

## PEMODELAN ANTAR VARIABEL EKONOMI SECARA SIMULTAN MENGUNAKAN PENDEKATAN *VECTOR ERROR CORRECTION MODEL* (VECM)

Rossa Fitria Halim<sup>1\*</sup>, Sudarno<sup>2</sup>, Tarno<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Departemen Statistika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro

\*e-mail: [rossafitria@students.undip.ac.id](mailto:rossafitria@students.undip.ac.id)

DOI: 10.14710/j.gauss.12.3.414-424

### Article Info:

Received: 2022-12-19

Accepted: 2024-02-13

Available Online: 2024-02-26

### Keywords:

Jakarta Composite Index (IHSG);  
VAR; VECM; Johansen's  
Cointegration; MAPE

**Abstract:** The movement of the Jakarta Composite Index (IHSG) is influenced by internal factors such as inflation, the BI Rate, exchange rate, and external factors consisting of world gold prices and world crude oil prices. The six economic variables have a relationship simultaneously. Vector Error Correction Model (VECM) is a Vector Autoregressive (VAR) which has non-stationary but has a long-term cointegration. The purpose of this study is to analyze the cointegration among economic variables and determine the model of economic variables. Data for the variables is monthly data for the period January 2012 to December 2021 which has fulfilled stationarity at first level of difference. The optimum lag chosen is lag 1 so that the model to be used is VECM(1) and the resulting VAR system has less than one modulus for the VAR to be stable. Johansen's cointegration test yielded 5 cointegrations, so each short-term period adjusts simultaneously and tends to adjust with each other to achieve long-term equilibrium. The Mean Absolute Percentage Error (MAPE) value in the evaluation of model accuracy ranges below 10%, so the model's performance is very good.

## 1. PENDAHULUAN

Ekonomi Indonesia mengalami pemulihan pasca pandemi COVID-19. Pada triwulan II 2022 mengalami pertumbuhan sebesar 5,44% (y-on-y) di tengah risiko ketidakpastian global. Tingkat laju pertumbuhan ekonomi didorong oleh berbagai faktor variabel ekonomi, salah satunya perkembangan investasi dalam negeri. Saham merupakan salah satu instrumen investasi yang populer di Indonesia. Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) adalah indeks dalam mengukur kinerja saham yang tercatat di Bursa Efek Indonesia (BEI). Menurut Yanuar (2013), terdapat dua faktor yang mempengaruhi naik-turunnya nilai IHSG yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal adalah faktor yang terjadi di dalam suatu negara, seperti nilai tukar rupiah terhadap dolar Amerika Serikat, tingkat inflasi dan suku bunga (*BI Rate*), dan lain-lain. Sedangkan faktor eksternal adalah faktor yang berasal dari luar negara seperti bursa saham negara maju ataupun negara yang berada dalam satu kawasan, harga minyak dunia, harga emas dunia, dan lain-lain.

Perlu dilakukan kajian untuk menganalisis variabel-variabel ekonomi. Hal ini membutuhkan analisis ekonometrika deret waktu untuk menentukan keputusan investasi dalam perorangan maupun perusahaan. *Vector Error Correction Model (VECM)* merupakan salah satu metode yang digunakan dalam analisis ekonometrika deret waktu dengan beberapa variabel (multivariat). VECM merupakan bentuk *Vector Autoregressive (VAR)* yang terestriksi. Restriksi diberikan karena data yang tidak stasioner namun memiliki hubungan kointegrasi. Kointegrasi bertujuan untuk mengetahui hubungan simultan keseimbangan dalam jangka panjang antara variabel-variabel yang diamati.

Pada penelitian sebelumnya dengan menggunakan *Vector Error Correction Model (VECM)*, Andre dan Nasrudin (2019) menyimpulkan bahwa harga minyak mentah Indonesia

di pasar internasional mengalami kondisi yang sangat fluktuatif akibat guncangan harga minyak dunia serta berpengaruh positif dan signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi dan jumlah uang beredar dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Menurut Nugroho, *et al* (2016), seluruh variabel penelitian yaitu data tingkat inflasi, jumlah uang beredar, *BI Rate*, indeks bursa saham global, nilai tukar rupiah, dan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) memiliki kointegrasi atau hubungan jangka panjang. Variabel IHSG, kurs, dan Indeks Saham Global (S&P 500) memiliki hubungan positif untuk nilai IHSG. Sedangkan variabel yang mempengaruhi secara negatif adalah variabel inflasi, *BI Rate* dan jumlah uang beredar. Menurut Asari, *et al* (2011), nilai tukar berperan bagi sebagian besar pasar bebas. Suku bunga bergerak negatif mempengaruhi nilai tukar dan memiliki hubungan jangka panjang sementara tingkat inflasi bergerak positif mempengaruhi nilai tukar. Hawari dan Kartiasih (2016) menyimpulkan bahwa nilai tukar berpengaruh positif terhadap pertumbuhan ekonomi, sedangkan utang luar negeri, investasi asing berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan ekonomi.

Penelitian ini berfokus untuk mengetahui hubungan terkointegrasi antar variabel ekonomi yaitu IHSG, inflasi, *BI Rate*, kurs rupiah terhadap dolar Amerika Serikat, harga emas dunia, dan harga minyak mentah dunia dengan metode VECM. Tujuannya adalah menganalisis hubungan secara simultan antar variabel ekonomi, menentukan model variabel ekonomi, serta memberikan peramalan untuk enam bulan ke depan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Analisis ekonometrika deret waktu umumnya digunakan untuk menemukan pola data deret waktu serta untuk menemukan pola hubungan antara variabel ekonomi (Juanda dan Junaidi, 2012). Model ekonometrika tersebut dapat dijadikan dasar untuk melakukan prediksi atau peramalan sebagai dasar untuk menentukan kebijakan ekonomi. *Vector Error Correction Model* (VECM) merupakan salah satu metode yang digunakan dalam analisis ekonometrika deret waktu multivariat atau dengan beberapa variabel.

