

**PENERAPAN MODEL *VECTOR ERROR CORRECTION MODEL* (VECM)
PADA PERAMALAN DATA NILAI EKSPOR DAN NILAI IMPOR
SELURUH KOMODITAS DI PROVINSI LAMPUNG TAHUN 2022**

(Skripsi)

Oleh

MEGA PUTRI



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRACT

APPLICATION THE VECTOR ERROR CORRECTION MODEL (VECM) FOR FORECASTING DATA ON EXPORT VALUE AND IMPORT VALUE FOR ALL COMMODITIES IN LAMPUNG PROVINCE IN 2022

By

MEGA PUTRI

Time series data is a series of observational data that is counted, measured, and collected over a certain period of time sequentially. Meanwhile, multivariate time series data are time series data that involve more than one variable and the variables have a relationship or relationship between them. Multivariate time series data can be used for modeling and forecasting in various fields of life. One of the forecasting models for multivariate time series data that can be used is the Vector Error Correction Model (VECM). The VECM model is derived from the Vector Autoregressive (VAR) model for non-stationary data and there is a cointegration relationship. The VAR model is a model for forecasting multivariate time series data with regression results from values in the previous period. The multivariate time series data used in this study are Export Value and Import Value data for all commodities in Lampung Province in 2015-2021. This study aims to forecast the period from January to December 2022 using the VECM model. Based on the data obtained the VECM model is VECM (1) with a MAPE value of 17.01%.

Keyword : Forecasting, VECM, Export Value, Import Value.

ABSTRAK

PENERAPAN MODEL *VECTOR ERROR CORRECTION MODEL* (VECM) PADA PERAMALAN DATA NILAI EKSPOR DAN NILAI IMPOR SELURUH KOMODITAS DI PROVINSI LAMPUNG TAHUN 2022

Oleh

MEGA PUTRI

Data deret waktu merupakan rangkaian data pengamatan yang dihitung, diukur, dan dihimpun selama kurun waktu tertentu secara berurutan. Sedangkan data deret waktu multivariat adalah data deret waktu yang melibatkan lebih dari satu variabel dan antar variabelnya memiliki hubungan atau keterkaitan. Data deret waktu multivariat dapat digunakan untuk pemodelan dan peramalan dalam berbagai bidang kehidupan. Model peramalan data deret waktu multivariat yang dapat digunakan salah satunya adalah model *Vector Error Correction Model* (VECM). Model VECM merupakan turunan dari model *Vector Autoregressive* (VAR) untuk data tidak stasioner dan terdapat hubungan kointegrasi. Model VAR merupakan model peramalan data deret waktu multivariat hasil regresi dari nilai-nilai pada periode sebelumnya. Data deret waktu multivariat yang digunakan pada penelitian ini adalah data Nilai Ekspor dan Nilai Impor seluruh komoditas di Provinsi Lampung tahun 2015-2021. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan peramalan pada periode Januari sampai Desember 2022 dengan model VECM. Berdasarkan data diperoleh model VECM yaitu model VECM (1) dengan nilai MAPE sebesar 17,01%.

Kata Kunci : Peramalan, VECM, Nilai Ekspor, Nilai Impor.

**PENERAPAN MODEL *VECTOR ERROR CORRECTION MODEL* (VECM)
PADA PERAMALAN DATA NILAI EKSPOR DAN NILAI IMPOR
SELURUH KOMODITAS DI PROVINSI LAMPUNG TAHUN 2022**

Oleh

MEGA PUTRI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
SARJANA MATEMATIKA**

Pada

**Jurusan Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi : **PENERAPAN MODEL *VECTOR ERROR CORRECTION MODEL* (VECM) PADA PERAMALAN DATA NILAI EKSPOR DAN NILAI IMPOR SELURUH KOMODITAS DI PROVINSI LAMPUNG TAHUN 2022**

Nama Mahasiswa : **Mega Putri**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1917031069**

Jurusan : **Matematika**

Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



1. Komisi Pembimbing


Widiarti, S.Si., M.Si.
NIP. 198005022005012003


Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si.
NIP. 197403162005011001

2. Ketua Jurusan Matematika


Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si.
NIP. 197403162005011001

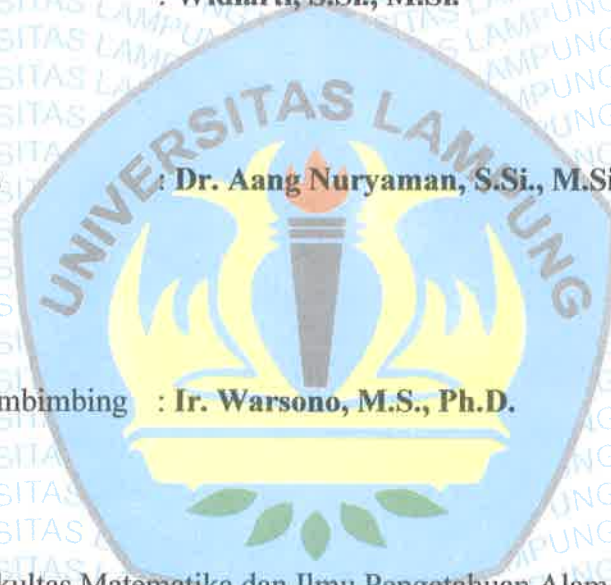
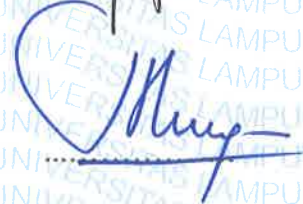
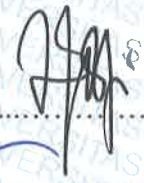
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Widiarti, S.Si., M.Si.

Sekretaris : Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si.

**Penguji
Bukan Pembimbing : Ir. Warsono, M.S., Ph.D.**



**2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung**



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.
NIP. 197110012005011002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 10 Juli 2023

PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : **Mega Putri**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1917031069**

Jurusan : **Matematika**

Judul Skripsi : **Penerapan Model *Vector Error Correction Model* (VECM) Pada Peramalan Data Nilai Ekspor dan Nilai Impor Seluruh Komoditas di Provinsi Lampung Tahun 2022**

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 10 Juli 2023
Yang Menyatakan,



Mega Putri
NPM. 1917031069

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Mega Putri lahir di Talang Jawa 25 Maret 2001. Penulis merupakan putri dari Bapak Jumadi dan Ibu Sri Laras. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara.

