



PERBANDINGAN MODEL ECM ENGLE–GRANGER, VECM, DAN VAR DALAM ANALISIS FAKTOR MAKROEKONOMI TERHADAP EKSPOR NONMIGAS INDONESIA

MOHAMMAD TAQI FABWAZ NABILI* DAN FERY WIDHIATMOKO

Departemen Matematika, Fakultas Matematika dan IPA, Universitas Brawijaya, Malang

*Penulis korespondensi: taqitapki123@gmail.com

ABSTRAK

Ekspor nonmigas merupakan salah satu penopang penting perekonomian Indonesia karena kontribusinya terhadap perolehan devisa dan pengembangan sektor industri. Kinerjanya sangat berkaitan dengan kondisi makroekonomi, khususnya inflasi, dinamika nilai tukar, dan cadangan devisa. Penelitian ini menganalisis hubungan antarvariabel tersebut dengan menggunakan ECM Engle–Granger, VAR, dan VECM berdasarkan data bulanan periode Januari 2021 hingga Mei 2025. Hasil estimasi ECM menunjukkan bahwa inflasi dan cadangan devisa memiliki pengaruh signifikan yang positif terhadap ekspor nonmigas, sedangkan nilai tukar tidak berpengaruh secara signifikan. *Error correction term* signifikan menunjukkan adanya keseimbangan jangka panjang. Analisis VAR mengindikasikan bahwa inflasi memengaruhi ekspor, cadangan devisa, dan nilai tukar, sementara cadangan devisa serta nilai tukar terutama dipengaruhi oleh nilai masa lalunya. Selanjutnya, hasil VECM menunjukkan bahwa dalam jangka pendek ekspor nonmigas dipengaruhi signifikan oleh cadangan devisa, sedangkan dalam jangka panjang seluruh variabel makroekonomi berpengaruh signifikan. Berdasarkan hasil perbandingan, ECM Engle–Granger merupakan model terbaik karena memberikan estimasi yang stabil dan memiliki nilai AIC terendah dibanding VAR dan VECM.

Kata kunci: ECM Engle–Granger, ekspor nonmigas, VAR, VECM.

ABSTRACT

Non-oil and gas exports are an important pillar of Indonesia's economy due to their contribution to foreign exchange earnings and industrial development. Their performance is closely linked to macroeconomic conditions, particularly inflation, exchange rate dynamics, and foreign exchange reserves. This study examines the relationship between these variables using the ECM Engle–Granger, VAR, and VECM with monthly data from January 2021 to May 2025. The ECM results indicate that inflation and foreign exchange reserves have a positive and significant effect on non-oil and gas exports, while the exchange rate is not significant. A significant error correction term confirms the existence of long-run equilibrium. The VAR analysis shows that inflation influences exports, foreign exchange reserves, and exchange rates, whereas foreign exchange reserves and exchange rates are mainly driven by their own past values. Furthermore, the VECM results reveal that foreign exchange reserves significantly affect exports in the short run, while in the long run all macroeconomic variables have a significant influence. Overall, the ECM Engle–Granger, VAR, and VECM models are considered suitable and meet the requirements of the AIC.

Keywords: ECM Engle–Granger, non-oil and gas exports, VAR, VECM.

2020 Mathematics Subject Classification: 62M10, 62P20, 91B84

Diterima: 13-03-2026, dimuat: 11-04-2026.

1. Pendahuluan

Makroekonomi merupakan cabang ilmu ekonomi yang mempelajari kinerja perekonomian secara agregat dan dinamika ekonomi yang berdampak luas terhadap masyarakat, dunia usaha, serta berbagai pasar [1]. Salah satu kegiatan penting dalam makroekonomi adalah perdagangan internasional yang memungkinkan berbagai negara saling bertukar sumber daya, jasa, dan barang, serta berperan besar dalam mendorong pertumbuhan ekonomi untuk menguatkan taraf hidup masyarakat. Salah satu bentuk perdagangan internasional adalah ekspor yang bertujuan memperluas akses pasar global bagi produk lokal, membuka peluang kerja, dan mendorong perkembangan sektor industri domestik [2]. Hal ini tercermin dari data Direktorat Jenderal Strategi Ekonomi dan Fiskal yang menunjukkan bahwa kinerja ekspor Indonesia pada tahun 2024 mengalami peningkatan nilai ekspor hingga USD 264,70 miliar. Nilai ini naik 2,29% dibandingkan tahun sebelumnya dengan disertai kenaikan volume ekspor sebesar 5,37% secara tahunan yang ditopang oleh ekspor nonmigas dari sektor industri pengolahan dengan kontribusi terbesar sebesar 74,25% terhadap total ekspor Indonesia pada tahun 2024 [3].

Hasil kinerja ekspor nonmigas ini dipengaruhi oleh berbagai faktor makroekonomi seperti inflasi, kurs rupiah, dan cadangan devisa. Inflasi cenderung berdampak positif terhadap perdagangan internasional karena kenaikan harga barang dalam negeri dapat meningkatkan nilai ekspor. Sebaliknya, nilai tukar rupiah memiliki pengaruh negatif terhadap ekspor. Depresiasi rupiah memang mendorong ekspor, tetapi pengaruhnya tidak signifikan akibat ketergantungan pada impor bahan baku. Sementara itu, cadangan devisa yang meningkat dari surplus perdagangan mencerminkan kemampuan menjaga stabilitas eksternal. Stabilitas ini pada gilirannya mendukung pertumbuhan ekspor nonmigas. Dengan demikian, fluktuasi ketiga faktor tersebut menentukan keunggulan kompetitif ekspor Indonesia dalam pasar global [4].