Stasioneritas adalah konsep penting dalam analisis deret waktu. Stasioneritas deret waktu dapat diketahui dengan Uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF). Uji ADF dilakukan untuk melihat apakah ada atau tidak ada akar unit (*unit root*) di dalam model. Statistik uji ADF dapat dilihat pada Persamaan 1.

$$\tau = \frac{\hat{\gamma}}{se(\hat{\gamma})} \quad (1)$$

dengan  $\hat{\gamma}$  = nilai duga parameter *autoregressive* dan  $se(\hat{\gamma})$  = kesalahan standar (*standar error*) dari  $\hat{\gamma}$ .  $H_0$  ditolak jika nilai  $t_{hitung} <$  nilai kritis *Dickey Fuller* atau  $prob < \alpha$ .

Menentukan panjang lag dari variabel-variabel yang masuk ke dalam model VAR, dibutuhkan panjang lag optimal untuk mendapatkan model yang baik. Penentuan lag optimal dengan menggunakan *Akaike Information Criterion* (AIC).

$$AIC(m) = \ln|\sum_u(m)| + \frac{2mK^2}{n} \quad (2)$$

dengan  $K$  = banyaknya variabel endogen,  $m$  = banyaknya lag yang ditetapkan,  $n$  = banyaknya data pengamatan,  $p$  = lag optimal yang diperoleh, dan  $\sum_u(m)$  = matriks varian-kovarian dari residual. Lag yang memiliki nilai AIC terkecil merupakan lag yang digunakan dalam model VAR.

Lütkepohl dan Kratzig (2004) menyatakan model VAR dikatakan stabil jika seluruh *root* memiliki modulus kurang dari satu jika dan hanya jika  $\det(I_K - A_1z - \dots - A_1z^p) \neq 0$ , untuk modulus ( $z$ ),  $|z| \leq 1$ . Maka polinomial dari  $\det(I_K - A_1z)$  tidak memiliki *roots* yang berada pada *unit circle*. Jika estimasi stabilitas VAR tidak stabil menyebabkan analisis IRF dan FEVD tidak valid.

Kointegrasi digunakan untuk melihat keseimbangan jangka panjang di antara variabel yang diamati. Pendekatan Johansen menentukan dua matriks  $\alpha$  dan  $\beta$  untuk menguji batasan pada vektor kointegrasi, sehingga

$$\Pi = \alpha\beta^T \quad (3)$$

dengan  $\alpha$  = matriks koefisien koreksi kesalahan parameter berukuran  $(K \times r)$  dan  $\beta$  = matriks parameter kointegrasi berukuran  $(K \times r)$ . Untuk melihat banyaknya  $r$  vektor kointegrasi dapat melakukan uji *trace* ( $\lambda_{trace}$ ) dan uji *max eigen* ( $\lambda_{max}$ ).

a. Hipotesis dan Statistik Uji *Trace*

$H_0$  :  $rank(\Pi) < r_0$  (tidak terdapat  $r$  vektor kointegrasi)

$H_1$  :  $rank(\Pi) \geq r_0$  (terdapat  $r$  vektor kointegrasi)

$$\lambda_{trace}(r|K) = -n \sum_{i=r_0+1}^K \ln(1 - \hat{\lambda}_i) \quad (4)$$

b. Hipotesis dan Statistik Uji *Max Eigen*

$H_0$  :  $rank(\Pi) = r_0$  (terdapat  $r$  vektor kointegrasi)

$H_1$  :  $rank(\Pi) = r_0 + 1$  (terdapat  $r + 1$  vektor kointegrasi)

$$\lambda_{max}(r, r + 1) = -n \ln(1 - \hat{\lambda}_{r+1}) \quad (5)$$

dengan  $r$  :  $rank(\Pi)$ , di mana  $r_0 = 0, 1, 2, \dots, K - 1$ .  $H_0$  ditolak jika nilai hitung  $\lambda_{trace}$  dan  $\lambda_{max}$  lebih besar dari nilai kritis Johansen atau prob kurang dari  $\alpha=5\%$ .

*Vector Error Correction Model* (VECM) merupakan perkembangan model *Vector Autoregressive* (VAR) untuk menganalisis data nonstasioner dan memiliki kointegrasi atau hubungan jangka panjang. Persamaan model VAR dengan lag sebesar  $p$  dapat ditulis sebagai berikut:

$$Y_t = A_1 Y_{t-1} + A_2 Y_{t-2} + \dots + A_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (6)$$

dengan  $Y_t$  = vektor  $(Y_{1t}, Y_{2t}, \dots, Y_{Kt})$  berukuran  $K \times 1$ ,  $A_i$  = matriks parameter pada variabel ke-  $i$  berukuran  $K \times K$ , di mana  $i = 1, 2, \dots, p$ ,  $\varepsilon_t$  = vektor eror  $(\varepsilon_{1t}, \varepsilon_{2t}, \dots, \varepsilon_{Kt})$  berukuran  $K \times 1$ ,  $K$  = banyaknya variabel endogen, dan  $p$  = panjang lag.

