

PERBANDINGAN HASIL PERAMALAN NILAI EKSPOR DAN IMPOR MIGAS DI JAWA TIMUR DENGAN PENGARUH NILAI KURS DOLAR MENGGUNAKAN PEMODELAN ECM DAN VECM

Feby Ardhani Ika Cahyani

Program Studi Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, Ketintang, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia
e-mail: feby.21056@mhs.unesa.ac.id

Affiat Oktaviarina

Program Studi Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, Ketintang, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia
e-mail: affiatoktaviarina@unesa.ac.id*

Abstrak

Dalam era globalisasi, Indonesia perlu meningkatkan ekspor dan impor untuk mempertahankan pertumbuhan ekonomi terutama dalam sektor migas. Migas memiliki nilai strategis bagi kehidupan dikarenakan migas merupakan sumber daya alam tak terbarukan. Sektor migas di Indonesia tersebar di beberapa wilayah, salah satunya di Provinsi Jawa Timur. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil peramalan ekspor impor migas dengan menggunakan model ECM dan VECM. Dari hasil analisis diperoleh nilai MAPE model ECM untuk ekspor migas sebesar 123.5848% dan model VECM ekspor migas sebesar 133.5658%. Sedangkan untuk nilai MAPE model ECM untuk impor migas sebesar 22.1128% dan VECM impor migas sebesar 28.1592%. Sehingga model ECM merupakan model terbaik dibandingkan dengan VECM dalam meramalkan nilai ekspor dan impor migas, meskipun pada nilai MAPE untuk ekspor migas memiliki akurasi yang rendah dalam peramalan.

Kata Kunci: ECM, VECM, ekspor migas, impor migas, nilai kurs

Abstract

In the era of globalization, Indonesia needs to increase exports and imports to maintain economic growth, especially in the oil and gas sector. Oil and gas have strategic value for life because oil and gas are non-renewable natural resources. The oil and gas sector in Indonesia is spread across several regions, one of which is in East Java Province. Therefore, this study aims to compare the results of oil and gas export and import forecasting using the ECM and VECM models. From the analysis results, the MAPE value of the ECM model for oil and gas exports is 123.5848% and the VECM model for oil and gas exports is 133.5658%. While the MAPE value of the ECM model for oil and gas imports is 22.1128% and the VECM for oil and gas imports is 28.1592%. So the ECM model is the best model compared to VECM in forecasting the value of oil and gas exports, although the MAPE value for oil and gas exports has low accuracy in forecasting.

Keywords: ECM, VECM, oil and gas exports, oil and gas imports, exchange rates

PENDAHULUAN

Dalam era globalisasi setiap negara dituntut untuk mempertahankan perekonomian dunia agar tetap stabil, salah satunya dengan cara perdagangan internasional (Dea Fitri, 2019). Perdagangan internasional memiliki dampak yang signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi karena hal tersebut merupakan sebuah prioritas utama bagi suatu negara terutama negara berkembang seperti Indonesia (Wulandari & Zuhri, 2019).

Dalam meningkatkan pertumbuhan ekonomi, Indonesia memerlukan dua faktor penting yaitu dengan meningkatkan ekspor dan impor (Kusuma et al., 2021). Ekspor adalah kegiatan memasarkan barang dan jasa dari dalam negeri ke luar negeri,

sedangkan impor adalah kegiatan memasukkan barang dan jasa dari luar negeri ke dalam negeri. Dalam berbagai komoditas ekspor impor, salah satu yang memiliki potensi yang cukup besar adalah migas. Migas memiliki nilai strategis bagi kehidupan dikarenakan migas merupakan sumber daya alam yang tak terbarukan dan juga memainkan peran penting dalam perekonomian sehingga pengelolaannya harus maksimal (Ridwan & Huda, 2022). Sektor migas di Indonesia tersebar di beberapa wilayah, salah satunya di Provinsi Jawa Timur.

Provinsi Jawa Timur merupakan penyumbang perekonomian terbesar kedua di Indonesia dengan pertumbuhan ekonomi yang sebanding dengan tingkat nasional. Secara geografis, Provinsi Jawa

Timur memiliki banyak potensi untuk berkembang khususnya di bidang industri karena letaknya strategis yang diapit oleh dua provinsi besar yaitu Provinsi Jawa Tengah dan Provinsi Bali. Hal itu membuat Jawa Timur dikenal dengan pusat ekonomi dan perdagangan bagian timur Indonesia (Assidikiyah et al., 2021). Posisi strategis Jawa Timur sebagai salah satu pusat perekonomian di Indonesia, menjadikannya sebagai kawasan migas terbesar ketiga di Indonesia setelah Provinsi Kalimantan Timur dan Provinsi Riau (Hasanah, 2024). Dengan demikian, Jawa Timur berperan besar dalam kegiatan ekspor impor migas untuk memenuhi permintaan energi di dalam negeri.

Kondisi fluktuatif nilai ekspor impor migas dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor ekonomi makro, salah satunya adalah nilai tukar (kurs). Kurs adalah pertukaran antara dua mata uang yang berbeda atau perbandingan harga antara kedua mata uang tersebut. Kondisi nilai tukar yang naik turun menunjukkan tingkat volatilitas yang tinggi. Kondisi tersebut dapat dipengaruhi oleh faktor ekonomi maupun non ekonomi baik di dalam negeri maupun di luar negeri. Kenaikan harga nilai tukar dapat menyebabkan daya saing barang lokal dalam negeri menjadi lebih rendah daripada barang impor sehingga mendorong masyarakat untuk lebih membeli barang impor. Hal tersebut mempengaruhi daya saing di pasar internasional terutama kegiatan ekspor impor. Dalam kegiatan ekspor impor, mata uang domestik harus ditukar dengan mata uang negara tujuan. Akibatnya, permintaan mata uang asing meningkat sementara permintaan mata uang domestik menurun sehingga menyebabkan nilai mata uang domestik melemah (Valentika et al., 2020).

Analisis mengenai nilai kurs dolar, ekspor, dan impor migas di Jawa Timur sangat penting untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi regional dan menunjang pertumbuhan ekonomi di Indonesia. Maka penelitian ini akan menganalisis pengaruh nilai kurs dolar terhadap peramalan nilai ekspor dan impor migas menggunakan salah satu analisis ekonometrika deret waktu multivariat yaitu ECM dan VECM. *Error Correction Model* (ECM) merupakan teknik statistik ekonometrika deret waktu yang diperkenalkan oleh Granger & Weiss (1983) dan Engle & Granger (1987) yang mampu menjelaskan pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen dalam jangka pendek maupun jangka

panjang yang dapat dibentuk dengan menggunakan residu dari persamaan jangka panjang atau persamaan terkointegrasi (Utami et al., 2022). Sedangkan VECM merupakan turunan dari *Vector Autoregressive* (VAR) yang mampu mengidentifikasi hubungan sebab akibat dalam jangka panjang serta memiliki kemampuan untuk menangani non-stasioneritas data (Mardianto et al., 2024).

Beberapa penelitian sebelumnya terkait pengaruh nilai tukar terhadap ekspor impor menggunakan ECM dan VECM telah dilakukan. Elshadai, Debby, dan Audie (2020) menggunakan analisis ECM menunjukkan bahwa nilai kurs dalam jangka pendek berpengaruh positif dan tidak signifikan terhadap ekspor non migas, sedangkan dalam jangka panjang nilai kurs berpengaruh negatif dan signifikan terhadap ekspor non migas Indonesia (Igir et al., 2020). Nina, Vivi, dan Ilmadi (2020) menggunakan analisis VECM menunjukkan bahwa model penelitian sangat baik untuk meramalkan ekspor impor dengan nilai MAPE <10% (Valentika et al., 2020). Kartikasari dan Rifki (2022) menggunakan analisis VECM menunjukkan bahwa dalam jangka pendek variabel inflasi tidak berpengaruh signifikan terhadap impor Indonesia, sedangkan variabel nilai tukar berpengaruh signifikan terhadap impor Indonesia dalam jangka pendek (Kartikasari et al., 2020).

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada variabel yang diteliti di mana berfokus pada ekspor dan impor migas, periode data *time series*, serta perbandingan hasil peramalan menggunakan model ECM dengan model VECM. Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian yang akan dilakukan berjudul "Perbandingan Hasil Peramalan Nilai Ekspor dan Impor Migas di Jawa Timur dengan Pengaruh Nilai Kurs Dolar Menggunakan Pemodelan ECM dan VECM". Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih lengkap mengenai pengaruh nilai kurs dolar terhadap perdagangan migas di Jawa Timur dan dapat menjadi sumber referensi bagi perencanaan ekonomi pada sektor migas.

KAJIAN TEORI

EKSPOR MIGAS

Ekspor merupakan total barang berupa barang, asuransi, dan jasa pada tahun tertentu yang di kirim

dari dalam negeri ke negara lain dengan memenuhi peraturan dan ketentuan yang berlaku (Ridwan & Huda, 2022). Ekspor migas adalah penjualan komoditas minyak dan gas bumi ke negara lain dengan pembayaran dalam mata uang asing. Dalam melakukan ekspor migas, Indonesia harus mampu memanfaatkan sumber daya alamnya secara efisien dan mengembangkan sarana dan prasarana yang mendukung ekspor migas (Ramadhan et al., 2023).