Penulis menempuh pendidikan di TK Al-Barokah pada tahun 2006 sampai 2007. Pendidikan sekolah dasar di SD Negeri Gembor 1 pada tahun 2007 sampai 2013. Pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 8 Kota Tangerang pada tahun 2013 sampai 2016. Pendidikan menengah atas di SMA Negeri 3 Kabupaten Tangerang pada tahun 2016 sampai 2019.

Pada tahun 2019 penulis terdaftar sebagai Mahasiswi Program Studi S1 Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswi penulis aktif di beberapa organisasi yaitu sebagai Anggota Bidang Eksternal Himpunan Mahasiswa Jurusan Matematika (HIMATIKA) tahun 2020, Anggota Divisi Komunikasi dan Informasi Himpunan Mahasiswa Banten (HMB) tahun 2021, Anggota Divisi Kreatif Senyum Anak Nusantara (SAN) *Chapter* Tangerang tahun 2021 dan Anggota Divisi Pemberdayaan Sumber Daya Manusia (PSDM) Himpunan Mahasiswa Banten (HMB) tahun 2022. Selama menjadi mahasiswi penulis juga aktif dalam kegiatan kepanitiaan Dies Natalis Jurusan Matematika (DINAMIKA) yaitu sebagai Anggota Divisi Bazar DINAMIKA XXI, Sekretaris Koordinator Divisi Desain dan Dokumentasi DINAMIKA XXII, serta *Steering Comite* Divisi Publikasi Desain dan Dokumentasi DINAMIKA XXIII.

Pada awal tahun 2022, penulis melakukan Kerja Praktik (KP) di Dinas Kehutanan Provinsi Lampung. Pada pertengahan tahun 2022, sebagai bentuk pengabdian kepada masyarakat, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) selama 40 hari di Desa Waymili, Kecamatan Gunung Pelindung, Kabupaten Lampung Timur.

KATA INSPIRASI

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu padahal ia amat baik bagimu dan boleh jadi pula kamu menyukai sesuatu padahal ia amat buruk bagimu, Allah mengetahui sedangkan kamu tidak mengetahui”

(QS. Al-Baqarah : 216)

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan ada kemudahan”

(QS. Al-Insyirah : 5)

“Siapa yang menempuh jalan untuk mencari ilmu, maka Allah akan mudahkan baginya jalan menuju surga”

(HR Muslim)

“Akan ada saatnya sesuatu menjadi sangat melelahkan, tetapi jangan menyerah. Bertahanlah sedikit lagi, itu akan segera berakhir”

(Lay EXO)

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan taufik dan hidayah-Nya untuk menyelesaikan skripsi ini, kupersembahkan karya kecil dan sederhana ini kepada :

Bapak dan Mama Tercinta

Yang selalu bekerja dengan keras agar penulis dapat menempuh pendidikan dan mendapat gelar sarjana, yang tidak pernah lelah untuk selalu mendoakan, memberikan dukungan, nasehat dan kasih sayang yang tidak mungkin terbalas oleh apapun.

Adik-adik Tersayang

Yang telah memberikan semangat, motivasi, doa dan dukungan.

Dosen Pembimbing dan Penguji

Yang senantiasa meluangkan waktu untuk mengarahkan dan memotivasi penulis

Sahabat-sahabatku

Yang selalu memberikan doa, dukungan, motivasi, canda dan tawa yang telah menemani penulis dalam setiap langkahnya

Almamater Tercinta, Universitas Lampung

SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena berkat taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penerapan Model *Vector Error Correction Model* (VECM) Pada Peramalan Data Nilai Ekspor dan Nilai Impor Seluruh Komoditas di Provinsi Lampung Tahun 2022”.

Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Matematika di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Dalam proses penyusunan skripsi ini, banyak pihak yang telah membantu memberikan bimbingan, dukungan, motivasi, serta saran sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Widiarti, S.Si., M.Si., selaku Pembimbing I yang selalu bersedia memberikan waktu, arahan, bimbingan, saran serta dukungan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Aang Nuryaman, S.Si., M.Si., selaku Pembimbing II dan Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung yang telah bersedia memberikan waktu, arahan, bimbingan, dan dukungan kepada penulis.
3. Bapak Ir. Warsono, M.S., Ph.D., selaku Penguji yang telah bersedia memberikan kritik dan saran serta evaluasi kepada penulis.
4. Ibu Dr. Notiragayu, S.Si., M.Si., selaku Pembimbing Akademik yang selalu bersedia memberikan bimbingan, saran serta dukungan kepada penulis pada hal yang berkaitan dengan akademik.

5. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
6. Seluruh dosen, staff dan karyawan Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
7. Bapak, Mama, Septi dan Mutia terima kasih atas cinta, kasih sayang, doa serta dukungan yang tiada hentinya kepada penulis.
8. Mba Itik, Winda, Mba Zahra, Singgih dan Mas Asep sebagai teman dan saudara yang sering direpotkan oleh penulis selama di Lampung.
9. Isti, Dian, Eccha, Zida, Linda, Berlian, Tika, Sephira, Citra, Faliza, dan Hani yang selalu memberikan semangat, saran dan menjadi tempat berkeluh kesah penulis.
10. Teman-teman seperjuangan yaitu Niken, Nada, Debi, Hijri dan Novi yang selalu berbagi suka duka, saling membantu dan saling memotivasi.
11. Siti, Manda, Dhifa, Ikhsan, Elka, dan Sadewa yang telah membuat perkuliahan penulis lebih berwarna.
12. Himpunan Mahasiswa Banten sebagai teman seperantauan penulis.
13. Teman-teman Jurusan Matematika Angkatan 2019
14. Anggota EXO, NCT dan SEVENTEEN yang telah menghibur, menginspirasi, dan memotivasi penulis melalui karya-karyanya.
15. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Bandar Lampung, 10 Juli 2023
Penulis