Pembentukan model VECM( $p - 1$ ) dapat dilakukan melalui proses *differencing* dari model VAR( $p$ ) sehingga menghasilkan persamaan sebagai berikut:

$$\Delta Y_t = \Pi Y_{t-1} + \Gamma_1 \Delta Y_{t-1} + \Gamma_2 \Delta Y_{t-2} + \dots + \Gamma_{p-1} \Delta Y_{t-p+1} + \varepsilon_t \quad (7)$$

di mana  $\Pi = (I_K - A_1 - \dots - A_p)$  (matriks kointegrasi berukuran  $K \times K$ ) dan  $\Gamma_i = -(A_{i+1} + \dots + A_p)$ , untuk  $i = 1, 2, \dots, p - 1$  (matriks koefisien parameter  $K \times K$ ).

Pada persamaan (7)  $\Pi$  dapat ditulis dalam bentuk  $\Pi = \alpha\beta^T$  sehingga persamaan (7) juga dapat ditulis dalam bentuk:

$$\Delta Y_t = \alpha\beta^T Y_{t-1} + \Gamma_1 \Delta Y_{t-1} + \Gamma_2 \Delta Y_{t-2} + \dots + \Gamma_{p-1} \Delta Y_{t-p+1} + \varepsilon_t \quad (8)$$

Model dikatakan signifikan jika telah diuji secara simultan dan parsial. Uji signifikansi dapat dilakukan sebagai berikut:

a. Uji Signifikansi Secara Bersama (Uji F)

Uji F atau uji simultan digunakan untuk melihat apakah variabel bebas secara keseluruhan berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat atau tidak.

$H_0$  :  $\Gamma_{ij} = 0, \alpha_{ij} = 0, \beta_{ij} = 0$ , dengan  $i = 1, 2, \dots, K, j = 1, 2, \dots, K$  (seluruh variabel bebas secara simultan tidak berpengaruh terhadap model)

$H_1$  : paling sedikit satu  $\Gamma_{ij} \neq 0$  atau  $\alpha_{ij} \neq 0$  atau  $\beta_{ij} \neq 0$ , dengan  $i = 1, 2, \dots, K, j = 1, 2, \dots, K$  (minimal ada variabel bebas secara simultan berpengaruh terhadap model)

$$F = \frac{SS_R / K}{SS_E / (n - K - 1)} \quad (9)$$

dengan  $SS_R$  = jumlah kuadrat regresi ( $SS_R = \sum(\hat{z}_i - \bar{z})^2$ ),  $SS_E$  = jumlah kuadrat eror ( $SS_E = \sum(z_i - \hat{z}_i)^2$ ),  $n$  = banyaknya data pengamatan, dan  $K$  = banyaknya variabel endogen.  $H_0$  ditolak jika nilai  $F > F_{(\alpha, K, n - K - 1)}$  atau nilai prob  $< \alpha$ .

b. Uji Signifikansi Secara Parsial (Uji t)

Uji t digunakan untuk melihat pengaruh dari masing-masing variabel bebas terhadap variabel terikatnya.

$H_0 : \Gamma_{ij} = 0, \alpha_{ij} = 0, \beta_{ij} = 0$ , dengan  $i = 1, 2, \dots, K, j = 1, 2, \dots, K$  (variabel bebas ke-  $ij$  tidak berpengaruh signifikan terhadap model)

$H_1 : \Gamma_{ij} \neq 0$  dengan  $i = 1, 2, \dots, K, j = 1, 2, \dots, K$  (variabel bebas ke-  $ij$  berpengaruh signifikan terhadap model)

$$t_{hitung} = \frac{\widehat{\Gamma}_{ij}}{se(\widehat{\Gamma}_{ij})} ; t_{hitung} = \frac{\widehat{\alpha}_{ij}}{se(\widehat{\alpha}_{ij})} ; t_{hitung} = \frac{\widehat{\beta}_{ij}}{se(\widehat{\beta}_{ij})} \quad (10)$$

dengan  $\widehat{\Gamma}_{ij}, \widehat{\alpha}_{ij}, \widehat{\beta}_{ij}$  = estimasi parameter regresi pada variabel ke-  $ij$ ,  $Se(\widehat{\Gamma}_{ij}), Se(\widehat{\alpha}_{ij}), Se(\widehat{\beta}_{ij})$  = standar error parameter regresi pada variabel ke-  $ij$ ,  $n$  = banyaknya data pengamatan, dan  $K$  = banyaknya variabel endogen.  $H_0$  ditolak jika nilai  $|t_{hitung}| < t_{(\frac{\alpha}{2}; n-K-1)}$  atau  $prob < \alpha$ .

Chatterjee dan Hadi (2006) menyatakan pengujian signifikansi parameter secara parsial dapat menghasilkan parameter yang tidak signifikan pada uji t meskipun uji F signifikan. Hal tersebut mengisyaratkan bahwa meskipun tidak terdapat variabel yang secara individual signifikan, seluruh rangkaian variabel yang diambil secara simultan menjelaskan bagian yang signifikan dari variabel dalam model. Sehingga semua variabel dependen dapat digunakan dalam model.

Residual dikatakan proses *white noise* apabila tidak terdapat korelasi antar residual (independen) dengan rata-rata konstan dan varian konstan. Uji independensi residual (*white noise*) dapat dideteksi menggunakan statistik uji *Ljung-Box*. Uji *Ljung-Box* dapat digunakan untuk menguji independensi residual antar lag. Pada kasus VECM, uji independensi menggunakan uji Portmanteau (Lutkepohl, 2005).