IMPOR MIGAS

Impor merupakan suatu kegiatan dengan membeli barang negara lain untuk digunakan di dalam negeri yang sesuai dengan peraturan pemerintah tersebut (K. A. Putri et al., 2023). Impor migas adalah aktivitas untuk membeli barang berupa minyak bumi dan gas dari negara lain dengan pembayaran dalam mata uang asing (Yanuar & Akbar, 2022). Nilai impor migas yang tinggi akan mempengaruhi pertumbuhan ekonomi suatu negara karena adanya pembayaran dalam negeri ke luar negeri yang meningkat.

NILAI KURS

Nilai kurs atau nilai tukar adalah harga mata uang suatu negara terhadap mata uang negara lain. Nilai tukar suatu negara dapat dibedakan menjadi dua, yaitu nilai tukar riil dan nilai tukar nominal. Nilai tukar riil dihitung dari nilai tukar nominal mata uang negara yang menunjukkan harga relatif dari barang antara dua negara. Sedangkan nilai tukar nominal menunjukkan harga suatu mata uang dibandingkan dengan mata uang lain (Ginting, 2013). Dalam perekonomian internasional ada beberapa sistem nilai tukar yang berlaku, yaitu sistem kurs mengambang, sistem kurs tertambat, sistem sekeranjang mata uang, dan sistem kurs tetap (Nirlukito, 2017).

ERROR CORRECTION MODEL (ECM)

Error Correction Model (ECM) merupakan salah satu model dalam ekonometrika yang digunakan untuk menyelesaikan masalah data *time series* yang tidak stasioner dan regresi lancung. Artinya ECM dapat mengubah atau mengolah data deret waktu yang tidak stabil agar menjadi layak untuk dianalisis, sehingga menghindari kesimpulan yang salah akibat hubungan antar variabel yang tampak signifikan padahal sebenarnya tidak terdapat hubungan secara

nyata (Hardianti S & Wahyuningsih, 2021). Persamaan ECM adalah sebagai berikut :

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 \Delta X_t + \alpha_2 EC_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

dimana

$$EC_t = (Y_{t-1} - \beta_0 - \beta_1 X_{t-1}) \quad (2)$$

dengan α_1 merupakan koefisien jangka pendek, β_1 merupakan koefisien jangka panjang, α_2 merupakan koefisien ketidakseimbangan, dan ε_t merupakan nilai residual (Widarjono, 2005).

VECTOR ERROR CORRECTION MODEL (VECM)

Vector Error Correction Model (VECM) adalah model analisis data deret waktu multivariat yang dapat menunjukkan keberadaan kointegrasi dan membantu data yang tidak stasioner pada level tetapi stasioner pada pembeda terlebih dahulu. VECM adalah lanjutan dari model VAR yang mempertimbangkan keseimbangan jangka panjang antar variabel (Mardianto et al., 2024). Persamaan VECM terbentuk dari proses *differencing* model VAR sehingga menghasilkan persamaan berikut :

$$\Delta Y_t = \Pi Y_{t-1} + \Gamma_1 \Delta Y_{t-1} + \dots + \Gamma_{p-1} \Delta Y_{t-p+1} + \varepsilon_t \quad (4)$$

Dimana $\Pi = (\mathbf{I}_k - \mathbf{A}_1 - \dots - \mathbf{A}_p)$ merupakan matriks kointegrasi berukuran $k \times k$ dan $\Gamma_i = -(\mathbf{A}_{i+1} + \dots + \mathbf{A}_p)$ untuk $i = 1, 2, \dots, p-1$ merupakan matriks koefisien parameter $k \times k$. Π dapat ditulis dengan $\Pi = \alpha\beta^T$ sehingga dapat ditulis sebagai berikut :

$$\Delta Y_t = \alpha\beta^T y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i \Delta y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (5)$$

Dimana Δ merupakan vektor *difference*, Y_t adalah variabel respon, y_{t-1} adalah variabel respon dengan *lag* pertama, $\alpha\beta^T$ adalah koefisien matriks, Γ_i adalah koefisien matriks variabel dependen ke- i dengan ukuran $n \times n$ (Halim et al., 2024).

UJI STASIONER

Suatu data dikatakan stasioner apabila memenuhi syarat bahwa nilai tengah dan varian konstan dari waktu ke waktu dan kovarian antara dua data deret waktu hanya bergantung pada *lag* antara dua periode waktu (Lestari dkk., 2022). Uji stasioner pada penelitian ini menggunakan uji ADF (*Augmented Dickey Fuller*) yang dikembangkan oleh Dickey-Fuller dan digunakan untuk menentukan apakah suatu deret waktu memiliki akar unit yang menunjukkan non-stasioneritas data. Jika data deret waktu tidak stasioner, maka diperlukan diferensiasi untuk

membuat deret waktu tersebut stasioner (Mardianto dkk., 2024). Rumus uji ADF sebagai berikut :

$$t_{stat} = \frac{\hat{\delta}}{SE(\hat{\delta})} \quad (6)$$

Dimana $SE(\hat{\delta})$ adalah standar error dengan kriteria pengujian jika $t_{stat} < 0,05$ dari tabel *Mackinnon*, maka menunjukkan data telah stasioner (Mardianto et al., 2024).

UJI LAG OPTIMUM

Uji lag optimum digunakan untuk menghindari masalah autokorelasi pada model VECM yang dapat dipengaruhi oleh panjang lag dan dapat memperkuat hasil analisis VECM. Pemilihan panjang dari suatu lag atau lag optimum dapat dilakukan dengan memilih nilai minimal dari *Schwarz Criterion* (SC). Pemilihan panjang lag yang terlalu pendek (*underfitting*) dapat menyebabkan residual regresi tidak menampilkan proses *white noise* sehingga model tidak dapat mengestimasi kesalahan sebenarnya dengan tepat (Mustaqim & Nora, 2017). SC dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$SC(p) = \ln \frac{\sum_{t=1}^T (\hat{u}_t^{(p)})^2}{T} + k \frac{\ln}{T} \quad (7)$$

Dimana $\hat{u}_t^{(p)}$ merupakan estimasi residual dari model, k merupakan jumlah variabel dependen, dan T merupakan jumlah observasi.

UJI STABILITAS

Uji stabilitas digunakan untuk mengetahui stabil atau tidaknya suatu model. Stabilitas suatu model akan berpengaruh terhadap hasil estimasi yang digunakan. Estimasi dikatakan valid jika *inverse* akar karakteristiknya memiliki modulus kurang dari satu (Ni'mah & Yulianto, 2017). Dengan kata lain, nilai modulus tiap variabel berada pada radius < 1 maka model tersebut dikatakan stabil dan jika nilai modulusnya > 1 maka model tersebut tidak stabil (Mardianto et al., 2024). Uji stabilitas dapat ditunjukkan sebagai berikut :

$$\det(\mathbf{I}_k - \mathbf{A}_1 z - \dots - \mathbf{A}_p z^p) \neq 0 \text{ untuk } |z| \leq 1 \quad (8)$$

Jika nilai stabilitas pada model tidak stabil akan menyebabkan analisis IRF dan VD tidak valid (Halim et al., 2024).

UJI KOINTEGRASI ENGLE-GRANGER

Uji kointegrasi Engle-Granger dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat hubungan jangka panjang antar variabel. Pada uji ini dilakukan

pengujian stasioneritas terhadap nilai residual atau *Error Correction Term* (ECT). Uji stasioneritas dapat dilakukan menggunakan *Augmented Dickey Fuller* (ADF) (Astuti & Saputro, 2018).

Dengan uji statistik sebagai berikut :

$$t_{stat} = \frac{\hat{\delta}}{SE(\hat{\delta})} \quad (9)$$

Kriteria pengujian dalam kointegrasi ini $t_{stat} < 0,05$ dari tabel *Mackinnon* maka menunjukkan residual dalam model dinyatakan stasioner yang menunjukkan terdapat kointegrasi dalam model.

UJI KOINTEGRASI JOHANSEN

Uji kointegrasi digunakan untuk menentukan apakah terdapat hubungan keseimbangan jangka panjang antara dua variabel atau lebih. Dalam kointegrasi menjelaskan bahwa kombinasi linear dari dua atau lebih variabel dapat menjadi stasioner meskipun secara individual tidak stasioner (Mustaqim & Nora, 2017). Pengujian kointegrasi dilakukan menggunakan uji Johansen dengan menggunakan dua uji statistik yaitu uji *trace* dan uji nilai *eigen* maksimum.

Dengan rumus uji *trace* sebagai berikut :

$$\lambda_{tr} = -T \sum_{i=r+1}^n \ln(1 - \hat{\lambda}_i) \quad (10)$$

dan rumus uji nilai *eigen* maksimum sebagai berikut :

$$\lambda_{max} = -T \ln(1 - \lambda_{r+1}) \quad (11)$$

Dengan kriteria pengujian jika λ_{tr} dan $\lambda_{max} >$ nilai kritis 5% maka menunjukkan adanya kointegrasi dalam model.

UJI KAUSALITAS GRANGER

Uji kausalitas granger merupakan salah satu metode statistik yang bertujuan untuk mengetahui apakah dua variabel memiliki hubungan dua arah atau timbal balik, hubungan searah, atau tidak memiliki hubungan (Akbar et al., 2016). Untuk memperkuat berbagai bentuk kausalitas tersebut dapat dilakukan menggunakan uji F dengan rumus sebagai berikut :

$$F_{test} = \frac{\frac{RSS_R - RSS_{UR}}{p}}{\frac{RSS_R}{T - k}} \quad (12)$$

Dimana RSS_R adalah *restricted residual sum of squares*, RSS_{UR} adalah *unrestricted residual sum of square*, k adalah parameter dalam model, dan p adalah lag dari variabel. Dengan kriteria jika p -value lebih kecil dari

signifikansi 5% maka menunjukkan adanya kausalitas dalam model.