Untuk mengkaji pengaruh beberapa faktor tersebut terhadap ekspor nonmigas, dapat digunakan pendekatan ekonometrika seperti ECM Engle–Granger, VECM, dan VAR. Penelitian Silalahi dkk. [5] menggunakan ECM untuk mengkaji efek perubahan kurs rupiah dan laju inflasi terhadap ekspor Indonesia pada tahun 2013–2022. Hasilnya menunjukkan adanya kointegrasi, sehingga model ECM valid digunakan. Untuk jangka pendek, kurs rupiah dan inflasi berpengaruh secara positif terhadap ekspor sedangkan untuk jangka panjang, kurs rupiah tetap signifikan secara positif. Pada saat yang sama, pengaruh inflasi cenderung positif, tetapi tidak memberikan dampak yang signifikan secara statistik. Hasil ini menegaskan bahwa kurs dan inflasi berperan penting dalam dinamika ekspor Indonesia.

Metode ekonometrika lainnya adalah metode *Vector Autoregressive* (VAR) digunakan untuk melihat keterkaitan dinamis antarvariabel makroekonomi dan ekspor. Penelitian Febrianti dkk. [6] menekankan adanya hubungan erat antara ekspor dan cadangan devisa. Ekspor mampu meningkatkan cadangan devisa melalui penerimaan hasil perdagangan. Sementara itu, cadangan devisa yang memadai dapat menjaga stabilitas nilai tukar dan mendukung aktivitas ekspor. Selanjutnya, studi Khairani dan Sitompul [7] mengindikasikan adanya pengaruh signifikan kurs rupiah terhadap ekspor, meskipun nilai kontribusinya relatif rendah. Selain itu, ekspor juga terbukti memengaruhi kurs, sehingga terdapat hubungan timbal balik. Selain itu, Uli [8] menyatakan bahwa inflasi dan ekspor saling memengaruhi dalam jangka waktu Januari 2020–Juni 2024. Kenaikan inflasi periode sebelumnya dapat berdampak pada kinerja ekspor. Sebaliknya, peningkatan ekspor dapat menekan inflasi melalui mekanisme cadangan devisa dan stabilitas harga. Namun, pengaruh inflasi terhadap ekspor lebih dominan dibandingkan arah sebaliknya.

Metode lain yang dapat digunakan adalah *Vector Error Correction Model* (VECM). Valentika dkk. [9] menggunakan pendekatan VECM untuk menunjukkan bahwa inflasi serta kurs rupiah memiliki keterkaitan jangka panjang terhadap ekspor. Tingkat inflasi yang tinggi da-

pat menurunkan kemampuan saing produk domestik di pasar internasional, sehingga berpotensi menurunkan kinerja ekspor. Sebaliknya, stabilitas inflasi yang terkendali mendukung daya saing ekspor. Sementara itu, nilai tukar rupiah berperan penting karena depresiasi rupiah cenderung mendorong ekspor dengan membuat harga produk domestik relatif lebih rendah di pasar internasional.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Uji Stasioneritas

Stasioneritas adalah konsep dasar analisis deret waktu yang menuntut agar sifat statistik data tetap konstan. Data ekonomi dan keuangan seringkali tidak stasioner akibat tren atau *unit root* sehingga perlu diuji dan ditransformasi sebelum pemodelan. Keberadaan *unit root* pada deret waktu umumnya diuji menggunakan pendekatan Augmented Dickey–Fuller (ADF). Secara umum, model ADF dirumuskan sebagai berikut:

$$\Delta y_t = \alpha y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta y_{t-i} + x_t' \delta + \varepsilon_t, \quad (1)$$

dengan Δy_t adalah beda pertama variabel, y_{t-1} adalah nilai level dari lag, x_t dapat berupa konstanta dan/atau tren, serta ε_t merupakan error term. Penambahan lag dari Δy_t bertujuan untuk menghilangkan autokorelasi pada residual sehingga uji tetap valid. Sementara itu, uji ini menggunakan statistik t sebagai dasar penentuan keberadaan *unit root*, yaitu:

$$t_\alpha = \frac{\hat{\alpha}}{se(\hat{\alpha})}, \quad (2)$$

dengan $\hat{\alpha}$ merupakan estimasi koefisien dan $se(\hat{\alpha})$ adalah standar error. Hipotesis dalam uji ADF dirumuskan sebagai berikut:

$$H_0 : \alpha = 0 \quad (\text{data bersifat tidak stasioner terhadap rata-rata})$$

$$H_1 : \alpha < 0 \quad (\text{data bersifat stasioner terhadap rata-rata})$$

Penolakan hipotesis nol terjadi ketika statistik uji lebih kecil dibandingkan nilai kritis, sehingga menunjukkan bahwa deret waktu telah stasioner. Namun, apabila statistik uji lebih besar dibandingkan nilai kritis, maka hipotesis nol gagal ditolak dan deret waktu dinyatakan tidak stasioner [10].