$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \rho_3 = \dots = \rho_K = 0$  (residual independen)

$H_1 : \text{terdapat paling sedikit satu } \rho_i \neq 0$ , di mana  $i = 1, 2, \dots, K$  (terdapat korelasi residual antar lag)

$$Q_p = n \sum_{j=1}^p tr \left( \widehat{C}_j' \widehat{C}_0^{-1} \widehat{C}_j \widehat{C}_0^{-1} \right) \quad (11)$$

dengan  $K$  = banyaknya variabel endogen,  $n$  = banyaknya data pengamatan,  $p$  = banyaknya lag, dan  $tr(A)$  = trace dari matriks  $A$ , di mana  $A = \left( \widehat{C}_j' \widehat{C}_0^{-1} \widehat{C}_j \widehat{C}_0^{-1} \right)$  dan  $\widehat{C}_j = \frac{1}{n} \sum_{t=j+1}^n \widehat{e}_t \widehat{e}_{t-1}$ .  $H_0$  ditolak jika  $Q_h \geq X_{(K^2 p; \alpha)}^2$  atau  $prob < \alpha$ .

Uji normalitas multivariat ini dilakukan untuk mengetahui apakah residual data berdistribusi normal multivariat. Uji normalitas yang dapat digunakan adalah Jarque-Bera (*JB*). Menurut Jarque dan Bera (1987) dalam Warsono, *et al* (2020), Uji Jarque-Bera (*JB*) menggunakan distribusi *chi-square* ( $\chi^2$ ) pada derajat bebas 2. Uji Jarque-Bera menggunakan ukuran *skewness* dan *kurtosis*.

$H_0$  : residual dari model VECM berdistribusi normal multivariat

$H_1$  : residual dari model VECM tidak berdistribusi normal multivariat

$$JB = \frac{n-K}{6} \left( S^2 + \frac{(K^*-3)^2}{4} \right) \quad (12)$$

dengan  $K$  = jumlah variabel endogen,  $n$  = banyaknya data pengamatan,  $S$  = *expected*

*skewness* =  $\frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^3}{\left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 \right)^{\frac{3}{2}}}$ , dan  $K^*$  = *expected excess kurtosis* =  $\frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^4}{\left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 \right)^2}$ .  $H_0$  ditolak

jika  $JB \geq \chi_{(\alpha; 2)}^2$  atau  $prob < \alpha$ .

Uji Kausalitas Granger dilakukan untuk melihat apakah terdapat hubungan sebab akibat antara variabel yang terlibat dalam model.

$H_0$  :  $\Gamma_{ij} = 0$ , dengan  $i = 1, 2, \dots, K, j = 1, 2, \dots, K$  (tidak memiliki hubungan kausalitas)

$H_1$  : paling sedikit satu  $\Gamma_{ij} \neq 0$ , dengan  $i = 1, 2, \dots, K, j = 1, 2, \dots, K$  (memiliki hubungan kausalitas)

$$F = (n - K) \frac{RSS_R - RSS_{UR}}{m(RSS_{UR})} \quad (13)$$

dengan  $RSS_R$  = Residual Sum of Square dari persamaan *restricted*,  $RSS_{UR}$  : Residual Sum of Square dari persamaan *unrestricted*,  $n$  = banyaknya data pengamatan,  $m$  = banyaknya persamaan terestriksi, dan  $K$  = jumlah variabel endogen.  $H_0$  ditolak jika nilai  $F > F_{(\alpha, p, (n-K))}$  atau nilai prob  $< \alpha$  pada distribusi  $\chi^2$  dengan  $p$  sebagai derajat bebas, di mana  $p$  adalah lag optimal.

Analisis *Impulse Respon Function* (IRF) merupakan metode yang digunakan untuk menentukan respon suatu variabel endogen terhadap guncangan (*shock*) variabel tertentu dan berapa lama pengaruh tersebut terjadi. teknik IRF merupakan penelusuran pengaruh guncangan sebesar satu standar deviasi yang dialami oleh satu variabel di dalam sistem terhadap nilai-nilai semua variabel saat ini dan beberapa periode mendatang (Juanda dan Juanidi, 2012). Sedangkan analisis *Forecast Error Decomposition Variance* (FEDV) bertujuan untuk memprediksi kontribusi presentase varian setiap peubah karena adanya perubahan peubah tertentu dalam sistem.

Ketepatan ramalan adalah suatu hal yang mendasar dalam peramalan, yaitu bagaimana mengukur kesesuaian suatu metode peramalan tertentu untuk kumpulan data yang diberikan. MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) menyatakan persentase kesalahan hasil peramalan terhadap data aktual selama periode tertentu yang akan memberikan informasi persentase kesalahan terlalu tinggi atau terlalu rendah. Secara sistematis, MAPE dinyatakan sebagai berikut :

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{x_i - \hat{x}_i}{x_i} \right| \times 100\% \quad (14)$$

dengan  $x_i$  = Nilai aktual pada periode ke- $i$ ,  $\hat{x}_i$  = Nilai hasil peramalan (*forecasting*) pada periode ke- $i$ , dan  $n$  = banyaknya data pengamatan.

### 3. METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data sekunder yang diperoleh dari laman Investing (<https://id.investing.com/>), Bank Indonesia (<https://www.bi.go.id/>), dan Kementerian Perdagangan Republik Indonesia (<https://satudata.kemendag.go.id/>). Data yang digunakan merupakan data bulanan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG), inflasi, suku bunga Bank Indonesia (*BI Rate*), kurs rupiah terhadap dolar Amerika Serikat, harga emas dunia, dan harga minyak mentah dunia periode Januari 2012 sampai dengan Desember 2021.

