhi asumsi *white noise*. Selain itu dengan menggunakan plot MACF residual, menunjukkan hasil bahwa simbol (+) dan (-) berada pada lag 0 dan lag 10 yang artinya untuk lag lainnya tidak signifikan dan tidak memiliki pola tertentu, sehingga dapat diketahui bahwa residual sudah memenuhi asumsi *white noise*.

Setelah itu juga harus dipenuhi asumsi distribusi normal *multivariate* dengan melihat plot *multivariate* normal agar model terbaik layak dipilih untuk digunakan, berikut merupakan plot *multivariate* normal:



Gambar 3. Plot *Multivariate Normal*

Dari gambar diatas dapat diketahui bahwa garis pada plot *multivariate normal* cenderung membentuk garis lurus dengan proporsi residual di^2 yang kurang dari $\chi^2_{0,5;2}$ ada sebanyak 0,6513761 atau 65,14%, maka dapat disimpulkan bahwa residual telah memenuhi asumsi normal multivariat karena telah melebihi 50%.

Selanjutnya untuk memeriksa kebaikan dan keakuratan hasil ramalan berdasarkan data pada model yang didapat dapat dilakukan dengan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 6. Nilai MAPE

	Impor Non Migas Jabar	Ekspor Non Migas Jabar
MAPE	9,38%	8,16%

Dari hasil perhitungan menggunakan *excel* maka diperoleh nilai MAPE pada impor non migas sebesar 9,38%, hal ini mengindikasikan bahwa estimasi model yang diperoleh memberikan hasil peramalan yang sangat baik untuk digunakan dalam peramalan. Sedangkan pada ekspor non migas diperoleh nilai MAPE sebesar 8,16%, hal ini mengindikasikan bahwa estimasi model yang diperoleh memberikan hasil peramalan yang sangat baik untuk digunakan dalam peramalan.

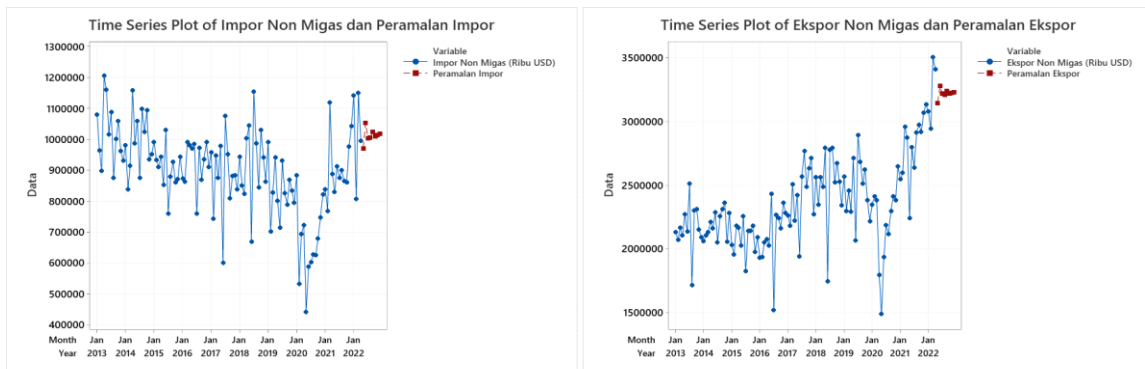
Berdasarkan model yang terpilih dan telah memenuhi asumsi untuk digunakan dalam meramalkan nilai impor dan ekspor non migas di Jawa Barat pada periode Mei 2022-Desember 2022. Berikut hasil peramalan nilai impor dan ekspor non migas di Jawa Barat:

Tabel 7. Hasil Peramalan Impor dan Ekspor Non Migas di Jawa Barat

Periode	Impor (Ribuan USD)	Ekspor (Ribuan USD)
Mei 2022	970325,17221	3144137,9570
Juni 2022	1052821,9862	3278609,3250
Juli 2022	1002285,3371	3216360,6892
Agustus 2022	1005063,9023	3206067,3673
September 2022	1024114,4846	3239633,8937
Oktober 2022	1008924,8833	3219211,0643
November 2022	1012158,3782	3220238,7636
Desember 2022	1016118,0862	3228007,5583

Berdasarkan hasil peramalan diatas diketahui bahwa untuk nilai ramalan impor dan ekspor non migas di Jawa Barat tidak jauh berbeda dengan nilai aktual pada periode sebelumnya, sehingga dapat dikatakan pendekatan model VARIMA telah sesuai.