2.2. Uji Kointegrasi

Kointegrasi adalah kondisi adanya hubungan jangka panjang antarvariabel ketika semua variabel tersebut nonstasioner secara individual, tetapi kombinasi linear di antaranya bersifat stasioner [11]. Kointegrasi merupakan salah satu cara untuk menghindari permasalahan *spurious regression* yang sering muncul pada regresi yang melibatkan deret waktu tidak stasioner. Untuk menguji kointegrasi, umumnya digunakan uji Johansen dengan menggunakan statistik *likelihood ratio* (LR), yang salah satunya adalah statistik *trace*, yang dirumuskan sebagai berikut:

$$LR_{\text{trace}}(r) = -T \sum_{i=r+1}^k \ln(1 - \lambda_i), \quad (3)$$

dengan T menyatakan jumlah observasi, k jumlah variabel endogen, dan λ_i merupakan nilai eigen yang diperoleh dari prosedur Johansen. Hipotesis nol menyatakan bahwa terdapat paling banyak r vektor kointegrasi, sedangkan hipotesis alternatif menyatakan adanya lebih dari r hubungan kointegrasi. Hipotesis nol dinyatakan ditolak ketika nilai statistik *trace* melebihi nilai kritis, sehingga disimpulkan adanya hubungan kointegrasi antarvariabel [12].

2.3. Uji Lag Optimal

Penentuan *lag* optimal bertujuan untuk menentukan panjang *lag* yang digunakan pada proses estimasi model VAR. Ketepatan pemilihan *lag* menjadi aspek penting karena penggunaan *lag* yang terlalu panjang maupun terlalu pendek dapat menyebabkan spesifikasi model menjadi kurang akurat. Untuk menentukan *lag* optimal, beberapa kriteria informasi yang umum digunakan meliputi *Hannan-Quinn Information Criterion* (HQ), *Schwarz Information Criterion* (SIC), dan *Akaike Information Criterion* (AIC). *Lag* terbaik ditentukan dengan memilih nilai minimum di antara berbagai *lag* yang diuji. Secara matematis, nilai AIC, SIC, dan HQ dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut [11]:

$$HQ = -2 \left(\frac{1}{T} \right) + 2k \log \left(\frac{\log(T)}{T} \right) \quad (4)$$

$$SIC = -2 \left(\frac{1}{T} \right) + k \frac{\log(T)}{T} \quad (5)$$

$$AIC = -2 \left(\frac{1}{T} \right) + 2(k + T) \quad (6)$$

2.4. Model ECM (*Error Correction Model*) Engle–Granger

Regresi semu (*spurious regression*) sering terjadi pada regresi deret waktu tidak stasioner. Regresi ini memiliki hubungan statistik yang signifikan meskipun antarvariabel tidak memiliki keterkaitan ekonomi yang nyata. Granger dan Newbold (1974) mengemukakan bahwa regresi yang dilakukan pada variabel-variabel independen yang memiliki tren dapat menghasilkan kesimpulan statistik yang menyesatkan [13]. Untuk mengatasi permasalahan ini, Engle dan Granger (1987) memperkenalkan konsep kointegrasi, yang menyatakan bahwa regresi dalam level hanya bermakna apabila variabel-variabel tersebut menunjukkan keterkaitan yang stabil pada jangka panjang [13].

Apabila semua variabel terkointegrasi, maka dinamika jangka pendek dan jangka panjang dapat dimodelkan secara simultan menggunakan *Error Correction Model* (ECM). Secara umum, bentuk ECM dinotasikan sebagai:

$$\Delta y_t = \alpha_0 + \gamma \Delta x_t + \beta ECT_{t-1} + \varepsilon_t \quad (7)$$

dengan

$$ECT_{t-1} = y_{t-1} - \alpha - \beta x_{t-1}. \quad (8)$$

Koefisien β menyatakan kecepatan penyesuaian menuju keseimbangan jangka panjang setelah terjadi penyimpangan pada periode sebelumnya. Dengan demikian, ECM memungkinkan analisis dinamika jangka pendek sekaligus mekanisme koreksi menuju hubungan jangka panjang antarvariabel [13].

2.5. Model VAR (*Vector Autoregressive*)

VAR adalah pendekatan ekonometrika yang biasa digunakan untuk mengkaji interaksi dinamis antar beberapa variabel yang berkembang sepanjang waktu. Model ini memungkinkan peramalan nilai variabel pada periode mendatang sekaligus menganalisis keterkaitan antarvariabel dalam jangka pendek maupun jangka panjang. VAR dapat dipandang sebagai pengembangan dari model regresi berganda yang diterapkan pada data *time series*. Selain itu, VAR digunakan untuk mempelajari dinamika sistem multivariat serta mengevaluasi efek suatu *shock* terhadap keseluruhan sistem [14]. VAR merupakan sistem persamaan simultan yang menjelaskan variabel endogen berdasarkan *lag* variabel itu sendiri serta *lag* variabel bebas lainnya. Secara umum,

VAR dapat dirumuskan sebagai berikut [7]:

$$\mathbf{Y}_t = \mathbf{Y}_0 + \mathbf{A}_1\mathbf{Y}_{t-1} + \mathbf{A}_2\mathbf{Y}_{t-2} + \cdots + \mathbf{A}_p\mathbf{Y}_{t-p} + \mathbf{e}_t, \quad (9)$$

dengan \mathbf{Y}_t merupakan vektor berordo $n \times 1$, \mathbf{Y}_0 merupakan vektor konstanta berordo $n \times 1$, \mathbf{A}_t merupakan vektor koefisien berordo $n \times n$, dan \mathbf{e}_t merupakan vektor *error* berordo $n \times 1$.