Pengolahan data dalam penelitian ini menggunakan bantuan *Software* Ms.Excel dan Eviews 10.0. Metode analisis data yang digunakan adalah metode *Vector Error Correction Model* (VECM) dengan tahapan analisis yang dilakukan seperti :

1. Menentukan data runtun waktu yang akan digunakan dalam penelitian.
2. Pengujian stasioneritas data menggunakan Uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF). Jika tidak stasioner maka dilakukan diferensi pada tingkat pertama.
3. Penentuan panjang lag optimal dengan *Akaike Information Criteria* (AIC).
4. Melakukan uji stabilitas model *Vector Autoregressive* (VAR).
5. Melakukan uji kointegrasi Johansen.
6. Mengestimasi parameter model *Vector Error Correction Model* (VECM).

7. Melakukan uji asumsi residual, yaitu uji independensi residual dan uji normalitas multivariat.
8. Melakukan uji kausalitas Granger untuk mengetahui hubungan antar variabel.
9. Melakukan analisis *Impulse Response Function* (IRF) dan analisis *Forecast Error Decomposition Variance* (FEDV), lalu dilanjutkan dengan peramalan untuk 6 periode ke depan.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian stasioneritas data dapat dilakukan menggunakan uji ADF dan diperoleh hasil pengujian dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF)

Variabel Ekonomi	Level		1 <sup>st</sup> Difference	
	<i>t</i> -hitung	prob	<i>t</i> -hitung	prob
IHSG	-2,074754	0,2553	-9,106877	0,0000
Inflasi	-1,168358	0,6862	-4,859550	0,0001
BI Rate	-0,922068	0,7780	-4,802254	0,0001
Kurs	-2,050916	0,2650	-11,82715	0,0000
Harga Emas	-1,471964	0,5443	-9,946154	0,0000
Harga Minyak Mentah	-2,292040	0,1764	-8,765285	0,0000

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa semua variabel ekonomi menerima  $H_0$  karena memiliki prob lebih besar dari  $\alpha = 5\%$ , sehingga data pada level tidak stasioner. Namun metode VECM mengharuskan data stasioner pada tingkat yang sama, maka dilakukan diferensiasi pertama untuk semua variabel ekonomi untuk mencapai stasioneritas.

Lag yang terpilih adalah yang memiliki nilai *Akaike Information Criteria* (AIC) terkecil. Berdasarkan Tabel 2 diperoleh nilai AIC terkecil pada lag ke-2 sehingga model yang akan digunakan adalah VAR(2).

Tabel 2. Nilai *Akaike Information Criteria* (AIC)

Lag	0	1	2	3	4	5
AIC	46,53450	46,59472	46,48508*	46,88266	47,05342	47,34862

Keterangan : tanda (\*) menunjukkan lag optimum yang terpilih

Berdasarkan uji stabilitas VAR dapat diketahui bahwa pada *roots* yang diuji memiliki modulus dengan kisaran 0,026752 sampai dengan 0,660405. Hal ini seluruh *roots* memiliki modulus kurang dari satu. Maka dapat disimpulkan bahwa estimasi stabilitas yang akan digunakan untuk analisis IRF dan FEVD telah stabil.

Untuk melakukan uji kointegrasi Johansen dapat menggunakan dua bentuk uji statistik  $\lambda_{trace}$  dan uji statistik  $\lambda_{max}$ .

Tabel 3. Hasil Uji  $\lambda_{trace}$

i	$\lambda_i$	$\lambda_{trace}$	$\lambda_{tabel}$	prob
0	0,4520	240,9121	83,9371	0,0000
1	0,3978	174,7472	60,0614	0,0000
2	0,3333	118,9648	40,1749	0,0000
3	0,2885	74,3658	24,2759	0,0000
4	0,1822	36,9276	12,3209	0,0000
5	0,1259	14,7979	4,1299	0,0001

Keterangan: Uji statistik  $\lambda_{trace}$  menunjukkan bahawa terdapat 6 persamaan kointegrasi pada taraf 5%.

Tabel 4. Hasil Uji  $\lambda_{max}$ 

i	$\lambda_i$	$\lambda_{max}$	$\lambda_{tabel}$	prob
0	0,4520	66,1650	36,6302	0,0000
1	0,3978	55,7824	30,4396	0,0000
2	0,3333	44,5990	24,1592	0,0000
3	0,2885	37,4382	17,7973	0,0000
4	0,1822	22,1297	11,2248	0,0004
5	0,1259	14,7979	4,1299	0,0001

Keterangan: Uji statistik  $\lambda_{max}$  menunjukkan bahwa terdapat 6 persamaan kointegrasi pada taraf 5%.

Berdasarkan hasil uji kointegrasi Johansen pada Tabel 3 dan Tabel 4, hipotesis nol yang menyatakan bahwa tidak ada kointegrasi ditolak. Sehingga nilai IHSG, inflasi, *BI Rate*, kurs rupiah terhadap dolar Amerika Serikat, harga emas dunia, dan harga minyak dunia memiliki hubungan stabilitas atau keseimbangan pergerakan jangka panjang. Artinya dalam setiap periode jangka pendek seluruh variabel cenderung saling menyesuaikan untuk mencapai keseimbangan jangka panjang. Variabel penelitian terdapat 6 variabel, maka banyaknya kointegrasi maksimal adalah banyak variabel dikurangi satu. Sehingga kointegrasi yang digunakan pada penelitian ini adalah 5 kointegrasi.