Mega Putri

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Manfaat Penelitian.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Peramalan	4
2.2 Analisis Deret Waktu (<i>Time Series</i>).....	4
2.3 Stasioneritas	5
2.4 Uji Kausalitas Granger	5
2.5 Uji Kointegrasi	6
2.6 <i>Matrix Partial Autocorrelation Function</i> (MPACF)	7
2.7 <i>Mean Absolute Percentage Error</i> (MAPE).....	8
2.8 Pemeriksaan Asumsi Residual <i>White Noise</i>	8
2.9 Pemeriksaan Asumsi Normalitas Residual	9
2.10 <i>Vector Autoregressive Integrated Moving Average</i> (VARIMA)	10
2.11 <i>Vector Error Correction Model</i> (VECM)	11
III. METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	13
3.2 Data Penelitian	13
3.3 Metode Penelitian.....	13
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Uji Stasioneritas	16
4.2 Uji Kausalitas Granger	20
4.3 Uji Kointegrasi	21

4.4	Identifikasi Model	22
4.5	Uji Kelayakan Model	25
4.5.1	Pemeriksaan Asumsi Residual <i>White Noise</i>	25
4.5.2	Pemeriksaan Asumsi Normalitas Residual.....	27
4.6	Peramalan	29
4.7	Evaluasi Ketepatan Peramalan	32
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	36
5.1	Kesimpulan.....	36
5.2	Saran.....	36
	DAFTAR PUSTAKA	37
	LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kriteria Nilai MAPE (Chang, <i>et al.</i> , 2007)	8
2. Uji <i>Augmented Dickey-Fuller</i> (ADF) Sebelum <i>Differencing</i>	18
3. Uji <i>Augmented Dickey-Fuller</i> (ADF) Setelah <i>Differencing</i>	20
4. Uji Kausalitas Granger.....	21
5. Uji Kointegrasi.....	22
6. Nilai Estimasi Parameter $\Pi = \alpha\beta'$ Model VECM (1).....	24
7. Nilai Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Model VECM (1).....	24
8. Uji Portmanteau Model VECM (1).....	26
9. Uji Normalitas Residual Model VECM (1)	29
10. Peramalan Data Nilai Ekspor dan Nilai Impor	29
11. Mendeteksi Outlier pada Data Nilai Ekspor	32
12. Mendeteksi Outlier pada Data Nilai Impor.....	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram Alir Penelitian	15
2. Plot Data Nilai Ekspor Sebelum <i>Differencing</i>	17
3. Plot Data Nilai Impor Sebelum <i>Differencing</i>	17
4. Plot Data Nilai Ekspor Setelah <i>Differencing</i>	19
5. Plot Data Nilai Impor Setelah <i>Differencing</i>	19
6. Plot <i>Matrix Partial Autocorrelation Function</i> (MPACF).....	23
7. Plot <i>Cross Correlations of Residual</i> Model VECM (1).....	26
8. Q-Q Plot Residual Variabel Nilai Ekspor	27
9. Q-Q Plot Residual Variabel Nilai Impor	28
10. Plot Data Hasil Peramalan Nilai Ekspor	30
11. Plot Data Hasil Peramalan Nilai Impor.....	31

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Peramalan data deret waktu multivariat dapat dilakukan dengan model vektor deret waktu. Model vektor deret waktu untuk data stasioner terdiri dari model *Vector Autoregressive* (VAR), *Vector Moving Average* (VMA), *Vector Autoregressive Moving Average* (VARMA) dan lain-lain. Model *Vector Autoregressive* (VAR) merupakan model data deret waktu multivariat yang menyatakan bahwa suatu peramalan sebagai fungsi dari nilai-nilai pada periode sebelumnya. Model *Vector Moving Average* (VMA) merupakan model data deret waktu multivariat hasil regresi dari nilai-nilai galat pada data. Model *Vector Autoregressive Moving Average* (VARMA) merupakan gabungan dari VAR dan VMA (Wei, 2006).

Dalam analisis deret waktu, sangat umum untuk mengamati data deret waktu yang menunjukkan perilaku nonstasioner. Peramalan data deret waktu multivariat untuk data nonstasioner dapat dilakukan dengan model *Vector Error Correction Model* (VECM) dan Model *Vector Autoregressive Integrated Moving Average* (VARIMA). Model VECM dan VARIMA dapat digunakan untuk meramalkan data nonstasioner karena pada analisisnya terjadi proses *differencing*. *Differencing* merupakan salah satu cara untuk mengubah deret nonstasioner menjadi deret stasioner. Model VECM digunakan untuk data deret waktu multivariat yang nonstasioner dan terdapat hubungan kointegrasi. Sedangkan model VARIMA digunakan untuk data deret waktu multivariat yang nonstasioner dan tidak terdapat hubungan kointegrasi (Wei, 2006).

Beberapa penelitian sebelumnya yang mengkaji tentang model *Vector Error Correlation Model* (VECM) yaitu Wikayanti, dkk. (2020) tentang pengaruh kurs dollar Amerika Serikat, inflasi, dan tingkat suku bunga terhadap indeks harga saham gabungan dengan model VECM. Model VECM yang diperoleh yaitu VECM (2) dengan nilai MAPE pada peramalan sebesar 1,534%. Oktavia dan Fajar (2022) tentang laju inflasi, *BI Rate*, dan indeks harga saham gabungan. Model VECM yang diperoleh yaitu VECM (1) dengan nilai MAPE pada peramalan variabel laju inflasi sebesar 11,38%, variabel *BI Rate* sebesar 8,48%, dan variabel indeks harga saham gabungan sebesar 3,4%. Sedangkan penelitian lainnya yaitu Fathurrahman dan Rusdi (2019), Faizin (2020), Pertiwi dan Achmad (2021), Samantha, dkk. (2021), Valentika, dkk. (2021), Destriansyah dan Sirodj (2022), dan Sitepu, dkk. (2023).