NORMALITAS

Uji normalitas digunakan untuk mengetahui apakah residual data dalam model memiliki distribusi normal atau tidak. Uji normalitas dalam penelitian ini menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* (Sintia et al., 2022).

Dengan rumus perhitungan sebagai berikut :

$$L = |F(z_i) - S(z_i)| ; z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{sd} \quad (6)$$

Dimana $F(z_i)$ merupakan peluang teoritis dan $S(z_i)$ merupakan frekuensi kumulatif. Dengan kriteria pengujian jika nilai $|F(z_i) - S(z_i)| <$ nilai tabel KS atau probabilitas > 0.05 maka menunjukkan bahwa residual data berdistribusi normal.

HETEROSKEDASTISITAS

Heteroskedastisitas menunjukkan nilai varian dari variabel bebas yang berbeda, sementara itu asumsi yang dipenuhi dalam regresi linear sederhana adalah bahwa terdapat varian yang konstan atau homoskedastisitas (Hardianti S & Wahyuningsih, 2021). Pengujian heteroskedastisitas dalam penelitian ini menggunakan uji *Breusch-Pagan-Godfrey*.

Rumus perhitungan dengan nilai statistik *chi-square* sebagai berikut :

$$\phi = \frac{1}{2} ESS \approx \chi^2_{df} \quad (6)$$

Dengan kriteria uji jika ϕ lebih besar dari nilai kritis *chi-square* pada signifikansi 5% atau probabilitas < 0.05 maka menunjukkan bahwa model terdapat masalah heteroskedastisitas.

AUTOKORELASI

Uji autokorelasi digunakan untuk mengetahui apakah model memiliki korelasi antar residual pada suatu periode t dengan residual pada periode sebelumnya (Hardianti S & Wahyuningsih, 2021). Salah satu cara untuk menentukan adanya autokorelasi adalah dengan uji *Durbin Watson* (DW). Rumus perhitungan DW sebagai berikut :

$$DW = \frac{\sum_{t=2}^N (\varepsilon_t - \varepsilon_{t-1})^2}{\sum_{t=2}^N \varepsilon_t^2} \quad (7)$$

Dengan kriteria pengujian jika nilai DW berada di antara nilai dU hingga (4-dU) atau nilai probabilitas > 0.05 maka menunjukkan bahwa model terbebas dari masalah autokorelasi.

ESTIMASI PARAMETER ECM

Estimasi parameter ECM dapat dilakukan dengan *Ordinary Least Square* (OLS) dikarenakan model ECM direpresentasikan dalam bentuk regresi linear. Metode OLS digunakan untuk meminimalkan jumlah residual sehingga akan menghasilkan estimasi parameter yang efektif. Dalam ECM akan dicari nilai dari β_0 dan β_1 dengan OLS sehingga didapatkan hasil sebagai berikut :

$$\beta_0 = \bar{Y} - \hat{\beta}_1 \bar{X} \quad (8)$$

$$\beta_1 = \frac{\sum_{i=1}^n X_i Y_i - n \bar{X} \bar{Y}}{\sum_{i=1}^n X_i^2 - n \bar{X}^2} \quad (9)$$

Untuk menguji nilai parameter model ECM dapat dilakukan menggunakan uji T dengan rumus perhitungan sebagai berikut :

$$t_{hitung} = \frac{\beta_j}{se(\beta_j)} \quad (10)$$

Dengan kriteria ujinya yaitu jika nilai $t_{hitung} \geq t_{(\frac{\alpha}{2}, n-s)}$ dengan signifikansi 5% maka menunjukkan parameter signifikan secara statistik.

ESTIMASI PARAMETER VECM

Model VECM merupakan perkembangan dari model VAR yang membutuhkan kointegrasi pada peubahnya dan perilaku tidak stasioner untuk melakukan analisis lebih lanjut (Akbar et al., 2016). Berdasarkan model VECM pada persamaan 5 dimana α merupakan vektor penyesuaian jangka panjang dan β merupakan vektor parameter jangka panjang. Parameter model VECM dapat di estimasi dengan menggunakan *Ordinary Least Square* (OLS). Nilai β dengan menggunakan OLS seperti berikut :

$$\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} (X^T Y) \quad (11)$$

Untuk menguji nilai parameter model VECM dapat dilakukan menggunakan uji T dengan rumus perhitungan sebagai berikut :

$$t_{hitung} = \frac{\beta_j}{se(\beta_j)} \quad (12)$$

Dengan kriteria ujinya yaitu jika nilai $t_{hitung} \geq t_{(\frac{\alpha}{2}, n-s)}$ dengan signifikansi 5% maka menunjukkan parameter signifikan secara statistik.

IMPULSE RESPONSE FUNCTION (IRF)

Analisis *Impulse Response Function* (IRF) adalah suatu metode untuk mengetahui berapa lama pengaruh guncangan (*shock*) sebesar satu standar deviasi yang dialami variabel dalam suatu persamaan terhadap nilai seluruh variabel lain pada

periode saat ini dan pada beberapa periode ke depan (Halim et al., 2024). Perhitungan IRF sebagai berikut :

$$\mathbf{IRF}(h) = \mathbf{\Gamma}^h \quad (13)$$

Dimana $\mathbf{\Gamma}$ merupakan matriks koefisien parameter yang diperoleh dari hasil estimasi model VECM yang menunjukkan bagaimana suatu variabel merespons guncangan selama periode h .

VARIANCE DECOMPOSITION

Variance Decomposition (VDC) digunakan untuk mengukur estimasi varian error suatu variabel yaitu tingkat kemampuan satu variabel untuk menjelaskan variabel lainnya atau variabel itu sendiri (Rahayu & Martha, 2021). VDC akan menjelaskan proporsi pergerakan secara berurutan yang disebabkan oleh guncangan variabel itu sendiri dan variabel lain (Sudarsono, 2017). Perhitungan *variance decomposition* sebagai berikut :

$$W_{jk,h} = \frac{\sum_{i=0}^{h-1} (\mathbf{e}_j' \theta_i \mathbf{e}_k)^2}{\sum_{i=0}^{h-1} \sum_{k=1}^K (\mathbf{e}_j' \theta_i \mathbf{e}_k)^2} \quad (14)$$

Dimana \mathbf{e}_j dan \mathbf{e}_k merupakan vektor satuan variabel j dan k dalam model, θ_i merupakan koefisien IRF, $\sum_{i=0}^{h-1} (\mathbf{e}_j' \theta_i \mathbf{e}_k)^2$ merupakan jumlah kontribusi variabel k terhadap variabel j selama periode h berdasarkan IRF, dan $\sum_{i=0}^{h-1} \sum_{k=1}^K (\mathbf{e}_j' \theta_i \mathbf{e}_k)^2$ merupakan jumlah kesalahan prediksi variabel j yang diakibatkan oleh semua variabel.

UJI KELAYAKAN MODEL

Uji kelayakan model pada penelitian ini menggunakan uji *white noise*. Uji residual *white noise* digunakan untuk menguji kecocokan model VECM yang telah di estimasi yang dilakukan dengan menggunakan uji *Portmanteau* (Halim et al., 2024).

Dengan uji statistik sebagai berikut :

$$Q_p = n \sum_{j=1}^p \text{tr}(\hat{\mathbf{C}}_j' \hat{\mathbf{C}}_0^{-1} \hat{\mathbf{C}}_j \hat{\mathbf{C}}_0^{-1}) \quad (15)$$

Dengan n adalah banyaknya data, $\text{tr}(A)$ adalah *trace* matriks A , dimana $A = (\hat{\mathbf{C}}_j' \hat{\mathbf{C}}_0^{-1} \hat{\mathbf{C}}_j \hat{\mathbf{C}}_0^{-1})$. Kriteria pengujiannya yaitu terdapat korelasi residual dalam model jika nilai statistik uji lebih besar daripada nilai $\chi^2(k^2(p - n^*))$ atau $p\text{-value} < 0.05$.

FORECASTING

Forecasting atau peramalan dilakukan dengan menggunakan nilai sebelumnya dari suatu variabel yang saling berhubungan sebagai dasar untuk memperkirakan nilainya dengan akurat di masa yang

akan datang (M. Putri & Nuryaman, 2023). Metode peramalan dibagi menjadi metode kualitatif dan metode kuantitatif. Metode kualitatif dilakukan dengan pendekatan eksploratoris dan normatif. Sedangkan metode kuantitatif didasarkan pada pengamatan nilai sebelumnya dengan dukungan dari sejumlah data (Nupuku et al., 2021).

MEAN ABSOLUTE PERCENTAGE ERROR (MAPE)

MAPE adalah rata-rata persentase kesalahan absolut (selisih) antara data aktual dan data perkiraan. MAPE dihitung dengan membagi kesalahan absolut untuk setiap periode dengan nilai observasi aktual untuk periode tersebut, kemudian menghasilkan rata-rata persentase kesalahan absolut (Mardianto et al., 2024). Rumus perhitungan MAPE adalah sebagai berikut :

$$\text{MAPE} = \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right| \times 100 \right] \quad (16)$$

Dengan kriteria jika nilai MAPE kurang dari 50% menunjukkan bahwa model memiliki tingkat kesalahan yang sedang atau layak. Jika nilai MAPE lebih dari 50% maka model memiliki tingkat kesalahan yang tinggi dan tidak akurat (Ramadhan et al., 2023).