Setelah dilakukan uji kointegrasi, disimpulkan terdapat 5 kointegrasi dan menentukan lag optimal diperoleh lag 2 sebagai lag optimum sehingga membuktikan bahwa metode VECM dapat digunakan dan penentuan panjang lag optimum diperoleh model VECM dengan lag 1. Model yang didapatkan adalah VECM(1) dengan membentuk persamaan sebagai berikut:

$$Y_{1,t} = 0,1836Y_{1,t-1} - 42,7625Y_{2,t-1} + 29,5343Y_{3,t-1} + 0,0402Y_{4,t-1} + 0,0497Y_{5,t-1} \\ - 1,3639Y_{6,t-1} - 0,1441Y_{1,t-2} - 34,9961Y_{2,t-2} - 112,6051Y_{3,t-2} \\ - 0,0476Y_{4,t-2} - 0,1281Y_{5,t-2} - 0,2473Y_{6,t-2} + \varepsilon_{1,t}$$

$$Y_{2,t} = 0,1390Y_{2,t-1} + 0,1975Y_{3,t-1} - 0,0002Y_{4,t-1} - 0,0029Y_{5,t-1} - 0,0059Y_{6,t-1} \\ - 0,0001Y_{1,t-2} + 0,1476Y_{2,t-2} + 0,0112Y_{3,t-2} - 0,0001Y_{4,t-5} \\ - 0,0014Y_{5,t-2} - 0,0031Y_{6,t-2} + \varepsilon_{2,t}$$

$$Y_{3,t} = 0,0433Y_{2,t-1} + 0,5613Y_{3,t-1} - 0,0007Y_{5,t-1} - 0,0031Y_{6,t-1} - 0,0280Y_{2,t-1} \\ - 0,2625Y_{3,t-2} - 0,0001Y_{4,t-2} + 0,0010Y_{5,t-1} - 0,0030\Delta Y_{6,t-1} + \varepsilon_{3,t}$$

$$Y_{4,t} = -0,2376Y_{1,t-1} + 74,6785Y_{2,t-1} + 210,4500Y_{3,t-1} - 0,3410Y_{4,t-1} - 0,8010Y_{5,t-1} \\ + 3,1699Y_{6,t-1} - 0,1509Y_{1,t-2} - 52,1156Y_{2,t-2} - 162,8148Y_{3,t-2} \\ + 0,1096Y_{4,t-2} - 0,1305Y_{5,t-2} + 3,8631Y_{6,t-2} + \varepsilon_{4,t}$$

$$Y_{5,t} = -0,0401Y_{1,t-1} + 24,3442Y_{2,t-1} - 66,5484Y_{3,t-1} - 0,0195Y_{4,t-1} + 0,2335Y_{5,t-1} \\ - 0,4129Y_{6,t-1} + 0,1137Y_{1,t-2} + 25,2171Y_{2,t-2} + 17,9751Y_{3,t-2} \\ + 0,0315Y_{4,t-2} - 0,0305Y_{5,t-2} - 0,4616Y_{6,t-2} + \varepsilon_{5,t}$$

$$Y_{6,t} = 0,0045Y_{1,t-1} + 0,0732Y_{2,t-1} + 3,5334Y_{3,t-1} - 0,0081Y_{5,t-1} + 0,1298Y_{6,t-1} \\ + 0,0012Y_{1,t-2} - 0,0943Y_{2,t-2} + 7,6122Y_{3,t-2} + 0,0001Y_{4,t-2} \\ - 0,0031Y_{5,t-2} - 0,0406Y_{6,t-2} + \varepsilon_{6,t}$$

dengan  $Y_{1,t}$  = IHSG,  $Y_{2,t}$  = Inflasi,  $Y_{3,t}$  = *BI Rate*,  $Y_{4,t}$  = kurs rupiah terhadap dolar Amerika Serikat,  $Y_{5,t}$  = harga emas dunia, dan  $Y_{6,t}$  = harga minyak mentah dunia. Parameter yang tidak signifikan seharusnya tidak dimasukkan dalam persamaan model, namun untuk mengetahui ramalan dari model VECM maka semua parameter akan dimasukkan ke dalam

model. Kostenko dan Hydman (2008) dalam Rani (2013) menjelaskan apabila variabel saling berkaitan maka variabel yang tidak signifikan dapat digunakan sehingga model VECM parameter yang tidak signifikan akan tetap digunakan untuk melakukan peramalan.

Pengujian independensi residual model VECM dilakukan menggunakan uji Portmanteau dengan hasil pengujian independensi residual dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Independensi Residual dengan Uji Portmanteau.

Lag	Q-Stat	prob	Keputusan
1	5,5626	-	-
2	18,8203	0,9992	H <sub>0</sub> diterima
3	59,1342	0,9450	H <sub>0</sub> diterima
4	92,1208	0,9343	H <sub>0</sub> diterima
5	126,7894	0,9158	H <sub>0</sub> diterima
6	161,3128	0,9043	H <sub>0</sub> diterima
7	187,6001	0,9548	H <sub>0</sub> diterima
8	229,4632	0,8991	H <sub>0</sub> diterima
9	264,5440	0,8907	H <sub>0</sub> diterima
10	292,6535	0,9314	H <sub>0</sub> diterima

Berdasarkan hasil pengujian independensi residual, semua lag menerima H<sub>0</sub> karena memiliki nilai prob lebih dari  $\alpha=5\%$ . Hal ini dapat disimpulkan tidak terdapat korelasi residual antar lag pada model yang terbentuk atau dikatakan bahwa data residual memenuhi asumsi independen.