Dalam penerapannya, VECM membutuhkan data yang nonstasioner dan memiliki keterhubungan antar masing-masing variabel (Wei, 2006). Menurut Hodijah dan Angelina (2021), Nilai Ekspor dan Nilai Impor berpengaruh secara signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi. Nilai Ekspor dan Nilai Impor harus dikendalikan dengan strategi ekonomi yang tepat. Jika ingin membuat strategi ekonomi yang tepat maka perlu mengetahui kondisi pasar ekonomi di masa depan. Kondisi pasar ekonomi di masa depan dapat diketahui melalui peramalan. Sehingga data Nilai Ekspor dan Nilai Impor Seluruh Komoditas di Provinsi Lampung dianggap cocok untuk diramalkan menggunakan metode VECM.

Prasasta, dkk. (2022) mengkaji peramalan data ekspor pisang di Provinsi Lampung menggunakan ARIMA. Hasilnya, model terbaik yang diperoleh yaitu model ARIMA (1,0,1). Hasil peramalan yang diperoleh menunjukkan nilai ekspor pisang Provinsi Lampung mengalami penurunan dari tahun ke tahun. Lestari, dkk. (2019) mengkaji peramalan data ekspor biji pala di Provinsi Lampung menggunakan ARIMA. Hasilnya, model terbaik yang diperoleh yaitu model ARIMA (1,1,5). Hasil peramalan yang diperoleh menunjukkan nilai ekspor biji pala di Provinsi Lampung selama 10 tahun mendatang mengalami

peningkatan. Namun belum ada penelitian yang mengkaji peramalan Nilai Ekspor dan Nilai Impor Seluruh Komoditas di Provinsi Lampung.

Berdasarkan uraian tersebut, pada penelitian ini akan dikaji Model *Vector Error Correction Model* (VECM) pada peramalan data Nilai Ekspor dan Nilai Impor Seluruh Komoditas di Provinsi Lampung tahun 2022.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah identifikasi model VECM dan melakukan peramalan pada data Nilai Ekspor dan Nilai Impor Seluruh Komoditas di Provinsi Lampung tahun 2022 dengan model VECM tersebut.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah menambah wawasan tentang peramalan data deret waktu multivariat dan sebagai bahan referensi guna menambah ilmu pengetahuan mengenai penerapan model VECM.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Peramalan

Peramalan adalah perkiraan nilai-nilai pada suatu variabel di masa yang akan datang berdasarkan nilai dari variabel tersebut atau variabel yang berhubungan yang telah diketahui di masa lalu. Metode peramalan dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu metode kualitatif dan metode kuantitatif. Metode peramalan kualitatif berdasarkan pemikiran yang bersifat intuisi, pendapat pengetahuan dan pengalaman di masa lalu. Sedangkan metode peramalan kuantitatif berdasarkan data kuantitatif di masa lalu. Hasil peramalan yang didapat tergantung dari metode peramalan yang digunakan (Makridakis, dkk., 1999).

2.2 Analisis Deret Waktu (*Time Series*)

Analisis deret waktu (*Time Series*) merupakan serangkaian pengamatan pada suatu variabel yang dihimpun dan dicatat dari waktu ke waktu secara berurutan. Analisis deret waktu terbagi menjadi dua jenis berdasarkan banyaknya variabel yang diamati, yaitu analisis deret waktu univariat dan analisis deret waktu multivariat. Analisis deret waktu univariat hanya menggunakan satu variabel. Sedangkan analisis deret waktu multivariat menggunakan lebih dari satu variabel (Wei, 2006).

2.3 Stasioneritas

Suatu proses yang tidak terdapat perubahan kecenderungan baik dalam rata-rata maupun ragam yang saling konstan dikatakan stasioner (Makridakis, dkk., 1999). Salah satu uji stasioneritas yaitu uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF), yang dikembangkan oleh Dickey-Fuller. Uji inilah yang sering digunakan untuk melihat kestasioneran dalam rata-rata pada suatu data. Persamaan uji ADF adalah sebagai berikut (Wei, 2006).

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Statistik hitung untuk uji ADF adalah sebagai berikut

$$\tau = \frac{\hat{\delta}}{SE(\hat{\delta})} \quad (2)$$

dengan,

$$SE(\hat{\delta}) = \sqrt{\frac{\sigma^2}{\sum_{t=1}^n Y_{t-1}^2}} \quad (3)$$

dan

$$\sigma^2 = \sum_{t=1}^n \frac{(\Delta Y_t - \hat{\delta} Y_{t-1})^2}{T-1} \quad (4)$$

dengan,

Y_t = Nilai variabel pada waktu ke t .

Y_{t-1} = Nilai variabel pada waktu ke $t - 1$.

T = Banyak observasi (sampel).

2.4 Uji Kausalitas Granger

Uji Kausalitas Granger dilakukan untuk melihat ketergantungan antar variabel.

Uji ini digunakan untuk melihat apakah ada perubahan pada suatu variabel disebabkan oleh adanya perubahan pada variabel lain. Uji Kausalitas Granger

dengan persamaan model *Vector Autoregressive* (VAR) adalah sebagai berikut (Granger, 1969).

$$y_{1t} = \sum_{i=1}^p [\alpha_{11,i}y_{1,t-i} + \alpha_{12,i}y_{2,t-i}] + u_{1t} + c \quad (5)$$

$$y_{2t} = \sum_{i=1}^p [\alpha_{21,i}y_{1,t-i} + \alpha_{22,i}y_{2,t-i}] + u_{2t} + c \quad (6)$$

dengan

y_{1t}, y_{2t} = variabel endogen pada waktu ke- t

α = koefisien variabel

p = jumlah *lag*

u_t = *residual* pada waktu ke- t

c = konstanta

t = waktu (1,2,3, ..., n)

2.5 Uji Kointegrasi

Menurut Engle and Granger (1987), kointegrasi berhubungan erat dengan masalah menentukan hubungan jangka panjang atau keseimbangan jangka panjang. Jika data deret waktu terkointegrasi, maka terdapat suatu hubungan jangka panjang di antara data deret waktu tersebut. Untuk mengetahui data deret waktu terkointegrasi, maka metode yang dapat digunakan untuk menguji kointegrasi yaitu Uji Kointegrasi Johansen. Adapun statistik uji untuk model VAR adalah sebagai berikut (Johansen, 1991).

$$\Delta y_t = \Pi y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i \Delta y_{t-1} + e_t \quad (7)$$

Persamaan 7 mengandung informasi penyesuaian jangka Panjang dan jangka pendek terhadap perubahan y_t . Rank matriks Γ_i ditandai dengan r , menentukan berapa banyak kombinasi linear y_t yang bersifat stasioner. Jika $0 < r < n$, maka terdapat r vektor atau kointegrasi atau r kombinasi linear yang stasioner dari y_t .