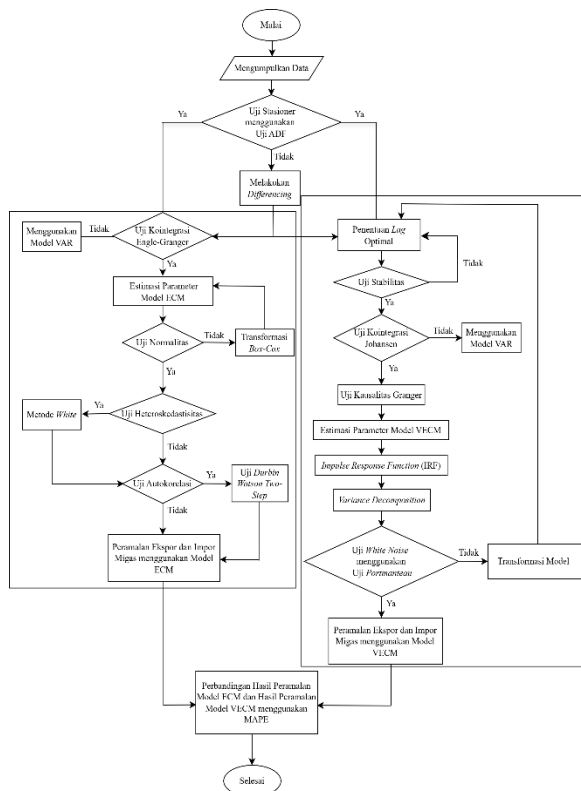
METODE

DATA PENELITIAN

Pada penelitian ini jenis data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari situs resmi pemerintah. Adapun data yang digunakan meliputi nilai ekspor dan impor migas Provinsi Jawa Timur yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur serta nilai kurs dolar terhadap rupiah yang diperoleh dari Kementerian Perdagangan Republik Indonesia. Data yang diambil mencakup nilai ekspor dan impor migas serta nilai kurs dolar dari Januari 2008-Desember 2023.

DIAGRAM ALIR PENELITIAN

Berikut merupakan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian :



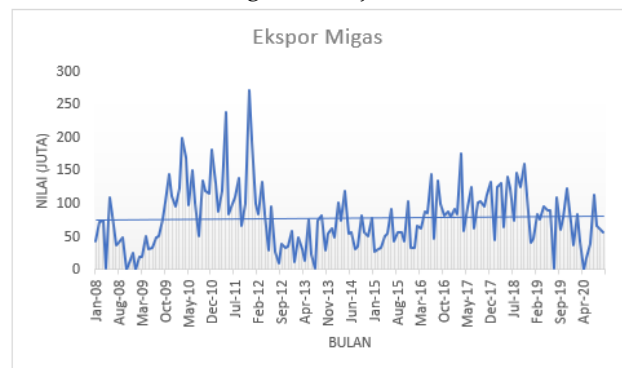
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan Gambar 1, tahapan awal pada penelitian ini yaitu pengumpulan data nilai ekspor dan impor migas serta nilai kurs dolar dari Januari 2008-Desember 2023. Tahapan selanjutnya melakukan uji stasioneritas data menggunakan ADF. Jika data tidak stasioner, maka dilakukan *differencing*. Untuk ECM, dilanjutkan dengan uji kointegrasi Engle-Granger untuk menentukan kointegrasi antar variabel, estimasi parameter, dan uji asumsi klasik seperti normalitas, heteroskedastisitas, dan autokorelasi. Sedangkan pada model VECM, dilakukan tahapan seperti penentuan *lag* optimal dengan *Schwarz Criterion*, uji stabilitas model, uji kointegrasi Johansen untuk mengetahui kointegrasi, dan uji kausalitas Granger untuk melihat pengaruh antar variabel. Kemudian dilanjutkan dengan analisis *Impulse Response Function* (IRF), *Variance Decomposition*, serta uji kelayakan model melalui uji *Portmanteau*. Kemudian dilakukan peramalan terhadap nilai ekspor dan impor migas di Jawa Timur menggunakan model ECM dan VECM. Setelah kedua model digunakan untuk meramalkan ekspor dan impor migas, selanjutnya melakukan perhitungan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) untuk membandingkan hasil peramalan agar mendapatkan model yang paling akurat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

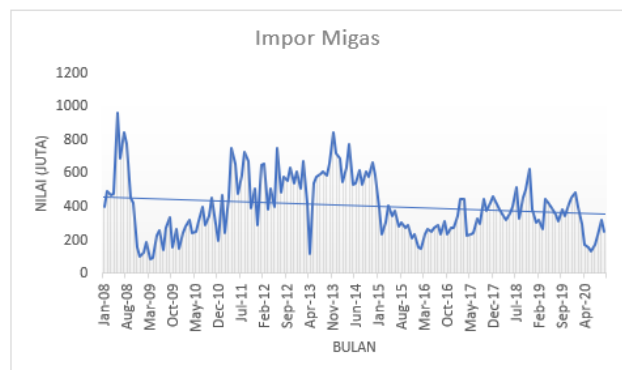
EKSPLORASI DATA

Eksplorasi data dilakukan untuk mengidentifikasi pola dari data ekspor migas, impor migas, dan kurs dolar periode Januari 2008 hingga Desember 2023 sebanyak 192 data. Data dibagi menjadi data latih dan data uji dengan proporsi 80:20 untuk menjaga keseimbangan dan menghindari *overfitting*. Sebanyak 154 data dari Januari 2008–Oktober 2020 digunakan sebagai data latih dan 38 data dari November 2020–Desember 2023 sebagai data uji.



Gambar 2. Plot Data Latih Variabel Ekspor Migas

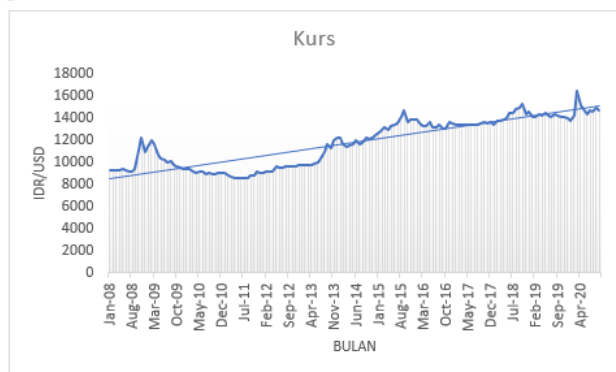
Gambar 2 menunjukkan plot data latih ekspor migas dari Januari 2008 hingga Oktober 2020 yang mengalami fluktuasi signifikan, mencerminkan kondisi data yang tidak stasioner. Nilai ekspor sempat mencapai puncak pada November 2011 sebesar US\$270,77 juta, namun juga mengalami penurunan tajam pada beberapa periode seperti Juli 2013 dan April 2020, sebelum kembali meningkat di akhir 2020.



Gambar 3. Plot Data Latih Variabel Impor Migas

Gambar 3 menunjukkan plot data latih impor migas Jawa Timur dari Januari 2008 hingga Oktober 2020 yang tidak stasioner, ditandai dengan tren naik dan fluktuasi pada periode tertentu. Nilai impor sempat mencapai puncak US\$957,25 juta di awal 2008, kemudian mengalami penurunan tajam di

akhir 2008, serta menunjukkan pola naik-turun yang signifikan hingga turun kembali ke US\$134,06 juta pada Juni 2020.



Gambar 4. Plot Data Latih Variabel Nilai Kurs Dolar

Gambar 4 menunjukkan plot data latih nilai kurs dolar dari Januari 2008 hingga Oktober 2020 yang tidak stasioner, ditandai dengan tren naik dan fluktuasi pada periode tertentu. Nilai tukar rupiah mengalami penguatan dan pelemahan beberapa kali, dengan pelemahan tertinggi terjadi pada April 2020 mencapai 16.367 IDR/USD sebelum kembali stabil di kisaran 14.000 IDR/USD.

UJI STASIONER

Uji stasioner digunakan untuk menentukan apakah suatu data deret waktu bersifat stasioner atau tidak. Uji stasioneritas pada penelitian ini menggunakan uji ADF (*Augmented Dickey Fuller*). Jika data deret waktu tidak stasioner, maka diperlukan *differencing* agar data tersebut menjadi stasioner. Berikut merupakan hasil dari uji stasioner :

Tabel 1. Hasil Uji Stasioner pada Level

Variabel	t-statistik	Nilai Kritis 5%
Ekspor Migas	-1.0512	-1.95
Impor Migas	-1.535	-1.95
Kurs	1.1655	-1.95

Berdasarkan Tabel 1, semua variabel memiliki nilai t-statistik lebih besar dari nilai kritis -1.95 sehingga gagal menolak H_0 , yang berarti data tidak stasioner pada level dan perlu dilakukan *differencing*. Hasil dari *differencing* disajikan dalam tabel berikut ini :

Tabel 2. Hasil Uji Stasioner pada *First Difference*

Variabel	t-statistik	Nilai Kritis 5%
Ekspor Migas	-7.6328	-1.95
Impor Migas	-6.4057	-1.95
Kurs	-4.7153	-1.95

Berdasarkan Tabel 2, semua variabel memiliki nilai t-statistik lebih kecil dari -1.95 sehingga H_0

ditolak, yang berarti data telah stasioner pada tingkat *first difference*.