Tabel 6. Hasil Pengujian Uji Normalitas Residual

Model	Jarque-Bera	$\chi^2_{(\alpha;2)}$	prob
IHSG	11,4194	5,99	0,0033
Inflasi	89,7462	5,99	0,0000
BI Rate	930,9905	5,99	0,0000
Kurs	13,9285	5,99	0,0009
Emas	2,2840	5,99	0,3192
Minyak	0,1790	5,99	0,9144

Hasil uji normalitas residual secara formal dapat dilihat pada Tabel 6. Pada taraf signifikansi 5%, diketahui semua variabel ekonomi menolak H<sub>0</sub> sehingga residual dari model VECM(1) tidak berdistribusi normal multivariat. Menurut Rosadi (2011), jika asumsi normalitas tidak terpenuhi tetap dapat melakukan pemodelan VECM sehingga asumsi normalitas data dapat diabaikan.

Uji kausalitas Granger dilakukan untuk melihat hubungan timbal balik antara variabel yang terlibat. Hasil uji kausalitas granger yang disajikan pada Tabel 7 diketahui tidak terdapat kausalitas maupun memiliki kausalitas satu arah antar variabel ekonomi.

Berdasarkan analisis *Impulse Respon Function* (IRF) dan *Forecast Error Decomposition Variance* (FEDV), respon positif maupun negatif dari variabel-variabel ekonomi terhadap guncangan yang berasal dari diri sendiri cukup signifikan. Variabel-variabel ekonomi dalam jangka panjang saling mempengaruhi satu sama lain secara signifikan. Setelah pengujian asumsi untuk model VECM terpenuhi maka dilakukan perhitungan nilai MAPE untuk mengevaluasi ketepatan metode prediksi yang hasilnya disajikan pada Tabel 8.



Tabel 7. Hasil Uji Kausalitas Granger

Hipotesis	prob	Keputusan	Kesimpulan
Variabel Inflasi terhadap variabel IHSG	0,0687	H <sub>0</sub> diterima	Independen
Variabel IHSG terhadap variabel Inflasi	0,8254	H <sub>0</sub> diterima	
Variabel <i>BI Rate</i> dengan variabel IHSG	0,2887	H <sub>0</sub> diterima	Independen
Variabel IHSG dengan variabel <i>BI Rate</i>	0,8055	H <sub>0</sub> diterima	
Variabel Kurs dengan variabel IHSG	0,1269	H <sub>0</sub> diterima	Kausalitas satu arah
Variabel IHSG dengan variabel Kurs	0,0167	H <sub>0</sub> ditolak	
Variabel Emas dengan variabel IHSG	0,6068	H <sub>0</sub> diterima	Independen
Variabel IHSG dengan variabel Emas	0,7778	H <sub>0</sub> diterima	
Variabel Minyak dengan variabel IHSG	0,2694	H <sub>0</sub> diterima	Independen
Variabel IHSG dengan variabel Minyak	0,8345	H <sub>0</sub> diterima	
Variabel <i>BI Rate</i> dengan variabel Inflasi	0,7047	H <sub>0</sub> diterima	Kausalitas satu arah
Variabel Inflasi dengan variabel <i>BI Rate</i>	0,0000	H <sub>0</sub> ditolak	
Variabel Kurs dengan variabel Inflasi	0,0032	H <sub>0</sub> ditolak	Kausalitas satu arah
Variabel Inflasi dengan variabel Kurs	0,6458	H <sub>0</sub> diterima	
Variabel Emas dengan variabel Inflasi	0,2625	H <sub>0</sub> diterima	Independen
Variabel Inflasi dengan variabel Emas	0,0665	H <sub>0</sub> diterima	
Variabel Minyak dengan variabel Inflasi	0,0180	H <sub>0</sub> ditolak	Kausalitas satu arah
Variabel Inflasi dengan variabel Minyak	0,6322	H <sub>0</sub> diterima	
Variabel Kurs dengan variabel <i>BI Rate</i>	0,0878	H <sub>0</sub> diterima	Independen
Variabel <i>BI Rate</i> dengan variabel Kurs	0,8817	H <sub>0</sub> diterima	
Variabel Emas dengan variabel <i>BI Rate</i>	0,0514	H <sub>0</sub> diterima	Independen
Variabel <i>BI Rate</i> dengan variabel Emas	0,1713	H <sub>0</sub> diterima	
Variabel Minyak dengan variabel <i>BI Rate</i>	0,0000	H <sub>0</sub> ditolak	Kausalitas satu arah
Variabel <i>BI Rate</i> dengan variabel Minyak	0,0496	H <sub>0</sub> diterima	
Variabel Emas dengan variabel Kurs	0,7135	H <sub>0</sub> diterima	Kausalitas satu arah
Variabel Kurs dengan variabel Emas	0,0392	H <sub>0</sub> ditolak	
Variabel Minyak dengan variabel Kurs	0,6716	H <sub>0</sub> diterima	Independen
Variabel Kurs dengan variabel Minyak	0,0926	H <sub>0</sub> diterima	
Variabel Minyak dengan variabel Emas	0,0203	H <sub>0</sub> ditolak	Kausalitas satu arah
Variabel Emas dengan variabel Minyak	0,0935	H <sub>0</sub> diterima	

Berdasarkan Tabel 8 dapat disimpulkan bahwa akurasi untuk model IHSG, inflasi, *BI Rate*, kurs rupiah terhadap dolar Amerika Serikat, harga emas dunia, dan harga minyak mentah dunia adalah kategori sangat baik karena nilai MAPE berada kurang dari 10%, nilai MAPE menunjukkan kemampuan model juga sangat baik dalam memprediksikan data. Sedangkan hasil prediksi untuk 6 bulan ke depan disajikan pada Tabel 9.