2.6. Model VECM (*Vector Error Correction Model*)

VECM adalah suatu pendekatan ekonometrika yang digunakan dalam analisis dinamika penyesuaian jangka pendek suatu variabel dan kondisi keseimbangan jangka panjang, khususnya ketika terjadi *shock* atau guncangan yang bersifat permanen dalam sistem. Model ini menyediakan mekanisme analitis yang sistematis untuk menguraikan dinamika jangka panjang dan jangka pendek dalam suatu proses pembentukan data. Oleh karena itu, VECM berbeda dari VAR karena dirancang khusus untuk menganalisis data time series yang tidak stasioner tetapi saling berkointegrasi. Apabila variabel-variabel dalam sistem VAR terbukti saling terkointegrasi, maka model VAR dalam level secara teoritis tetap dapat digunakan. Namun, model tersebut tidak secara eksplisit menangkap hubungan jangka panjang antarvariabel. Oleh sebab itu, model VECM juga disebut sebagai bentuk VAR terestriksi (*restricted VAR*). Model umum VECM dapat dinyatakan sebagai berikut [11]:

$$\Delta Y_t = \phi_1 + \delta_1 t + \lambda_1 e_{t-1} + \gamma_{11} \Delta Y_{t-1} + \cdots + \gamma_{1p} \Delta Y_{t-p} + \omega_{11} \Delta X_{t-1} + \cdots + \omega_{1q} \Delta X_{t-q} + \varepsilon_{1t} \quad (10)$$

dan

$$\Delta X_t = \phi_2 + \delta_2 t + \lambda_2 e_{t-1} + \gamma_{21} \Delta X_{t-1} + \cdots + \gamma_{2p} \Delta X_{t-p} + \omega_{21} \Delta Y_{t-1} + \cdots + \omega_{2q} \Delta Y_{t-q} + \varepsilon_{2t} \quad (11)$$

dengan

$$e_{t-1} = Y_{t-1} - \alpha - \beta X_{t-1}. \quad (12)$$

2.7. Akaike Information Criterion

Analisis hubungan antarvariabel dilakukan menggunakan beberapa model ekonometrika berbasis deret waktu. *Akaike Information Criterion* (AIC) merupakan alat seleksi model untuk mengidentifikasi bentuk model yang paling akurat dengan struktur variabel pengamatan. Perhitungan AIC dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$AIC = 2K - 2 \ln(L) \quad (13)$$

dengan K menyatakan jumlah variabel bebas dan L adalah *log-likelihood* dari estimator. Model akan dianggap semakin baik jika memiliki nilai AIC yang makin kecil [15].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Uji Stasioneritas

Pengujian kestasioneran pada nilai rata-rata dilakukan dengan menerapkan uji ADF. Suatu variabel dinyatakan stasioner dalam rata-rata apabila nilai probabilitas (*p-value*) lebih kecil dibandingkan taraf signifikansi yang ditetapkan. Jika variabel tidak memenuhi stasioneritas pada tingkat level, maka dilakukan proses *differencing* untuk mengatasi sifat nonstasioner tersebut. Hasil pengujian stasioneritas pada nilai rata-rata berdasarkan uji ADF ditampilkan sebagai berikut:

Berdasarkan Tabel 1 dapat diperoleh bahwa seluruh variabel, yaitu nilai tukar, inflasi, cadangan devisa, dan ekspor nonmigas, tidak stasioner terhadap rata-rata pada tingkat level. Kondisi ini ditunjukkan oleh nilai probabilitas (*p-value*) yang lebih besar daripada taraf signifikansi sebesar 0,05. Namun, setelah dilakukan diferensiasi pertama, keempat variabel menjadi stasioner terhadap rata-rata yang ditunjukkan oleh nilai dari *p-value* yang kurang dari 0,05. Oleh karena itu, seluruh variabel terkategori sebagai terintegrasi orde satu atau stasioner terhadap rata-rata pada diferensiasi pertama. Hasil ini mengindikasikan semua bahwa variabel dapat digunakan untuk mengestimasi ketiga model.

Tabel 1. Nilai $p - value$ dari Uji ADF

Variabel	p -value Tingkat Level	p -value Diferensiasi Pertama
Inflasi	0,2862	0,0113
Nilai tukar rupiah	0,3927	0,01
Cadangan devisa	0,4861	0,01
Ekspor Nonmigas	0,5134	0,01

3.2. Uji Kointegrasi

Pendekatan Johansen digunakan untuk menguji kointegrasi variabel-variabel penelitian, yaitu dengan melakukan perbandingan nilai *trace statistic* terhadap nilai kritis. Jika *trace statistic* melebihi nilai kritis, maka variabel-variabel yang dianalisis saling berkointegrasi. Berikut adalah hasil uji Johansen:

Tabel 2. Hasil Uji Kointegrasi Johansen

H_0	Trace Statistic	Nilai Kritis
$r = 0$	64,56	53,12
$r \leq 1$	32,68	34,91
$r \leq 2$	15,38	19,96
$r \leq 3$	3,48	9,24

Berdasarkan uji trace pada Tabel 2, pada hipotesis $H_0 : r = 0$, diperoleh nilai *trace statistic* yaitu 64,56, lebih besar dari nilai kritis yaitu 53,12, sehingga H_0 ditolak dan dapat diindikasikan bahwa terdapat paling sedikit satu vektor kointegrasi dalam model. Sementara itu, untuk hipotesis $H_0 : r \leq 1$, nilai *trace statistic* (32,68) kurang dari nilai kritis (34,91), maka H_0 diterima. Dengan demikian, hasil uji *trace* menunjukkan terdapat tepat satu hubungan kointegrasi.