MODEL ECM

UJI KOINTEGRASI ENGLE-GRANGER

Langkah pertama dalam pemodelan ECM adalah melakukan uji kointegrasi Engle-Granger untuk mengetahui adanya hubungan jangka panjang antar variabel. Uji ini dilakukan dengan menghitung *Error Correction Term* (ECT) dari regresi jangka panjang, lalu menguji stasioneritas ECT menggunakan uji ADF. Jika ECT stasioner, maka terdapat kointegrasi dan analisis dapat dilanjutkan ke model ECM. Hasil dari uji kointegrasi Engle-Granger sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil Uji Kointegrasi Engle-Granger

Variabel	t-statistik	Nilai Kritis 5%
ECT Ekspor Migas	-3.3013	-1.95
ECT Impor Migas	-3.9882	-1.95

Berdasarkan Tabel 3, ECT untuk ekspor dan impor migas memiliki t-statistik lebih kecil dari nilai kritis 5%, sehingga keduanya stasioner dan menunjukkan adanya hubungan kointegrasi antar variabel.

ESTIMASI PARAMETER MODEL ECM

Model ECM digunakan untuk menganalisis hubungan jangka pendek antar variabel dengan mempertimbangkan penyesuaian terhadap ketidakseimbangan jangka panjang melalui *Error Correction Term* (ECT). ECT1 merepresentasikan penyimpangan dari keseimbangan jangka panjang pada periode sebelumnya dan digunakan untuk mengukur kecepatan penyesuaian sistem. Dalam penelitian ini, estimasi parameter dilakukan untuk melihat pengaruh variabel impor migas, kurs, dan ECT1 terhadap ekspor migas, serta sebaliknya terhadap impor migas di Jawa Timur. Persamaan model ECM untuk ekspor migas sebagai berikut :

$$\Delta \text{Ekspor Migas} = 0.149843 + (0.078524 \times \Delta \text{Impor Migas}) + (0.001669 \times \Delta \text{Kurs}) + (-0.542587 \times \text{ECT1}) \quad (17)$$

Kemudian hasil estimasi parameter model ECM dari ekspor migas disajikan dalam tabel berikut ini :

Tabel 4. Hasil Estimasi Parameter Ekspor Migas dengan Model ECM

Variabel	Koefisien	t-stat	t-tabel
Konstanta	0.149843	0.045	1.976
$\Delta \text{Impor Migas}$	0.078524	3.160	1.976

Δ Kurs	0.001669	0.192	1.976
ECT1	-0.542587	-7.622	1.976

Berdasarkan hasil estimasi parameter ekspor migas pada Tabel 4, variabel impor migas berpengaruh signifikan terhadap ekspor migas, di mana setiap peningkatan impor pada periode sebelumnya sebesar US\$1 juta maka ekspor migas saat ini akan meningkat sebesar US\$0.078524 juta. ECT1 memiliki koefisien negatif sebesar -0.542587 yang menunjukkan bahwa sekitar 54.26% penyimpangan dari keseimbangan jangka panjang akan diperbaiki pada periode berikutnya. Sementara itu, variabel kurs tidak berpengaruh signifikan terhadap nilai ekspor migas saat ini. Kemudian persamaan model ECM untuk impor migas sebagai berikut :

$$\Delta \text{Impor Migas} = -0.66190 + (0.442838 \times \Delta \text{Ekspor Migas}) + (-0.005777 \times \Delta \text{Kurs}) + (-0.298060 \times \text{ECT1}) \quad (18)$$

Kemudian hasil estimasi parameter model ECM dari impor migas disajikan dalam tabel berikut ini :

Tabel 5. Hasil Estimasi Parameter Impor Migas dengan Model ECM

Variabel	Koefisien	t-stat	t-tabel
Konstanta	0.149843	0.045	1.976
Δ Impor Migas	0.078524	3.160	1.976
Δ Kurs	0.001669	0.192	1.976
ECT1	-0.542587	-7.622	1.976

Berdasarkan hasil estimasi parameter impor migas pada tabel 5, variabel ekspor migas berpengaruh signifikan terhadap impor migas, di mana setiap peningkatan ekspor pada periode sebelumnya sebesar US\$1 juta maka impor migas saat ini akan meningkat sebesar US\$0.442838 juta. ECT1 memiliki koefisien negatif sebesar -0.298060 yang menunjukkan bahwa sekitar 29.80% penyimpangan dari keseimbangan jangka panjang akan diperbaiki pada periode berikutnya. Sementara itu, variabel kurs tidak berpengaruh signifikan terhadap nilai impor migas saat ini.

NORMALITAS

Uji normalitas digunakan untuk mengetahui apakah residual data dari model ekspor migas dan impor migas memiliki distribusi normal atau tidak. Uji normalitas dalam penelitian ini menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* dengan tingkat signifikansi 5%. Berikut merupakan hasil uji normalitas model ECM untuk ekspor migas dan impor migas:

Tabel 6. Hasil Uji Normalitas

Model	p-value
Ekspor Migas	0.2227
Impor Migas	0.704

Berdasarkan hasil uji normalitas menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* pada Tabel 6 didapatkan bahwa model ekspor migas dan impor migas telah berdistribusi normal karena $p\text{-value} > 0.05..$

HETEROSKEDASTISITAS

Uji heteroskedastisitas digunakan untuk mengetahui apakah model memiliki masalah heteroskedastisitas atau tidak dikarenakan asumsi yang harus dipenuhi dalam regresi sederhana adalah bersifat homokedastisitas. Uji heteroskedastisitas untuk model ECM ekspor migas dan impor migas menggunakan uji *Breusch-Pagan-Godfrey* dengan tingkat signifikansi 5%. Berikut merupakan hasil uji heteroskedastisitas model ECM untuk ekspor migas dan impor migas :

Tabel 7. Hasil Uji Heteroskedastisitas

Model	Df	Chi-square	p-value
Ekspor Migas	2	1.5349	0.4641
Impor Migas	2	0.6263	0.7311

Berdasarkan hasil uji heteroskedastisitas menggunakan uji *Breusch-Pagan-Godfrey* pada Tabel 7 didapatkan bahwa model ekspor migas dan impor migas tidak mengalami masalah heteroskedastisitas karena $p\text{-value} > 0.05..$

AUTOKORELASI

Uji autokorelasi digunakan untuk mengetahui apakah model memiliki korelasi atau tidak antar residual pada periode t dengan residual pada periode $t - 1$. Uji autokorelasi dalam penelitian ini menggunakan uji *Durbin-Watson* dengan tingkat signifikansi 5%. Berikut merupakan hasil uji autokorelasi model ECM untuk ekspor migas dan impor migas :

Tabel 8. Hasil Uji Autokorelasi

Model	p-value
Ekspor Migas	0.8458
Impor Migas	0.9331

Berdasarkan hasil uji heteroskedastisitas menggunakan uji *Breusch-Pagan-Godfrey* pada Tabel 8 didapatkan bahwa model ekspor migas dan impor migas tidak mengalami masalah autokorelasi karena $p\text{-value} > 0.05.$

MODEL VECM

UJI LAG OPTIMUM

Pemilihan *lag* optimum dalam model VECM sangat penting untuk memastikan kualitas model yang baik. *Lag* yang terlalu pendek dapat menyebabkan munculnya *white noise*, sedangkan *lag* yang terlalu panjang bisa menurunkan akurasi prediksi. Oleh karena itu, digunakan kriteria *Schwarz Criterion* (SC) karena cenderung memilih jumlah *lag* yang lebih sedikit sehingga menghasilkan model yang lebih sederhana dan menghindari *overfitting*. Hasil mengenai panjang *lag* optimum disajikan dalam tabel berikut ini :

Tabel 9. Hasil Panjang *Lag* Optimum

<i>Lag</i>	SC
1	29.20082*
2	29.40179
3	29.27922
4	29.73332
5	30.00821

Tabel 9 menunjukkan bahwa pemilihan *lag* optimum dalam model VECM didasarkan pada *Schwarz Criterion* (SC) dengan nilai terkecil yaitu 29.20082 terdapat pada *lag* pertama. Sehingga *lag* optimum yang digunakan dalam pemodelan VECM adalah *lag* pertama.

UJI STABILITAS

Pengujian stabilitas dalam VECM digunakan untuk mengetahui stabil atau tidaknya suatu model. Suatu model dikatakan stabil apabila nilai modulusnya < 1 dan jika nilai modulus > 1 maka model dikatakan tidak stabil. Hasil dari uji stabilitas disajikan dalam tabel berikut ini :

Tabel 10. Hasil Uji Stabilitas

Modulus
0.9821722
0.7016159
0.4454044

Berdasarkan hasil uji stabilitas pada Tabel 10 diperoleh bahwa nilai modulus dengan *lag* 1 menggunakan *Schwarz Criterion* (SC) menunjukkan bahwa model berada dalam kondisi stabil dikarenakan semua nilai modulusnya kurang dari 1 yang menunjukkan bahwa proses estimasi model VECM dapat dilanjutkan karena telah memenuhi syarat kestabilan.