2.6 Matrix Partial Autocorrelation Function (MPACF)

Matriks fungsi autokorelasi parsial pada lag ke- s dinotasikan sebagai $P(s)$, *Matrix Partial Autocorrelation Function* (MPACF) didefinisikan sebagai berikut (Wei, 2006).

$$P(s) = \begin{cases} \Gamma'(1)[\Gamma(0)]^{-1}, & s = 1 \\ (\Gamma'(s) - c'(s)[A(s)]^{-1}b(s))(\Gamma(0) - b'(s)[A(s)]^{-1}b(s))^{-1}, & s > 1 \end{cases} \quad (8)$$

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

$$A(s) = \begin{bmatrix} \Gamma(0) & \Gamma'(1) & \cdots & \Gamma'(s-2) \\ \Gamma(1) & \Gamma(0) & \cdots & \Gamma'(s-3) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \Gamma(s-2) & \Gamma(s-3) & \cdots & \Gamma(0) \end{bmatrix}, b(s) = \begin{bmatrix} \Gamma'(s-1) \\ \Gamma'(s-2) \\ \vdots \\ \Gamma'(1) \end{bmatrix}, c(s) = \begin{bmatrix} \Gamma(1) \\ \Gamma(2) \\ \vdots \\ \Gamma(s-1) \end{bmatrix} \quad (9)$$

dengan $\Gamma(s)$ merupakan matriks kovarian lag ke- s . Estimasi sampel dari $P(s)$ dapat dihitung dengan mengganti $\Gamma(s)$ yang tidak diketahui dengan matriks kovarian sampel $\hat{\Gamma}(s)$ sebagai berikut.

$$\hat{\Gamma}(s) = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^{n-s} (Y_t - \bar{Y})(Y_{t+s} - \bar{Y})' \quad , s = 1, 2, \dots \quad (10)$$

Menurut Hanurowati, dkk. (2016), dalam menyimpulkan korelasi sampel terdapat metode sederhana yang digunakan yaitu dengan simbol-simbol pada matriks korelasi sampel ke (i, j) yang dinotasikan sebagai berikut.

1. Simbol (+) menunjukkan bahwa hubungan positif pada korelasi antara komponen (i, j) dan nilai $\hat{\rho}_{ij}(k)$ lebih besar dari 2 kali standar error.
2. Simbol (−) menunjukkan bahwa hubungan negatif pada korelasi antara komponen (i, j) dan nilai $\hat{\rho}_{ij}(k)$ kurang dari -2 kali standar error.
3. Simbol (.) menunjukkan bahwa tidak ada korelasi antara komponen (i, j) dan nilai $\hat{\rho}_{ij}(k)$ berada diantara +2 dan -2 kali standar error.

2.7 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Menurut Wei (2006), nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) merupakan nilai untuk mengukur ketepatan peramalan yang dinyatakan dalam bentuk rata-rata persentase absolut residual. Nilai MAPE dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$MAPE = \frac{\sum_{l=1}^M \left| \left(\frac{Y_{n+l} - \hat{Y}_n}{Y_{n+l}} \right) \times 100\% \right|}{M} \quad (11)$$

dengan,

M : banyaknya ramalan yang dilakukan

Y_{n+l} : data sebenarnya

\hat{Y}_n : data hasil peramalan.

Tabel 1. Kriteria Nilai MAPE (Chang, *et al.*, 2007)

Nilai MAPE	Keterangan
< 10%	Ketepatan peramalan sangat baik
10% – 20%	Ketepatan peramalan baik
20% – 50%	Ketepatan peramalan cukup baik
> 50%	Ketepatan peramalan buruk

2.8 Pemeriksaan Asumsi Residual *White Noise*

Pemeriksaan asumsi residual pada analisis runtun waktu yang pertama adalah pemeriksaan asumsi residual *white noise*. Pemeriksaan asumsi residual *white noise* dapat melalui plot *Cross Correlations of Residual* dan Uji Portmanteau. Identifikasi data berdasarkan plot *Cross Correlations of Residual* dinotasikan dalam bentuk simbol (+), (–), dan (.) seperti pada plot MACF dan MPACF. Menurut Wei (2006), statistik uji yang digunakan untuk Uji Portmanteau

diusulkan oleh Box dan Pierce pada tahun 1970 dan dimodifikasi oleh Ljung dan Box pada tahun 1978 dengan persamaan sebagai berikut.

$$Q = n(n + 2) \sum_{k=1}^K (n - k)^{-1} \hat{\rho}_k^2 \quad (12)$$

dengan,

n : banyaknya data

k : banyaknya *lag* yang diuji

$\hat{\rho}_k$: estimasi autokorelasi residual periode ke- k

Hipotesis diterima jika $Q < \chi^2$ atau $p - value > \alpha$, yang berarti residual memenuhi asumsi *white noise* dan menunjukkan bahwa residual tidak memiliki autokorelasi.

2.9 Pemeriksaan Asumsi Normalitas Residual

Pemeriksaan asumsi normalitas residual dapat dilakukan melalui Q-Q Plot dan uji *Kolmogorov Smirnov*. Hipotesis uji *Kolmogorov Smirnov* yang digunakan yaitu H_0 : residual berdistribusi normal dan H_1 : residual tidak berdistribusi normal. Statistik uji yang digunakan yaitu sebagai berikut (Siegel, 1956).

$$D = SUP[|F_n(x) - F_0(x)|] \quad (13)$$

dengan,

$F_n(x)$: fungsi peluang kumulatif data sampel

$F_0(x)$: fungsi peluang kumulatif distribusi normal

n : banyaknya residual

Jika ditetapkan taraf nyata α maka kriteria pengambilan keputusan yaitu H_0 ditolak jika $D > D_{tabel}$ atau $p - value < \alpha$ sehingga dapat disimpulkan bahwa residual tidak berdistribusi normal.