Hasil peramalan dapat dilihat dari plot time series berikut:



Gambar 4. Plot *Time series* Peramalan Impor dan Ekspor Non Migas

Dari hasil peramalan diperkirakan untuk impor cenderung konstan berada diantara 900000 ribu USD sampai 1000000 ribu USD sedangkan untuk nilai ekspor cenderung konstan berada diantara 3100000 ribu USD sampai 3200000 ribu USD. Dan diketahui bahwa peramalan impor dan ekspor non migas tertinggi akan terjadi pada bulan Juni 2022 dan terendah akan terjadi pada bulan Mei 2022.

D. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian adalah untuk melakukan pemodelan VARIMA pada *time series multivariate* dapat dilakukan dengan melalui pengujian stasioneritas, identifikasi model, estimasi dan signifikansi parameter, pengujian asumsi residual dengan uji *white noise* dan uji normal *multivariate*.

Pada data impor dan ekspor non migas di Jawa Barat, model peramalan yang didapatkan dan sesuai adalah VARIMA (2,1,1). Pada model menjelaskan bahwa impor pada saat ke-t dipengaruhi oleh impor pada saat t-1, t-2, dan t-3 serta dipengaruhi oleh nilai residual impor pada saat t-1. Sedangkan pada ekspor pada saat ke-t dipengaruhi oleh ekspor pada saat t-1 dan impor pada saat t-2 dan t-3 serta dipengaruhi oleh nilai residual ekspor pada saat t-1 dan nilai residual impor pada saat t-1. Sehingga dapat diketahui juga bahwa nilai ekspor dipengaruhi oleh nilai impor.

Dari hasil peramalan diperkirakan untuk impor cenderung konstan berada diantara 900000 ribu USD sampai 1000000 ribu USD sedangkan untuk nilai ekspor cenderung konstan berada diantara 3100000 ribu USD sampai 3200000 ribu USD. Dan diketahui bahwa peramalan impor dan ekspor non migas tertinggi akan terjadi pada bulan Juni 2022 dan terendah akan terjadi pada bulan Mei 2022.

Daftar Pustaka

- [1] D. J.M., “Multivariate Time Series Modelling. Anal. Time Ser.,” vol. 1, pp. 255–268, 2006, doi: 10.4324/9780203491683-16.
- [2] R. Susilawati and S. Sunendiari, “Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api Menggunakan Metode Arima dan Grey System Theory,” *J. Ris. Stat.*, pp. 1–13, 2022, doi: 10.29313/jrs.vi.603.
- [3] R. A. Johnson and D. W. Wichern, *Applied Multivariate Statistical Analysis*, 6th ed., no. 6. New Jersey, 2007.
- [4] W. W. S. Wei, “Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods,” vol. 33, no. 1, 2006, doi: 10.1080/00401706.1991.10484777.

- [5] P. D.Y., “Peramalan Nilai Ekspor dan Nilai Impor Indonesia ke Jepang Menggunakan Model VARIMA,” Universitas Negeri Malang, 2013.
- [6] A. Yuliana, “PERAMALAN JUMLAH EKSPOR DAN IMPOR GULA INDONESIA MENGGUNAKAN METODE VARIMA (VECTOR AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE),” Universitas Brawijaya, 2012.
- [7] A. Munadiah, “Peramalan Indeks Harga Saham Global Menggunakan Varima Dan Varimax Dengan Variabel Dummy Sebagai Variabel Eksogen,” Universitas Hasanuddin, 2022.
- [8] I. Muthahharah, “Pemodelan Harga Saham Negara ASEAN Menggunakan VARMA dan VARMAX,” 2015.
- [9] Suhartono and A. R.M., “Perbandingan Antara Model GSTAR dan VARIMA untuk Peramalan Data Deret Waktu dan Lokasi.”
- [10] Badan Pusat Statistika, “Istilah Impor Ekspor,” 2022.