UJI KOINTEGRASI JOHANSEN

Uji kointegrasi dilakukan untuk menentukan apakah terdapat hubungan keseimbangan jangka panjang antar variabel. Pengujian kointegrasi dalam penelitian ini menggunakan uji Johansen dengan menggunakan dua statistik uji yaitu uji *trace* dan uji nilai *eigen* maksimum. Hasil mengenai uji kointegrasi disajikan dalam tabel berikut ini :

Tabel 11. Hasil Uji Kointegrasi

Uji Trace		
	Trace Statistic	Critical Value
$r = 0$	63.61*	42.44
$r = 1$	27.63*	25.32
$r = 2$	7.58	12.25
Uji Nilai Eigen Maksimum		
	Max-Eigen Statistic	Critical Value
$r = 0$	35.68*	25.54
$r = 1$	20.05*	18.96
$r = 2$	7.58	12.25

Berdasarkan Tabel 11, hasil uji *trace* dan uji *eigen* maksimum menunjukkan bahwa pada $r = 0$ dan $r = 1$, nilai hitung uji *trace* masing-masing sebesar 63.61 dan 27.63 lebih besar dari nilai kritis 42.44 dan 25.32. Sementara itu, nilai hitung uji *eigen* maksimum sebesar 35.68 dan 20.05 juga melebihi nilai kritis 25.54 dan 18.96. Maka berdasarkan hasil tersebut terdapat dua hubungan kointegrasi yang signifikan antara ekspor migas, impor migas, dan nilai kurs.

UJI KAUSALITAS GRANGER

Uji kausalitas Granger digunakan untuk mengetahui apakah dua variabel saling mempengaruhi dengan adanya hubungan dua arah atau timbal balik, hubungan searah, atau tidak memiliki hubungan. Hasil dari uji kausalitas Granger disajikan dalam tabel berikut ini :

Tabel 12. Hasil Uji Kausalitas Granger

Hipotesis	<i>p-value</i>	Keterangan
Ekspor → Impor	0.9035	Tidak terdapat kausalitas
Impor → Ekspor	0.8153	
Ekspor → Kurs	0.2848	Tidak terdapat kausalitas
Kurs → Ekspor	0.3755	
Impor → Kurs	0.0576	Kausalitas satu arah
Kurs → Impor	0.0288	

Berdasarkan Tabel 12 menunjukkan hasil kausalitas Granger yang akan dijelaskan sebagai berikut :

1. Variabel ekspor tidak mempengaruhi variabel impor dan variabel impor juga tidak mempengaruhi variabel ekspor secara statistik karena $p\text{-value} > 0.05$. Sehingga tidak terdapat kausalitas antara variabel ekspor dan impor.
2. Variabel ekspor tidak mempengaruhi variabel kurs dan variabel kurs juga tidak mempengaruhi variabel ekspor secara statistik karena $p\text{-value} > 0.05$. Sehingga tidak terdapat kausalitas antara variabel ekspor dan kurs.
3. Variabel impor tidak mempengaruhi variabel kurs karena $p\text{-value} > 0.05$ dan sebaliknya variabel kurs mempengaruhi impor karena $p\text{-value} < 0.05$. Sehingga terdapat kausalitas satu arah antara variabel impor dan kurs.

ESTIMASI PARAMETER MODEL VECM

Estimasi parameter dilakukan untuk mendapatkan nilai parameter dari model VECM sehingga menunjukkan interaksi dinamis antar variabel. Estimasi dilakukan pada model VECM dengan lag 1 dan 2 kointegrasi, serta pengujian signifikansi parameter menggunakan uji t. Penelitian ini mencakup dua estimasi parameter, yaitu untuk ekspor migas dan impor migas. Berdasarkan persamaan 5 model VECM untuk ekspor migas sebagai berikut :

$$\Delta \text{Ekspor Migas}_t = -0.059702 \times (\text{Impor}_{t-2} + (0 \times \text{Ekspor}_{t-2}) + (0.06424557 \times \text{Kurs}_{t-2}) - 2.0378206) - 0.516158 \times ((0 \times \text{Impor}_{t-2}) + \text{Ekspor}_{t-2} + (0.01600645 \times \text{Kurs}_{t-2}) - 0.71877472) + 168.761054 + (0.078524 \times \text{Impor}_{t-1}) + (0.001669 \times \text{Ekspor}_{t-1}) + (-0.542587 \times \text{Kurs}_{t-1}) \quad (19)$$

Kemudian hasil estimasi parameter VECM ekspor migas disajikan dalam tabel berikut ini :

Tabel 13. Hasil Estimasi Parameter Ekspor Migas dengan Model VECM

Variabel	Koefisien	t-stat	t-tabel
ECT1	-0.059702	-2.624	1.976
ECT2	-0.516158	-5.797	1.976
Konstanta	168.761054	5.343	1.976
Impor_{t-1}	-0.049666	-1.794	1.976
Ekspor_{t-1}	-0.662467	-7.994	1.976
Kurs_{t-1}	-0.010385	-1.193	1.976

Berdasarkan hasil estimasi parameter pada Tabel 13, diperoleh bahwa ECT1 dan ECT2 berpengaruh signifikan sehingga menunjukkan adanya hubungan keseimbangan jangka panjang antar variabel. Variabel ekspor migas berpengaruh signifikan terhadap dirinya sendiri, di mana setiap peningkatan ekspor pada periode sebelumnya sebesar US\$1 juta maka ekspor migas saat ini akan meningkat sebesar US\$0.001669 juta. Sementara itu, variabel impor dan kurs tidak berpengaruh signifikan terhadap nilai ekspor migas saat ini. Kemudian berdasarkan persamaan 5 model VECM untuk impor migas sebagai berikut :

$$\Delta \text{Impor Migas}_t = -0.29145 \times (\text{Impor}_{t-2} + (0 \times \text{Ekspor}_{t-2}) + (0.06424557 \times \text{Kurs}_{t-2}) - 2.0378206) - 0.07126 \times ((0 \times \text{Impor}_{t-2}) + \text{Ekspor}_{t-2} + (0.01600645 \times \text{Kurs}_{t-2}) - 0.71877472) + 306.28786 + (-0.47045 \times \text{Impor}_{t-1}) + (-0.03164 \times \text{Ekspor}_{t-1}) + (-0.03998 \times \text{Kurs}_{t-1}) \quad (20)$$

Kemudian hasil estimasi parameter VECM impor migas disajikan dalam tabel berikut ini :

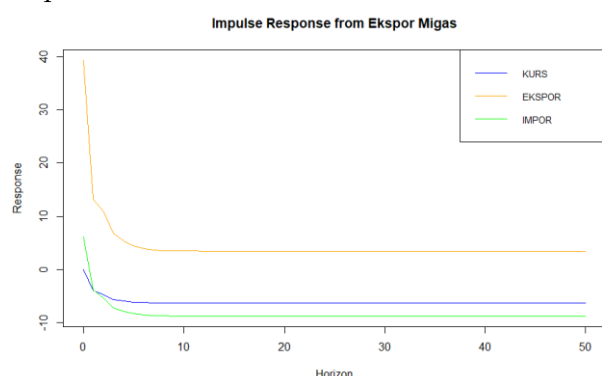
Tabel 14. Hasil Estimasi Parameter Impor Migas dengan Model VECM

Variabel	Koefisien	t-stat	t-tabel
ECT1	-0.29145	-4.300	1.976
ECT2	-0.07126	-0.269	1.976
Konstanta	306.28786	3.255	1.976
Impor_{t-1}	-0.47045	-5.705	1.976
Ekspor_{t-1}	-0.03164	-0.18	1.976
Kurs_{t-1}	-0.03998	-1.541	1.976

Berdasarkan hasil estimasi parameter pada Tabel 13, diperoleh bahwa ECT1 berpengaruh signifikan sehingga menunjukkan adanya hubungan keseimbangan jangka panjang antar variabel. Sedangkan ECT2 tidak berpengaruh signifikan terhadap impor migas. Dengan demikian, meskipun secara teoritis terdapat dua kointegrasi dalam model, tetapi secara empiris hanya satu yang signifikan dalam menjelaskan hubungan keseimbangan jangka panjang antar variabel. Variabel impor migas berpengaruh signifikan terhadap dirinya sendiri, di mana setiap peningkatan impor pada periode sebelumnya sebesar US\$1 juta maka impor migas saat ini akan menurun sebesar US\$0.47045 juta. Sementara itu, variabel ekspor dan kurs tidak berpengaruh signifikan terhadap nilai ekspor migas saat ini.

IMPULSE RESPONSE FUNCTION

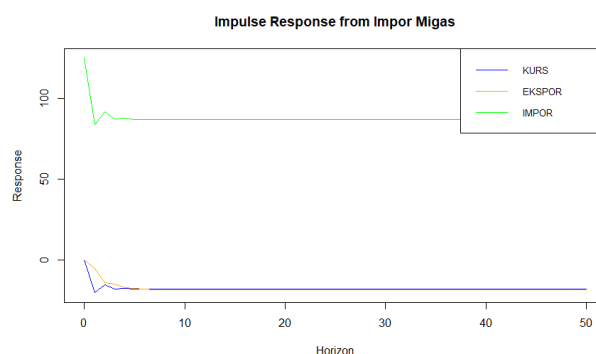
Impulse Response Function dalam model VECM digunakan untuk melihat berapa lama pengaruh dan dampak guncangan suatu variabel terhadap variabel lain dalam model hingga kembali ke kondisi keseimbangan. Hasil IRF disajikan dalam bentuk grafik dengan sumbu horizontal menunjukkan waktu dan sumbu vertikal menunjukkan nilai respon. Penelitian ini menganalisis respon ekspor migas dan impor migas terhadap guncangan selama 50 periode.