3.3. Estimasi Model ECM Engle–Granger

ECM Engle–Granger diestimasi untuk menangkap dinamika jangka pendek dan jangka panjang antara variabel-variabel penelitian. Estimasi model dapat dilakukan jika semua variabel sudah terintegrasi pada orde satu dan model memiliki satu kointegrasi. Pertama, perlu diuji keberadaan hubungan jangka panjang antarvariabel. Estimasi persamaan kointegrasi menggunakan metode *Ordinary Least Squares* (OLS) diterapkan untuk mengidentifikasi hubungan jangka panjang antara ekspor nonmigas, nilai tukar rupiah, inflasi, dan cadangan devisa. Hasil estimasi persamaan kointegrasi ditampilkan sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Estimasi Persamaan Kointegrasi

Parameter	Penduga	Statistik Uji	$p - value$	Signifikansi
β_0 (Intersep)	-3975,0	-0,565	0,57469	Tidak signifikan
β_1 (Nilai tukar rupiah)	0,0143	0,264	0,79270	Tidak signifikan
β_2 (Inflasi)	1396,0	5,660	0,00000078	Signifikan
β_3 (Cadangan devisa)	158,7	3,294	0,00184	Signifikan

Berdasarkan hasil estimasi pada Tabel 3, dapat dibentuk persamaan sebagai berikut:

$$\widehat{EksporNonmigas}_t = -3975,0 + 0,0143 NTR_t + 1396,0 INF_t + 158,7 CAD_t + e_t \quad (14)$$

Berdasarkan persamaan (14), konstanta bernilai negatif (-3975,0) artinya tidak memiliki makna ekonomi langsung dan hanya merepresentasikan titik potong regresi. Koefisien nilai tukar rupiah sebesar 0,0143 menunjukkan bahwa pelemahan rupiah cenderung meningkatkan ekspor nonmigas dan mengindikasikan peningkatan daya saing di pasar internasional. Inflasi berpengaruh positif terhadap ekspor nonmigas dengan koefisien 1396,0 yang mencerminkan peningkatan aktivitas produksi dan perdagangan seiring kenaikan harga domestik. Sementara itu, cadangan devisa memiliki pengaruh positif dengan koefisien 158,7 menunjukkan bahwa meningkatnya cadangan devisa memperkuat kemampuan ekonomi dalam mendukung kegiatan ekspor melalui stabilitas dan ketersediaan pembiayaan perdagangan.

Tahapan estimasi ECM dilaksanakan setelah hubungan jangka panjang antarvariabel teridentifikasi melalui uji kointegrasi Johansen. Galat dari persamaan (14) digunakan sebagai *error correction term* (ECT). Hasil estimasi menggunakan model ECM Engle-Granger ditampilkan sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Estimasi Model ECM Engle-Granger

Variabel	Koefisien	<i>p</i> - value	Signifikansi
Intersep	113,98	0,6527	Tidak signifikan
ΔNTR	0,049	0,2327	Tidak signifikan
ΔINF	862,89	0,0032	Signifikan
ΔCAD	95,09	0,2627	Tidak signifikan
ECT_t	-0,632	< 0,001	Signifikan

Hasil estimasi model ECM Engle-Granger pada Tabel 4 dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$\widehat{\Delta Y}_t = 113,98 + 0,049\Delta NTR_t + 862,89\Delta INF_t + 95,09\Delta CAD_t - 0,632ECT_t + e_t \quad (15)$$

Persamaan (15) menggambarkan hubungan jangka pendek antara perubahan variabel-variabel independen terhadap perubahan ekspor nonmigas serta mencakup *error correction term* (ECT) sebagai mekanisme penyesuaian jangka panjang. Hasil estimasi menunjukkan bahwa perubahan masing-masing variabel independen berpengaruh positif terhadap perubahan ekspor nonmigas yang mengindikasikan bahwa depresiasi rupiah, kenaikan inflasi, dan peningkatan cadangan devisa mendorong ekspor dalam jangka pendek. Koefisien ECT sebesar -0,632 menegaskan adanya mekanisme koreksi kesalahan sekitar 63,2% ketidakseimbangan jangka panjang periode sebelumnya dikoreksi kembali pada periode berjalan. Secara keseluruhan, model menangkap dinamika hubungan jangka pendek dan menjaga kestabilan keseimbangan jangka panjang antarvariabel.

3.4. Estimasi Model VAR

Model VAR diterapkan pada data yang telah bersifat stasioner, sehingga tidak terdapat pemisahan variabel dependen dan independen karena seluruh variabel dalam model saling dipengaruhi melalui nilai *lag*. Penentuan *lag* optimal dilakukan sebelum estimasi parameter model VAR menggunakan beberapa kriteria informasi sebagai berikut:

Tabel 5 menunjukkan bahwa seluruh kriteria informasi merekomendasikan *lag* satu sebagai *lag* optimal. Berdasarkan pertimbangan konsistensi dan prinsip parsimoni, *lag* yang digunakan dalam estimasi model VAR ditetapkan sebesar satu (VAR (1)), sehingga dinamika jangka pendek antarvariabel direpresentasikan melalui pengaruh satu periode sebelumnya.

Tabel 5. Hasil *Lag* Optimal Model VAR

Kriteria Informasi	Lag Optimal
<i>Hannan–Quinn Criterion</i> (HQ)	1
<i>Schwarz Information Criterion</i> (SIC)	1
<i>Akaike Information Criterion</i> (AIC)	1