2.10 Vector Autoregressive Integrated Moving Average (VARIMA)

Vector Autoregressive Integrated Moving Average (VARIMA) merupakan metode yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara beberapa variabel pada waktu tertentu dengan periode sebelumnya. Sehingga dapat diketahui bahwa suatu variabel tidak hanya dipengaruhi oleh variabel itu sendiri namun dapat juga dipengaruhi oleh variabel-variabel lain. Model VARIMA (p, d, q) dengan p, d dan q masing-masing merupakan orde *autoregressive*, *differencing* dan *moving average*. Bentuk model VARIMA (p, d, q) secara umum adalah sebagai berikut (Wei, 2006).

$$\phi_p(B)D(B)Y_t = \theta_q(B)\alpha_t \quad (14)$$

dengan,

Y_t : vektor pengamatan dengan $Y_t = [Y_{1t}, Y_{2t}, \dots, Y_{nt}]$ berukuran $n \times 1$

α_t : nilai galat pada waktu ke- t

p : orde AR

d : orde *differencing*

q : orde MA

B : operator *back shift*

$D(B)$: operator *differencing*

$\phi_p(B)$: matriks parameter vektor *autoregressive* ordo ke- p berukuran $n \times n$

$\theta_q(B)$: matriks parameter vektor *moving average* ordo ke- q berukuran $n \times n$

Dalam bentuk persamaan matriks model VARIMA dapat dituliskan sebagai berikut dengan contoh model VARIMA (1,1,1)

$$\begin{bmatrix} Y_1(t) \\ Y_2(t) \\ Y_3(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \phi_{11}^{(1)} & \phi_{12}^{(1)} & \phi_{13}^{(1)} \\ \phi_{21}^{(1)} & \phi_{22}^{(1)} & \phi_{23}^{(1)} \\ \phi_{31}^{(1)} & \phi_{32}^{(1)} & \phi_{33}^{(1)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_1(t-1) \\ Y_2(t-1) \\ Y_3(t-1) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \theta_{11}^{(1)} & \theta_{12}^{(1)} & \theta_{13}^{(1)} \\ \theta_{21}^{(1)} & \theta_{22}^{(1)} & \theta_{23}^{(1)} \\ \theta_{31}^{(1)} & \theta_{32}^{(1)} & \theta_{33}^{(1)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha_1(t-1) \\ \alpha_2(t-1) \\ \alpha_3(t-1) \end{bmatrix}$$

Ketika $d = 0$ maka menjadi model *Vector Autoregressive Moving Average* (VARMA (p, q)) yang didefinisikan sebagai berikut.

$$\phi_p(B)Y_t = \theta_q(B)\alpha_t \quad (15)$$

Ketika $d = 0$ dan $q = 0$ maka menjadi model *Vector Autoregressive* (VAR (p)) yang didefinisikan sebagai berikut.

$$\phi_p(B)Y_t = \alpha_t \quad (16)$$

Jika dijabarkan modelnya didefinisikan sebagai berikut.

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \phi_3 Y_{t-3} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \alpha_t \quad (17)$$

Misalnya model deret waktu multivariat VAR(1) dengan 3 variabel, maka dapat dituliskan sebagai berikut.

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \alpha_t \quad (18)$$

dalam bentuk matriks dapat dituliskan sebagai berikut

$$\begin{bmatrix} Y_1(t) \\ Y_2(t) \\ Y_3(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \phi_{11}^{(1)} & \phi_{12}^{(1)} & \phi_{13}^{(1)} \\ \phi_{21}^{(1)} & \phi_{22}^{(1)} & \phi_{23}^{(1)} \\ \phi_{31}^{(1)} & \phi_{32}^{(1)} & \phi_{33}^{(1)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_1(t-1) \\ Y_2(t-1) \\ Y_3(t-1) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha_1(t-1) \\ \alpha_2(t-1) \\ \alpha_3(t-1) \end{bmatrix}$$

2.12 *Vector Error Correction Model* (VECM)

Vector Error Correction Model (VECM) merupakan turunan dari model *Vector Autoregressive* (VAR). *Vector Autoregressive* (VAR) merupakan model peramalan yang menghubungkan nilai peramalan dengan nilai data aktual pada periode sebelumnya. *Vector Error Correction Model* (VECM) digunakan saat data pada penelitian tidak stasioner dan terdapat hubungan kointegrasi.

Berdasarkan persamaan (17) model VAR (p) adalah sebagai berikut (Wei, 2006).

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \phi_3 Y_{t-3} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \alpha_t$$

Model VAR berubah menjadi model VECM karena terdapat hubungan kointegrasi secara linier. Model VECM diperoleh dari model VAR dengan mengurangi Y_{t-1} dari kedua sisi. Sehingga diperoleh bentuk umum model VECM

adalah sebagai berikut.

$$\Delta Y_t = \Pi Y_{t-1} + \Gamma_1 \Delta Y_{t-1} + \dots + \Gamma_i \Delta Y_{t-i} + \alpha_t \quad (19)$$

dengan

i : $1, 2, \dots, p - 1$

ΔY_t : vektor perbedaan pertama variabel endogen

Y_t : variabel yang diamati pada waktu ke- t

Π : matriks kointegrasi berukuran $m \times m$, $\Pi = \alpha\beta'$

Γ_i : matriks koefisien parameter berukuran $m \times m$

α_t : nilai galat pada waktu ke- t

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada semester ganjil tahun akademik 2022/2023 dan bertempat di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