Gambar 5. Hasil *Impulse Response* dari Ekspor Migas

Gambar 5 menunjukkan respon ekspor migas terhadap guncangan dari ekspor migas, impor migas, dan kurs. Respon terhadap guncangan dirinya sendiri meningkat tajam di awal periode, lalu menurun drastis hingga periode ke-20. Setelah itu, respon ekspor migas cenderung stabil hingga akhir periode. Pada periode pertama, ekspor migas merespon secara positif terhadap guncangan dari impor migas sebesar 6.09. Namun, pada periode kedua ekspor migas merespon secara negatif secara bertahap hingga mencapai -8.77. Setelah periode ke-20, respon tersebut tidak menunjukkan perubahan signifikan hingga akhir periode.

Respon ekspor migas terhadap guncangan kurs menunjukkan bahwa pada periode pertama ekspor migas tidak memberikan respon terhadap kurs, namun mulai menurun hingga mencapai -6.33 pada periode ke-14 hingga akhir periode. Hal ini menunjukkan bahwa apresiasi kurs menyebabkan ekspor migas menurun karena harga menjadi lebih mahal di pasar internasional.



Gambar 5. Hasil *Impulse Response* dari Impor Migas

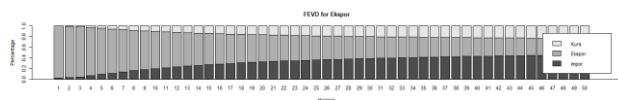
Gambar 5 menunjukkan bahwa respon impor migas terhadap guncangan dirinya sendiri sangat besar, dimana pada periode pertama respon migas mencapai 124.81. Respon tersebut menurun menjadi 83.54 pada periode kedua dan cenderung stabil dari periode ke-10 hingga akhir periode. Hal ini menunjukkan bahwa guncangan awal akan bertahan dalam jangka panjang, di mana perubahan impor migas saat ini mempengaruhi nilainya di masa mendatang. Kemudian respon impor migas terhadap guncangan ekspor migas menunjukkan penurunan tajam dan konsisten. Pada periode pertama, tidak terdapat respon antara impor migas terhadap guncangan ekspor migas. Kemudian mengalami penurunan bertahap hingga periode ke-16. Setelah itu, respon cenderung stabil menunjukkan bahwa peningkatan ekspor migas diikuti oleh penurunan impor migas.

Respon impor migas terhadap guncangan kurs mengalami penurunan signifikan. Pada periode pertama masih tidak terdapat respon antara impor migas terhadap guncangan kurs. Pada periode kedua, respon menurun tajam hingga -20.49 dan stabil di sekitar -18.28 dari periode ke-11 hingga akhir periode. Hal ini menunjukkan bahwa depresiasi kurs menyebabkan impor migas menurun karena harganya menjadi lebih mahal.

VARIANCE DECOMPOSITION

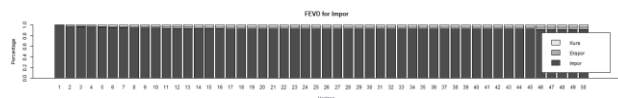
Variance Decomposition digunakan untuk mengetahui seberapa besar selisih antara sebelum dan sesudah terjadi guncangan baik dilihat dari variabel itu sendiri maupun variabel lainnya dalam beberapa periode mendatang. Hasil VDC disajikan dalam bentuk grafik dengan sumbu horizontal menunjukkan waktu dan sumbu vertikal menunjukkan presentase kontribusi variabel.

Penelitian ini menganalisis respon ekspor migas dan impor migas terhadap guncangan selama 50 periode.



Gambar 6. Hasil *Variance Decomposition* dari Ekspor Migas

Berdasarkan Gambar 6, pada awal periode fluktuasi ekspor migas didominasi oleh kontribusi variabel itu sendiri sebesar 97.66%, sementara impor dan kurs memberikan sedikit kontribusi. Seiring waktu, kontribusi ekspor terhadap dirinya sendiri menurun hingga 30.75% di akhir periode, sementara kontribusi impor meningkat menjadi 45.49% dan kurs mencapai 23.77%. Hal ini menunjukkan bahwa dalam jangka panjang, impor dan kurs memiliki peran yang semakin besar dalam menjelaskan variasi ekspor migas di Jawa Timur.



Gambar 7. Hasil *Variance Decomposition* dari Impor Migas

Berdasarkan Gambar 7, pada awal periode fluktuasi impor migas sepenuhnya dipengaruhi oleh dirinya sendiri sebesar 100%, sementara ekspor dan kurs belum memberikan kontribusi. Memasuki pertengahan hingga akhir periode, kontribusi ekspor dan kurs perlahan meningkat masing-masing hingga sekitar 3.94% dan 3.92%, namun impor tetap mendominasi dengan kontribusi sebesar 92.14%. Hal ini menunjukkan bahwa dalam jangka panjang, impor migas masih paling banyak dipengaruhi oleh pergerakan impor itu sendiri, meskipun pengaruh variabel lain mulai terlihat.

UJI KELAYAKAN MODEL

Uji kelayakan model pada penelitian ini menggunakan uji *white noise*. Suatu model dikatakan *white noise* jika tidak terdapat korelasi antar residual (independen). Uji *white noise* dapat dilakukan dengan uji *Portmanteau* untuk menguji kecocokan model VECM. Hasil uji kelayakan model VECM untuk ekspor migas dan impor migas disajikan dalam tabel berikut ini :

Tabel 15. Hasil Uji Kelayakan Model

Model	Lag	<i>p-value</i>
Ekspor Migas	10	0.3043
Impor Migas	10	0.3043

Berdasarkan hasil uji *Portmanteau* pada Tabel 15 menunjukkan bahwa *p-value* lebih besar dari tingkat

signifikansi 5%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model tidak terdapat autokorelasi (*white noise*) hingga lag ke-10.

PERAMALAN DAN PERBANDINGAN HASIL PERAMALAN EKSPOR DAN IMPOR MIGAS

Tahap analisis yang terakhir yaitu melakukan peramalan dan perbandingan hasil peramalan ekspor dan impor migas berdasarkan perhitungan MAPE. Model ECM dan VECM akan digunakan untuk meramalkan data uji ekspor migas dan impor migas dari bulan November 2020 hingga Desember 2023. Kemudian berdasarkan nilai MAPE, kedua model akan dibandingkan untuk mengetahui model mana yang memiliki akurasi peramalan terbaik. Berikut merupakan hasil peramalan serta nilai MAPE model ECM dan VECM untuk ekspor migas yang disajikan dalam tabel berikut ini :

Tabel 15. Hasil Peramalan dan Nilai MAPE model ECM dan VECM Ekspor Migas

ECM			
Periode	Aktual	Peramalan	Error
Nov-20	172.45	62.55	0.63
Des-20	257.06	120.41	0.53
Jan-21	151.31	160.43	0.06
:	:	:	:
Nov-23	94.55	113.56	0.20
Des-23	16.79	79.01	3.70
MAPE			123.5848%
VECM			
Periode	Aktual	Peramalan	Error
Nov-20	172.45	3.39	0.98
Des-20	257.06	47.45	0.81
Jan-21	151.31	92.38	0.38
:	:	:	:
Nov-23	94.55	6.04	0.93
Des-23	16.79	-11.14	1.66
MAPE			133.5658%

Berdasarkan Tabel 16, nilai MAPE model ECM dan VECM dalam meramalkan ekspor migas masing-masing sebesar 123.5848% dan 133.5658%, yang berarti keduanya lebih dari 50%. Hal ini menunjukkan bahwa kedua model memiliki akurasi yang rendah. Oleh karena itu, model ECM dan VECM kurang tepat digunakan untuk meramalkan ekspor migas dan perlu dipertimbangkan model lain yang lebih akurat.

Tabel 17. Hasil Peramalan dan Nilai MAPE model ECM dan VECM Impor Migas

ECM			
Periode	Aktual	Peramalan	Error
Nov-20	277.98	301.06	0.08
Des-20	310.06	336.26	0.08
Jan-21	356.96	277.02	0.22
:	:	:	:
Nov-23	746.96	359.19	0.51
Des-23	700.87	581.26	0.17
MAPE			22.1128%
VECM			
Periode	Aktual	Peramalan	Error
Nov-20	277.98	203.13	0.26
Des-20	310.06	221.28	0.28
Jan-21	356.96	226.18	0.36
:	:	:	:
Nov-23	746.96	294.65	0.60
Des-23	700.87	470.22	0.32
MAPE			28.1592%

Berdasarkan Tabel 17, nilai MAPE model ECM untuk meramalkan impor migas sebesar 22.1128% dan model VECM sebesar 28.1592%, yang keduanya berada di antara 20% hingga 50%. Berdasarkan kriteria MAPE, kedua model menunjukkan akurasi sedang atau layak untuk meramalkan impor migas. Dengan demikian, model ECM dan VECM cukup sesuai digunakan dalam peramalan impor migas.

PENUTUP

SIMPULAN

Hasil analisis menunjukkan bahwa baik model ECM maupun VECM sama-sama menemukan bahwa nilai kurs dolar tidak berpengaruh signifikan terhadap ekspor dan impor migas di Jawa Timur, baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Model ECM telah memenuhi asumsi klasik sehingga secara statistik model ECM valid. Namun, tingkat akurasi peramalan untuk ekspor migas menunjukkan bahwa model ECM memiliki akurasi yang rendah dengan MAPE 123.5848% dan untuk impor migas menunjukkan akurasi yang sedang atau layak dengan MAPE 22.1128%. Sementara itu, model VECM juga menunjukkan akurasi yang rendah untuk ekspor migas dengan MAPE 133.5658% dan untuk impor migas menunjukkan akurasi yang sedang atau layak dengan MAPE 28.1592%. Dengan demikian, meskipun ECM dinilai sebagai model terbaik dibandingkan VECM berdasarkan nilai MAPE, terutama untuk peramalan impor migas,

namun akurasi peramalan ekspor migas masih tergolong rendah. Oleh karena itu, kurs belum dapat dijadikan faktor utama dalam menjelaskan fluktuasi ekspor dan impor migas di Jawa Timur, sehingga perlu mempertimbangkan variabel lain yang lebih relevan dan berpengaruh.