Tabel 6. Hasil Estimasi Model VAR

Persamaan	Variabel	Koefisien	<i>p</i> – value	Signifikansi
Nilai Tukar Rupiah	NTR_{t-1}	0,2787	0,0523	Signifikan (10%)
	INF_{t-1}	728,60	0,3782	Tidak signifikan
	CAD_{t-1}	53,10	0,7064	Tidak signifikan
	EKS_{t-1}	-0,0993	0,7898	Tidak signifikan
	Konstanta	3003,00	0,8739	Tidak signifikan
Inflasi	NTR_{t-1}	0,000002859	0,8954	Tidak signifikan
	INF_{t-1}	0,2825	0,0303	Signifikan
	CAD_{t-1}	-0,08784	< 0,001	Signifikan
	EKS_{t-1}	0,000299	< 0,001	Signifikan
	Konstanta	9,098	0,0030	Signifikan
Cadangan Devisa	NTR_{t-1}	0,00006159	0,4630	Tidak signifikan
	INF_{t-1}	0,03725	0,9390	Tidak signifikan
	CAD_{t-1}	0,9337	< 0,001	Signifikan
	EKS_{t-1}	-0,00005023	0,8210	Tidak signifikan
	Konstanta	9,837	0,3840	Tidak signifikan
Ekspor Nonmigas	NTR_{t-1}	-0,03421	0,5145	Tidak signifikan
	INF_{t-1}	214,41	0,4851	Tidak signifikan
	CAD_{t-1}	9,748	0,8525	Tidak signifikan
	EKS_{t-1}	0,5386	< 0,001	Signifikan
	Konstanta	8455,80	0,2332	Tidak signifikan

Berdasarkan hasil estimasi pada Tabel 6, sistem persamaan model VAR (1) dapat dituliskan sebagai berikut:

$$NTR_t = 0,2787NTR_{t-1} + 728,6INF_{t-1} + 53,10CAD_{t-1} - 0,0993EKS_{t-1} + 3003 + e_{1t} \quad (16)$$

$$INF_t = 2,859 \times 10^{-6}NTR_{t-1} + 0,2825INF_{t-1} - 0,08784CAD_{t-1} + 2,099 \times 10^{-4}EKS_{t-1} + 9,098 + e_{2t} \quad (17)$$

$$CAD_t = 6,159 \times 10^{-5}NTR_{t-1} + 0,03725INF_{t-1} + 0,9337CAD_{t-1} - 5,023 \times 10^{-5}EKS_{t-1} + 9,837 + e_{3t} \quad (18)$$

$$EKS_t = -0,03421NTR_{t-1} + 214,4INF_{t-1} + 9,748CAD_{t-1} + 0,5386EKS_{t-1} + 8455,8 + e_{4t} \quad (19)$$

Hasil estimasi model VAR menunjukkan adanya hubungan dinamis antarvariabel makroekonomi yang saling memengaruhi dalam jangka pendek. Nilai tukar rupiah dipengaruhi secara positif oleh nilai tukar periode sebelumnya yang mencerminkan sifat persistensi, serta inflasi yang cenderung mendorong depresiasi rupiah, sedangkan cadangan devisa dan ekspor nonmigas berpengaruh negatif sehingga berperan dalam memperkuat nilai tukar melalui peningkatan pasokan devisa. Inflasi juga menunjukkan sifat inertial karena dipengaruhi secara positif oleh inflasi periode sebelumnya, sedangkan cadangan devisa berperan dalam menekan tekanan inflasi. Cadangan devisa memiliki tingkat kestabilan yang tinggi karena sangat dipengaruhi

oleh nilai periode sebelumnya, sedangkan nilai tukar dan inflasi memberikan pengaruh positif terhadap cadangan devisa. Sementara itu, ekspor nonmigas dipengaruhi secara positif oleh inflasi, cadangan devisa, dan ekspor periode sebelumnya yang menunjukkan adanya persistensi dan dukungan stabilitas eksternal, tetapi nilai tukar berpengaruh negatif terhadap ekspor akibat ketergantungan pada *input* impor. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa stabilitas inflasi dan penguatan cadangan devisa menjadi faktor penting dalam menjaga stabilitas nilai tukar serta mendukung kinerja ekspor nonmigas Indonesia.

3.5. Estimasi Model VECM

Model VECM dapat digunakan jika semua variabel terintegrasi orde satu dan terdapat hubungan kointegrasi antarvariabel. Berikut adalah hasil estimasi model VECM.

Tabel 7. Hasil Estimasi Model VECM

Persamaan	Variabel	Koefisien	<i>p</i> - value	Signifikansi
Nilai Tukar Rupiah	ECT_{t-1}	-0,3201	0,00385	Signifikan
	ΔNTR_{t-1}	-0,4524	0,00231	Signifikan
	ΔINF_{t-1}	2660,0999	0,01403	Signifikan
	ΔCAD_{t-1}	-288,6248	0,28401	Tidak signifikan
	ΔEKS_{t-1}	-0,2198	0,60174	Tidak signifikan
Inflasi	ECT_{t-1}	$6,468 \times 10^{-5}$	0,000114	Signifikan
	ΔNTR_{t-1}	$2,540 \times 10^{-5}$	0,220381	Tidak signifikan
	ΔINF_{t-1}	-0,5458	0,000789	Signifikan
	ΔCAD_{t-1}	-0,1305	0,001568	Signifikan
	ΔEKS_{t-1}	$2,014 \times 10^{-4}$	0,001855	Signifikan
Cadangan Devisa	ECT_{t-1}	$3,776 \times 10^{-5}$	0,5120	Tidak signifikan
	ΔNTR_{t-1}	$1,002 \times 10^{-4}$	0,1950	Tidak signifikan
	ΔINF_{t-1}	-0,4358	0,4450	Tidak signifikan
	ΔCAD_{t-1}	0,1940	0,1860	Tidak signifikan
	ΔEKS_{t-1}	$-1,215 \times 10^{-4}$	0,5950	Tidak signifikan
Ekspor Nonmigas	ECT_{t-1}	-0,02463	0,51368	Tidak signifikan
	ΔNTR_{t-1}	-0,03423	0,49634	Tidak signifikan
	ΔINF_{t-1}	260,08788	0,48648	Tidak signifikan
	ΔCAD_{t-1}	-117,61894	0,22085	Tidak signifikan
	ΔEKS_{t-1}	-0,42566	0,00636	Signifikan