3.2 Data Penelitian

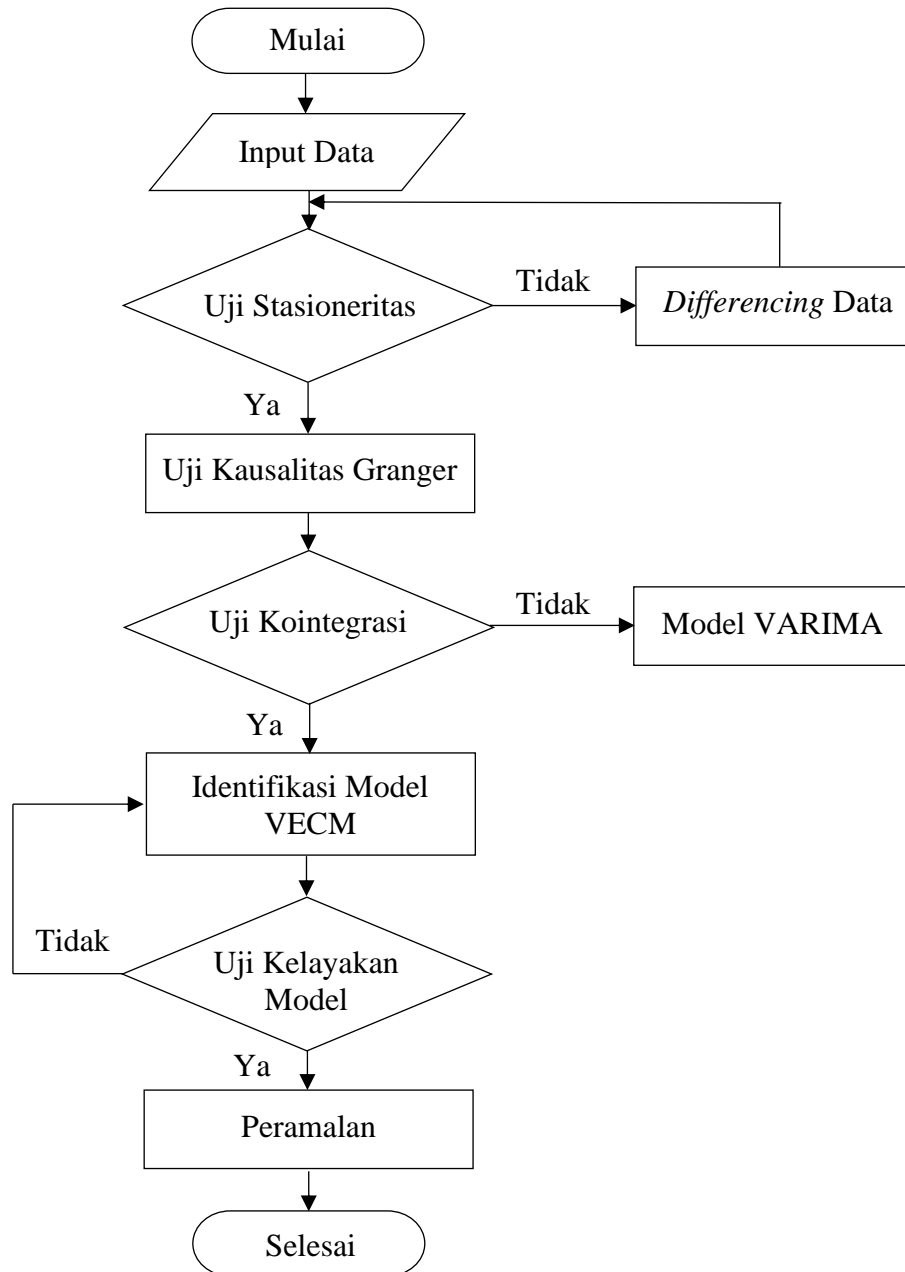
Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder tentang Nilai Ekspor Seluruh Komoditas di Provinsi Lampung dalam Juta US\$ (<https://lampung.bps.go.id/indicator/8/151/8/nilai-ekspor-.html>) dan Nilai Impor Seluruh Komoditas di Provinsi Lampung dalam Juta US\$ (<https://lampung.bps.go.id/indicator/8/152/6/nilai-import.html>) yang bersumber dari *website* Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Lampung dari periode Januari 2015 sampai Februari 2022.

3.3 Metode Penelitian

Pada penelitian ini akan dilakukan peramalan pada data Nilai Ekspor dan Nilai Impor Seluruh Komoditas di Provinsi Lampung periode Januari sampai Desember 2022. *Software* yang digunakan adalah *Microsoft Excel 2019* dan *SAS 9.4*.

Langkah-langkah yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menginput data Nilai Ekspor dan Nilai Impor di Provinsi Lampung periode Januari 2015 sampai Desember 2021.
2. Pengujian stasioneritas data menggunakan uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF). Selanjutnya, melakukan *differencing* data jika data yang diperoleh tidak stasioner.
3. Melakukan uji kointegrasi.
4. Melakukan uji kausalitas granger.
5. Identifikasi model melalui plot MPACF.
6. Melakukan estimasi parameter dan uji signifikansi model.
7. Melakukan uji kelayakan model berupa pemeriksaan asumsi residual *white noise* menggunakan plot *cross correlations of residual* dan uji portmanteau. Serta melakukan pemeriksaan asumsi kenormalan residual melalui Q-Q plot dan uji *kolmogorov smirnov*.
8. Melakukan peramalan data nilai ekspor dan nilai impor seluruh komoditas di Provinsi Lampung periode Januari sampai Desember 2022.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Model VECM peramalan pada data Nilai Ekspor dan Nilai Impor Seluruh Komoditas di Provinsi Lampung adalah model VECM (1). Dengan modelnya adalah sebagai berikut.

$$\begin{bmatrix} Y_1(t) \\ Y_2(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.04807 & 0.07582 \\ 0.40199 & -0.63397 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -0.04807 & 0.07582 \\ 0.40199 & -0.63397 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_1(t-1) \\ Y_2(t-1) \end{bmatrix} + \alpha_t$$

2. Berdasarkan hasil peramalan data Nilai Ekspor dan Nilai Impor Seluruh Komoditas di Provinsi Lampung periode Januari – Desember 2022, diperoleh nilai MAPE model VECM (1) sebesar 17,01%. Karena nilai MAPE berada diantara 10-20%, sehingga dapat disimpulkan bahwa ketepatan peramalan tergolong baik.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada penelitian ini, disarankan untuk penelitian selanjutnya agar mempertimbangkan efek keberadaan outlier pada data yang akan dikaji. Sehingga hasil peramalan dapat lebih baik dan ketepatan peramalan yang diperoleh maksimal. Adapun penanganan outlier dapat dilakukan dengan menghapus data outlier atau mengganti nilai outlier dengan melakukan imputasi data.