Tabel 8. Nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

Model	Nilai MAPE
IHSG	5,56%
Inflasi	7,95%
<i>BI Rate</i>	7,72%
Kurs	1,87%
Harga Emas Dunia	3,43%
Harga Minyak Mentah Dunia	6,70%

Tabel 9. Hasil Prediksi Bulan Januari – Juni 2022

Bulan	Hasil Prediksi					
	IHSG	Inflasi	BI Rate	Kurs	Emas	Minyak
Januari 2022	6.062,37	2,06	4,07	14.725	1.685,45	75,11
Februari 2022	6.080,17	2,16	4,16	14.764	1.669,83	74,88
Maret 2022	6.098,05	2,25	4,24	14.803	1.654,38	74,67
April 2022	6.116,15	2,34	4,32	14.841	1.638,80	74,45
Mei 2022	6.134,15	2,43	4,41	14.879	1.623,30	74,23
Juni 2022	6.152,10	2,52	4,49	14.917	1.607,83	74,01

## 5. KESIMPULAN

Pada uji stasioneritas data pada seluruh variabel ekonomi diketahui memenuhi stasioneritas data pada diferensiasi pertama. Lag optimal yang terpilih yaitu lag 2 sehingga model yang akan digunakan adalah VECM(1) serta sistem VAR yang dihasilkan memiliki modulus kurang dari satu sehingga VAR telah stabil. Uji kointegrasi menunjukkan adanya 5 kointegrasi, maka setiap periode jangka pendek antar variabel ekonomi secara simultan dan cenderung saling menyesuaikan untuk mencapai keseimbangan jangka panjang. Nilai MAPE pada evaluasi akurasi model berkisar di bawah 10% yang artinya kinerja model sangat baik, sehingga dapat dilakukan peramalan untuk 6 bulan ke depan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andre, M. dan Nasrudin. 2019. *Analisis Dampak Guncangan Harga Minyak Mentah terhadap Makroekonomi Indonesia: Aplikasi Vector Error Correction Mechanism*. Media Statistika Vol.12, No.1: Hal 13-25.
- Asari, F.F.A.H., Baharuddin, N.S., Jusoh, N., Mohamad, Z., Shamsudin, N., dan Jusoff, K. 2011. *A Vector Error Correction Model (VECM) Approach in Explaining the Relationship Between Interest Rate and Inflation Towards Exchange Rate Volatility in Malaysia*. World Applied Sciences Journal Vol.12, No.-: Hal.49-56.
- Chatterjee, S. dan Hadi, A.S. 2006. *Regression Analysis by Example Fourth Edition*. New Jersey. John Wiley & Sons, Inc.
- Hawari, R. dan Kartiasih, F. 2016. *Kajian Aktivitas Ekonomi Luar Negeri Indonesia terhadap Pertumbuhan Ekonomi Indonesia Periode 1998-2014*. Media Statistika Vol.9, No.2: Hal 119-132.
- Juanda, B. dan Junaidi. 2012. *Ekonometrika Deret Waktu*. Bogor. IPB Press.
- Lutkepohl, H. 2005. *New Introduction To Multiple Time Series Analysis*. Berlin. Springer.
- Lutkepohl, H. dan Kratzig, M. 2004. *Applied Time Series Econometrics*. New York. Cambridge University Press.
- Nugroho, W.S., Nugroho, S. dan Rizal, J. 2016. *Analisis Indeks Harga Saham Gabungan dengan Pendekatan Vector Error Correction Model (VECM) (Studi Kasus: Data IHSG Periode Juli 2005 s/d Maret 2016)*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Bengkulu.
- Rani, S.A.P. 2013. *Pemodelan Generalized Space Time Autoregressive (Gstar(P1)) (Studi kasus: Data Angka Kesakitan Penyakit ISPA di Kota Malang)*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya.

- Rosadi, D. 2011. *Ekonometrika & Analisis Runtun Waktu Terapan dengan Eviews*. Yogyakarta. ANDI Yogyakarta.
- Samantha, K., Tarno, Rahmawati, R. 2021. *Analisis Integrasi Spasial Pasar Cabai Merah Keriting di Jawa Tengah dengan Metode Vector Error Correction Model*. *Jurnal Gaussian*, Vol. 10, No. 2 : Hal. 190-199.
- Sinay, L.J. 2014. *Pendekatan Vector Error Correction Model Untuk Analisis Hubungan Inflasi, BI Rate Dan Kurs Dolar Amerika Serikat*. *Jurnal Berekeng* Vol. 8, No. 1 : Hal. 9-18.
- Warsono, Russel, E., Putri, A.R., Wamiliana, Widiarti, Usman, M. 2020. *Dynamic Modeling Using Vector Error-correction Model: Studying the Relationship among Data Share Price of Energy PGAS Malaysia, AKRA, Indonesia, and PTT PCL-Thailand*. *International Journal of Energy Economics and Policy* Vol. 10, No. 2, Hal. 360-373.
- Yanuar, A.Y. 2013. *Dampak Variabel Internal dan Eksternal Terhadap Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) di Indonesia*. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa FEB Universitas Brawijaya* Vol. 1, No. 2 : Hal.-