SARAN

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk menambahkan variabel lain yang lebih relevan dalam perdagangan migas, seperti harga minyak dunia, volume produksi migas, dan tingkat inflasi, karena ketiganya memiliki pengaruh langsung terhadap ekspor dan impor migas. Selain itu, mengingat model ECM dan VECM menunjukkan akurasi peramalan yang rendah khususnya untuk ekspor migas (MAPE > 50%), disarankan untuk mencoba pendekatan lain seperti model ARIMAX atau SARIMAX. Pendekatan berbasis *machine learning* seperti *Random Forest*, *Support Vector Regression*, atau *Long Short-Term Memory (LSTM)* juga dapat dipertimbangkan karena berpotensi meningkatkan akurasi peramalan dan memberikan hasil yang lebih informatif untuk mendukung pengambilan keputusan di bidang perdagangan migas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya serta ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan motivasi. Tanpa kerjasama dan kontribusi dari berbagai pihak, penelitian ini tidak akan dapat terselesaikan dengan baik. Terima kasih kepada dosen pembimbing serta semua pihak yang telah memberikan dukungan selama penelitian ini berlangsung hingga selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, R. A., Rusgiyono, A., & Tarno. (2016). Analisis Integrasi Pasar Bawang Merah Menggunakan Metode Vector Error Correction Model (VECM) (Studi Kasus: Harga Bawang Merah di Provinsi Jawa Tengah). *Jurnal Gaussian*, 5, 811–820.
- Assidikiyah, N., Marseto, M., & Sishadiyati, S. (2021). Analisis Potensi Pertumbuhan Ekonomi Provinsi Jawa Timur (Sebelum Dan Saat Terjadi Pandemi Covid-19). *Jambura Economic Education Journal*, 3(2), 102–115. <https://doi.org/10.37479/jeej.v3i2.11017>
- Astuti, P. Y., & Saputro, D. R. S. (2018). Kointegrasi dan Estimasi Error Correction Model (ECM)- Engle-

- Granger. *Seminar Nasional Pendidikan Matematika Ahmad Dahlan*, 131–135.
- Dea Fitri, F. (2019). Effect Of Export And Import Of Gross Domestic Product In Indonesia 2008-2017. *Jurnal Ecoplan*.
- Ginting, A. M. (2013). Pengaruh Nilai Tukar Terhadap Ekspor Indonesia. *Buletin Ilmiah Litbang Perdagangan*, 7(1), 1–18.
- Halim, R. F., Sudarno, S., & Tarno, T. (2024). Pemodelan Antar Variabel Ekonomi Secara Simultan Menggunakan Pendekatan Vector Error Correction Model (Vecm). *Jurnal Gaussian*, 12(3), 414–424. <https://doi.org/10.14710/j.gauss.12.3.414-424>
- Hardianti S, V., & Wahyuningsih, D. (2021). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Penyaluran Kredit Perbankan Pada Bank Umum Di Indonesia Periode 2010-2018. *Buletin Ekonomika Pembangunan*, 1(1), 20–30. <https://doi.org/10.21107/bep.v1i1.11561>
- Hasanah, A. (2024). *Jatim Penghasil Migas Terbesar Ketiga Nasional*. Radio Republik Indonesia. <https://www.rri.co.id/daerah/748010/jatim-penghasil-migas-terbesar-ketiga-nasional>
- Igir, E. N., Rotinsulu, D. C. H., Niode, A., Pembangunan, J. E., Ekonomi, F., & Ratulangi, U. S. (2020). Analisis Pengaruh Kurs Terhadap Ekspor Non Migas di Indonesia Periode 2012 : Q1-2018 : Q4. *Jurnal Berkala Ilmiah Efisiensi*, 20(02), 93–102.
- Kartikasari, D., Khoirudin, R., Pembangunan, E., & Dahlan, U. A. (2020). Analisis Determinan Yang Mempengaruhi Impor di Indonesia. *Jurnal Ecoplan*, 62–76.
- Kusuma, L., Zafrullah, A., & Budiarto, B. (2021). Perdagangan Internasional Ekspor Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Di Indonesia 2015-2019. *Jurnal Calyptra*, 9(2), 1–8.
- Mardianto, M. F. F., Farizi, M. F. Al, Permana, M. R. A., Zah, A. I., & Pusporni, E. (2024). Foreign Exchange Rate Prediction of Indonesia's Largest Trading Partner Based on Vector Error Correction Model. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan*, 18(3), 1705–1718. <https://doi.org/10.30598/barekengvol18iss3pp1705-1718>
- Mustaqim, L. T., & Nora, E. (2017). Interkorelasi Antara Bi Rate Dengan Bagi Hasil Tabungan Bank Syariah Di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Dan Bisnis*, 17(1), 58–72. <http://e-jurnal.pnl.ac.id>
- Ni'mah, E. N., & Yulianto, S. (2017). Peramalan laju inflasi dan nilai tukar rupiah terhadap dolar amerika menggunakan model Vector Autoregressive (VAR) dan Vector Error Correction Model (VECM). *University Research Colloquium*, 481–490. <http://journal.unimma.ac.id/index.php/urecol/article/view/1071>
- Nirlukito, C. (2017). Analisis Faktor Internal Perubahan Kurs Rupiah terhadap Dolar Amerika dengan Menggunakan Multiple Regression Analysis Instrument With Error Correction Model (ECM). *JABE (Journal of Applied Business and Economic)*, 3(2), 90. <https://doi.org/10.30998/jabe.v3i2.1761>
- Nupuku, E., Lubis, S. N., & Sirait, B. (2021). Analisis Forecasting Produksi Dan Konsumsi Beras Di Propinsi Sumatera Utara. *Jurnal Darma Agung*, 29(3), 370. <https://doi.org/10.46930/ojsuda.v29i3.1220>
- Putri, K. A., Wibawa, D. P., & Sumiyati, S. (2023). Analisis Hubungan Ekspor, Impor, Kurs Dan Pertumbuhan Ekonomi Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. *Ekonomi Dan Bisnis*, 10(1), 16–34. <https://doi.org/10.35590/jeb.v10i1.5538>
- Putri, M., & Nuryaman, A. (2023). Penerapan Model Vector Error Correction Model (VECM) pada Peramalan Data Nilai Ekspor dan Nilai Impor Seluruh Komoditas di Provinsi Lampung Tahun 2022. *Jurnal Siger Matematika*, 04(02), 67–75.
- Rahayu, E., & Martha, S. (2021). Analisis Tingkat Inflasi dan BI Rate Menggunakan Vector Error Correction Model. *Buletin Ilmiah Mat, Stat, Dan Terapannya (Bimaster)*, 10(1), 51–60.
- Ramadhan, R. W., Iqbal, F., Utamy, N. P., & Ananda, A. N. (2023). Pengaruh Ekspor Sektor Migas dan Nonmigas Terhadap PDB Indonesia. *Jurnal Ekonomi Manajemen Dan Sosial*, 6(2), 62–71. <https://doi.org/10.56071/jemes.v6i2.602>
- Ridwan, A. A., & Huda, S. (2022). Pengaruh Ekspor Migas, Ekspor Non Migas , PMA , dan PMDN Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 1(6), 1440–1451.
- Sintia, I., Pasarella, M. D., & Nohe, D. A. (2022). Perbandingan Tingkat Konsistensi Uji Distribusi Normalitas Pada Kasus Tingkat Pengangguran di Jawa. *Prosiding Seminar Nasional Matematika, Statistika, Dan Aplikasinya*, 2(2), 322–333.
- Sudarsono, H. (2017). Analisis efektifitas transmisi kebijakan moneter konvensional dan syariah dalam mempengaruhi tingkat inflasi. *Jurnal Ekonomi & Keuangan Islam*, 3(2), 53–64. <https://doi.org/10.20885/jeki.vol3.iss2.art1>
- Utami, F. N., Paul, J., & Pasaribu, K. (2022). The Effect of Tax Revenues , Exports and Imports on Economic Growth : Analysis using Error Correction Model (ECM). *Jurnal Manajemen*, 1(1), 7–13.
- Valentika, N., Nursyiwani, V. I., & Ilmadi. (2020). Peramalan Kurs, Inflasi, Impor dan Ekspor Dengan VECM. *Accounting Information System*, 119–130.
- Widarjono, A. (2005). Ekonometrika : Teori dan Aplikasi Untuk Ekonomi dan Bisnis. In *Buku scan*.
- Wulandari, L., & Zuhri, S. (2019). Pengaruh Perdagangan Internasional Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Indonesia Tahun 2007-2017. *Jurnal REP (Riset Ekonomi Pembangunan)*, 4(2), 1–189. <https://doi.org/10.31002/rep.v4i2.781>
- Yanuar, E., & Akbar, A. (2022). Pengaruh Ekspor Dan Impor Migas Terhadap Cadangan Devisa Indonesia. *Klassen*, 2(2), 108–125.