DAFTAR PUSTAKA

- Armstrong, J. S. 2007. Significance Tests Harm Progress in Forecasting. *International Journal of Forecasting*. **23**(2): 321-327.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung. 2020. *Perkembangan Ekspor dan Impor Provinsi Lampung Februari 2020*. BPS Lampung, Bandar Lampung.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung. 2022. *Perkembangan Ekspor dan Impor Provinsi Lampung November 2021*. BPS Lampung, Bandar Lampung.
- Bank Indonesia. 2020. *Laporan Perekonomian Provinsi Lampung*. Vol. 17 No.2. KPW BI Provinsi Lampung, Bandar Lampung.
- Bank Indonesia. 2021. *Laporan Perekonomian Provinsi Lampung*. Vol. 17 No.4. KPW BI Provinsi Lampung, Bandar Lampung.
- Bank Indonesia. 2022. *Laporan Perekonomian Provinsi Lampung*. Vol. 18 No.1. KPW BI Provinsi Lampung, Bandar Lampung.
- Chang, P. C., Wang, Y. W., and Liu, C. H. 2007. The Development of a Weighted Evolving Fuzzy Neural Network for PCB Sales Forecasting. *Expert Systems with Applications*. 32: 86-96.
- Destriansyah, M. W. dan Sirodj, D. A. N. 2022. Analisis Hubungan Harga Saham Bank Central Asia, Inflasi, Kurs (IDR/USD) dan BI Rate dengan Metode Vector Error Correction Model (VECM), hlm. 282-290. *Prosiding Bandung Conference Series : Statistics*, Bandung.
- Engle, R.F. and Granger, C.W.J. 1987. Co-integration and Error Correction : Representation, Estimation, and Testing. *Econometrica*, **55**(2): 251-276.

- Faizin, M. 2020. Penerapan Vector Error Correction Model pada Variabel Makro Ekonomi di Indonesia. *e-Journal Ekonomi Bisnis dan Akuntansi*. **25**(2): 287-303.
- Fathurrahman, A., dan Rusdi, F. 2019. Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Likuiditas Bank Syariah di Indonesia Menggunakan Metode Vector Error Correction Model (VECM). *Jurnal Lembaga Keuangan dan Perbankan*. **4**(2): 117-126.
- Granger, C.W.J. 1969. Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods. *Econometrica*. **37**(3): 424-438.
- Hanurowati, N., Mukid, M. A., dan Prahutama, A. 2016. Pemodelan dan Peramalan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG), Jakarta Islamic Index (JII), dan Harga Minyak Dunia Brent Crude Oil Menggunakan Metode Vector Autoregressive Exogenous (VARX). *Jurnal Gaussian*. **5**(4): 683-693.
- Hodijah, S., dan Angelina, G. P. 2021. Analisis Pengaruh Ekspor dan Impor terhadap Pertumbuhan Ekonomi di Indonesia. *Jurnal Manajemen Terapan dan Keuangan (Mankeu)*. **10**(1): 53-62.
- Johansen, S. 1991. Estimation and Hypothesis Testing of Cointegration Vectors In Gaussian Vector Autoregressive Models. *Econometrica*. **59**(6): 1551-1580.
- Lestari, F. Y., Ismono, R. H., dan Prasmatiwi, F. E. 2019. Prospek Pengembangan Pala Rakyat di Provinsi Lampung. *Jurnal Ilmu Ilmu Agribisnis*. **7**(1): 14-21.
- Makridakis, S., McGee, dan Wheelwright, S. C. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan Edisi Pertama, diterjemahkan oleh Suminto*. Binapura Aksara, Tangerang.
- Oktavia, A., dan Fajar, M. Y. 2022. Peramalan Laju Inflasi, BI Rate dan Indeks Harga Saham Gabungan. *Jurnal Riset Matematika*. **2**(1): 17-24.
- Pertiwi, S. A., dan Achmad, A. I. 2021. Pemodelan Peramalan Menggunakan Vector Error Correction Model (VECM) pada Faktor-faktor Ekonomi di

Indonesia Periode Januari 2013 – Desember 2019, hlm. 1-8. Prosiding Bandung Conference Series : Statistics, Bandung.

- Prasasta, S. G., Ismono, R. H., dan Situmorang, S. 2022. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Ekspor dan Prospek Ekspor Pisang Provinsi Lampung. *Jurnal Ilmu Ilmu Agribisnis*. **10**(2): 179-187.
- Putri, D. P. T., Damayanti, E. W. A., dan Santuri, I. 2021. Pengaruh COVID-19 Terhadap Kegiatan Ekspor Impor di Indonesia. *Dinamika Bahari*. **2**(2): 169-174.
- Samantha, K., Tarno, dan Rahmawati, R. 2021. Analisis Integrasi Spasial Pasar Cabai Merah Keriting di Jawa Tengah dengan Metode Vector Error Correction Model. *Jurnal Gaussian*. **10**(2): 190-199.
- Siegel, S. 1956. *Nonparametric Statistics For The Behavioral Sciences*. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York.
- Sitepu, A. A., Tantular, B., Darmawan, G., Pontoh, R. S., dan Faidah, D. Y. 2023. Pemodelan Produk Domestik Bruto (PDB) dengan Pendekatan Vector ErrorCorrection Model (VECM). *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*. **1**(2): 60-71.
- Valentika, N., Nusyirwan, V. I., Syazali, M., Azis, I., dan Abdullah, S. 2021. Pemodelan Suku Bunga, Kurs, Impor dan Ekspor dengan Menggunakan VECM. *Journal of Mathematics Education, Science and Technology*. **6**(1): 15-30.
- Wei, W. W. 2006. *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods Second Edition*. Addison Wesley Publishing Company, Inc., New York.
- Wikayanti, N. P. D., Aini, Q., dan Fitriyani, N. 2020. Pengaruh Kurs Dolar Amerika Serikat, Inflasi, dan Tingkat Suku Bunga Terhadap Indeks Harga Saham Gabungan dengan Model Vector Error Correction. *Eigen Mathematics Journal*. **3**(1): 64-72.