Berdasarkan hasil estimasi pada Tabel 7, sistem persamaan VECM dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\Delta NTR_t = -0,3201 ECT_{t-1} - 0,4524 \Delta NTR_{t-1} + 2660,0999 \Delta INF_{t-1} - 288,6248 \Delta CAD_{t-1} - 0,2198 \Delta EKS_{t-1} + e_{1t} \quad (20)$$

$$\Delta INF_t = 6,468 \times 10^{-5} ECT_{t-1} + 2,540 \times 10^{-5} \Delta NTR_{t-1} - 0,5458 \Delta INF_{t-1} - 0,1305 \Delta CAD_{t-1} + 2,014 \times 10^{-4} \Delta EKS_{t-1} + e_{2t} \quad (21)$$

$$\Delta CAD_t = 3,776 \times 10^{-5} ECT_{t-1} + 1,002 \times 10^{-4} \Delta NTR_{t-1} - 0,4358 \Delta INF_{t-1} + 0,1940 \Delta CAD_{t-1} - 1,215 \times 10^{-4} \Delta EKS_{t-1} + e_{3t} \quad (22)$$

$$\begin{aligned} \Delta EKS_t = & -0,02463 ECT_{t-1} - 0,03423 \Delta NTR_{t-1} + 260,0879 \Delta INF_{t-1} - 117,6189 \Delta CAD_{t-1} \\ & - 0,42566 \Delta EKS_{t-1} + e_{4t} \end{aligned} \quad (23)$$

Pada persamaan (20) hingga persamaan (23), koefisien ECT_{t-1} menunjukkan adanya mekanisme koreksi menuju keseimbangan jangka panjang pada masing-masing variabel. Pada persamaan (20), nilai ECT_{t-1} sebesar $-0,3201$ mengindikasikan bahwa sekitar $32,01\%$ ketidakseimbangan nilai tukar periode sebelumnya dikoreksi pada periode berjalan, sehingga nilai tukar relatif cepat kembali stabil setelah terjadi guncangan dan dalam jangka pendek nilai tukar dipengaruhi positif oleh inflasi serta negatif oleh cadangan devisa dan ekspor. Pada persamaan (21), nilai ECT_{t-1} sebesar $6,468 \times 10^{-5}$ menunjukkan bahwa penyesuaian inflasi menuju keseimbangan berlangsung sangat lambat dengan kecenderungan inflasi periode sebelumnya menurunkan inflasi periode berjalan, sedangkan depresiasi nilai tukar berpotensi meningkatkan inflasi dan peningkatan cadangan devisa menekan tekanan inflasi. Pada persamaan (22), koefisien ECT_{t-1} sebesar $3,776 \times 10^{-5}$ mengindikasikan bahwa cadangan devisa menyesuaikan sangat lambat terhadap ketidakseimbangan jangka panjang serta memiliki sifat persisten yang kuat dengan inflasi memberikan pengaruh negatif terhadap cadangan devisa. Selanjutnya, pada persamaan (23), nilai ECT_{t-1} sebesar $-0,02463$ menunjukkan bahwa sekitar $2,46\%$ penyimpangan ekspor dari keseimbangan jangka panjang dikoreksi setiap periode sehingga proses penyesuaian ekspor berlangsung relatif lambat dan dalam jangka pendek ekspor dipengaruhi oleh inflasi dan nilai ekspor periode sebelumnya. Secara keseluruhan, tanda negatif pada sebagian besar koefisien ECT_{t-1} menunjukkan berfungsinya mekanisme koreksi kesalahan yang membawa sistem kembali menuju keseimbangan jangka panjang dengan nilai tukar memiliki kecepatan penyesuaian paling tinggi dibandingkan inflasi dan cadangan devisa, sehingga stabilitas makroekonomi sangat dipengaruhi oleh pengendalian inflasi dan penguatan cadangan devisa.

3.6. Pemilihan Model Terbaik

Setelah ketiga model terbentuk, dilakukan evaluasi untuk menentukan model terbaik dengan mempertimbangkan kriteria statistik yaitu *Akaike Information Criterion* (AIC). Berikut adalah nilai AIC untuk ketiga model.

Tabel 8. Perbandingan Nilai AIC

Model	Nilai AIC
ECM Engle–Granger	934,1591
VAR	2371,994
VECM	2372,538

Berdasarkan perbandingan nilai AIC pada Tabel 8, nilai AIC paling kecil diperoleh pada model ECM Engle–Granger ($AIC = 934,1591$). Nilai ini merupakan nilai paling kecil jika dibandingkan dengan nilai AIC model VAR ($AIC = 2372,538$) maupun nilai AIC model VECM ($AIC = 2371,994$). Karena kriteria AIC yang lebih kecil menunjukkan model dengan kecocokan terbaik terhadap data, maka ECM Engle–Granger merupakan model yang paling tepat digunakan untuk menganalisis keterkaitan antarvariabel.

Berdasarkan hasil estimasi menggunakan metode ECM Engle–Granger, dapat disimpulkan bahwa ekspor nonmigas memiliki keterkaitan secara jangka pendek dan jangka panjang dengan inflasi, nilai tukar rupiah, dan cadangan devisa. Keberadaan koefisien ECT yang signifikan secara negatif mengindikasikan bahwa setiap penyimpangan keseimbangan jangka panjang akan dikoreksi kembali menuju kondisi keseimbangan, yaitu sekitar $63,2\%$ akan terkoreksi dalam satu periode sehingga ekspor nonmigas kembali menuju kondisi keseimbangan. Dengan kata lain, dinamika jangka pendek ekspor nonmigas dipengaruhi oleh perubahan inflasi, nilai tukar

rupiah, dan cadangan devisa, sedangkan dalam jangka panjang seluruh variabel secara bersama-sama menentukan arah pergerakan ekspor nonmigas.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis, seluruh variabel terbukti terintegrasi orde satu dan memiliki hubungan jangka panjang sehingga memungkinkan penggunaan pendekatan ECM Engle–Granger, VAR (1), dan VECM. Estimasi menunjukkan bahwa ECM Engle–Granger menghasilkan *error correction term* (ECT) yang signifikan, VECM mengidentifikasi satu vektor kointegrasi, sedangkan VAR (1) hanya mampu menangkap dinamika jangka pendek. Secara empiris, dalam jangka pendek, inflasi secara positif berpengaruh terhadap ekspor nonmigas. Sementara itu, dalam dinamika jangka panjang, ekspor nonmigas secara signifikan dipengaruhi oleh perubahan inflasi dan cadangan devisa dengan mekanisme penyesuaian menuju keseimbangan yang tercermin pada variabel nilai tukar dan inflasi dalam model VECM. Berdasarkan kriteria AIC, ECM Engle–Granger merupakan model terbaik sehingga dapat disimpulkan bahwa ekspor nonmigas Indonesia dipengaruhi oleh inflasi dan cadangan devisa dalam jangka panjang serta terutama oleh inflasi dalam jangka pendek dengan mekanisme koreksi kesalahan yang relatif cepat.

Daftar Pustaka

- [1] A. Wibowo, *Pengantar Ekonomi Makro*. Semarang: Yayasan Prima Agus Teknik, 2020.
- [2] N. Prahaski dan H. Ibrahim, “Kebijakan perdagangan internasional terhadap pertumbuhan ekonomi negara berkembang,” *Jurnal Minfo Polgan*, vol. 12, no. 2, pp. 2474–2479, 2023.
- [3] Direktorat Jenderal Strategi Ekonomi dan Fiskal, “Indonesia pertahankan surplus neraca perdagangan tahun 2024 untuk tahun kelima berturut-turut,” Jakarta, 2025. [Online]. Available: <https://fiskal.kemenkeu.go.id/publikasi/siaran-pers-detil/603>. [Accessed: 16 Jan. 2025].
- [4] Suryanto dan P. S. Kurniati, “Analisis perdagangan internasional Indonesia dan faktor-faktor yang memengaruhinya,” *Intermestic: Journal of International Studies*, vol. 7, no. 1, pp. 104–122, 2022.
- [5] S. M. Silalahi, J. Aulia, P. Y. Tobing, dan I. Hasanah, “Pengaruh kurs, jumlah uang beredar, dan inflasi terhadap ekspor di Indonesia dengan pendekatan Error Correction Model periode 2013–2022,” *MANTAP: Journal of Management Accounting, Tax and Production*, vol. 2, no. 1, pp. 33–43, 2024.
- [6] D. R. Febrianti, M. A. Tiro, dan Sudarmin, “Metode Vector Autoregressive (VAR) dalam menganalisis pengaruh kurs mata uang terhadap ekspor dan impor di Indonesia,” *VARIANSI: Journal of Statistics and Its Application on Teaching and Research*, vol. 3, no. 1, pp. 23–30, 2021.
- [7] Khairani dan P. N. Sitompul, “Metode Vector Autoregressive (VAR) dalam menganalisis pengaruh inflasi terhadap ekspor dan impor di Indonesia,” *INNOVATIVE: Journal of Social Science Research*, vol. 4, no. 5, pp. 6541–6555, 2024.
- [8] L. B. Uli, “Analisis cadangan devisa Indonesia,” *Jurnal Perspektif Pembiayaan dan Pembangunan Daerah*, vol. 4, no. 1, pp. 15–24, 2016.
- [9] N. Valentika, V. I. Nursyirwan, dan Ilmadi, “Peramalan kurs, inflasi, impor, dan ekspor dengan VECM,” *Accounting Information System*, vol. 3, no. 2, pp. 119–130, 2020.

- [10] A. C. Petrica, S. Stancu, dan V. Ghițulescu, “Stationarity – The central concept in time series analysis,” *International Journal of Emerging Research in Management & Technology*, vol. 6, no. 1, pp. 6–16, 2017.
- [11] E. Maulia, Miftahuddin, dan H. Sofyan, “Tax revenue and inflation rate predictions in Banda Aceh using Vector Error Correction Model (VECM),” *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 352, 2018.
- [12] G. S. Maddala, *Introduction to Econometrics*, 2nd ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1998.
- [13] M. Nisa, “The application of Error Correction Model (ECM) in assessing the impact of exchange, interest, and inflation rates on the gross domestic product of Indonesia,” *Muslim Business and Economic Review*, vol. 1, no. 1, pp. 109–129, 2022.
- [14] N. B. Utomo, “Perbandingan model ARIMA dengan VAR untuk prediksi nilai ekspor dan impor Indonesia dan Mozambique,” *Journal Perspektif Bea dan Cukai*, vol. 8, no. 2, pp. 250–258, 2024.
- [15] L. I. Harlyan, E. S. Yulianto, Y. Fitriani, dan Sunardi, “Aplikasi Akaike Information Criterion (AIC) pada perhitungan efisiensi teknis perikanan pukat cincin di Tuban, Jawa Timur,” *Marine Fisheries*, vol. 11, no. 2, pp. 181–188, 2020.