

PENERAPAN MODEL ARIMAX DENGAN VARIABEL EKSOGEN HARGA CPO UNTUK PERAMALAN TOTAL EKSPOR SUMATERA UTARA

Devi Jojor Adventina Pasaribu^{1*}, Emeylia Safitri²

^{1,2}Program Studi Statistika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Terbuka, Tangerang Selatan,
Indonesia

*Penulis korespondensi: devipasaribu03@gmail.com

ABSTRAK

Kinerja perdagangan luar negeri melalui sektor ekspor menjadi pilar sekaligus tantangan bagi stabilitas pertumbuhan ekonomi regional, khususnya di Provinsi Sumatera Utara. Total ekspor daerah sangat dipengaruhi oleh dinamika pasar internasional serta volatilitas harga komoditas global. Oleh karena itu, diperlukan model peramalan yang mampu menangkap pola runtun waktu sekaligus pengaruh variabel eksternal. Penelitian ini bertujuan untuk mengaplikasikan dan membandingkan metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) murni dengan ARIMAX dalam memodelkan dan memprediksi nilai Total Ekspor Sumatera Utara menggunakan data deret waktu bulanan periode Januari 2019 hingga Desember 2024. Variabel eksogen yang diikutsertakan difokuskan pada Harga *Crude Palm Oil* (CPO) Dunia. Tahapan analisis mencakup identifikasi stasioneritas data melalui proses *differencing*, penentuan *delay parameter*, serta estimasi ordo model melalui plot ACF dan PACF. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua spesifikasi model memiliki performa peramalan yang sangat baik. Model ARIMA murni (2,1,1) menghasilkan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 10,640%, sedangkan pengintegrasian variabel Harga CPO pada model ARIMAX sedikit menurunkan MAPE menjadi 10,602%. Namun, pengujian parameter menunjukkan bahwa Harga CPO Dunia tidak memberikan pengaruh yang signifikan secara statistik ($p\text{-value} = 0,466 > 0,05$) terhadap pergerakan ekspor.

Kata Kunci: ARIMA, ARIMAX, ekspor, harga CPO, prediksi, *time series*.

1 PENDAHULUAN

Perdagangan internasional, khususnya kegiatan ekspor, memiliki peran krusial dalam mendorong pertumbuhan ekonomi suatu wilayah (Lubis & Siregar, 2022). Bagi Provinsi Sumatera Utara, ekspor merupakan salah satu tulang punggung perekonomian daerah yang memberikan kontribusi signifikan terhadap Pendapatan Asli Daerah (PAD), membuka lapangan pekerjaan, serta menjaga stabilitas neraca perdagangan (Pradana & Setiawan, 2020). Sebagai salah satu provinsi dengan sumber daya alam dan perkebunan yang masif, dinamika nilai total ekspor Sumatera Utara sangat dipengaruhi oleh pergerakan harga komoditas unggulan di pasar global, di mana salah satu komoditas primadonanya adalah *Crude Palm Oil* (CPO) atau minyak kelapa sawit mentah (Putri & Darmawan, 2019).

Fluktuasi nilai ekspor yang terjadi pada setiap periode menciptakan ketidakpastian bagi para pemangku kebijakan, baik pemerintah daerah maupun pelaku usaha (Wulansari & Sinaga, 2023). Oleh karena itu, diperlukan sebuah analisis peramalan (*forecasting*) yang akurat untuk memproyeksikan total nilai ekspor di masa depan (Makridakis et.al, 1998). Hasil peramalan ini sangat vital sebagai landasan dalam merumuskan kebijakan ekonomi, mitigasi risiko penurunan neraca perdagangan, serta perencanaan target pertumbuhan ekonomi daerah di tengah dinamika pasar internasional (Sari & Rahmawati, 2021).

Dalam statistika peramalan deret waktu (*time series*), metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) merupakan salah satu pendekatan univariat yang paling handal dan sering digunakan karena kemampuannya dalam menangkap pola data historis secara presisi tanpa memerlukan variabel pendukung lainnya (Brockwell & Davis, 2016). Namun, karena nilai ekspor secara teori makroekonomi juga berkaitan erat dengan fluktuasi harga komoditas global, muncul hipotesis bahwa pengintegrasian variabel dari luar (eksogen) ke dalam model peramalan dapat meningkatkan tingkat keakuratan prediksi (Anggraeni et al., 2018). Pengembangan dari metode ARIMA yang mampu mengakomodasi variabel eksogen ini dikenal dengan metode ARIMAX (Faisal & Utama, 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengujian dan komparasi kinerja antara model peramalan ARIMA murni dengan model ARIMAX. Pemodelan ARIMAX pada penelitian ini difokuskan menggunakan variabel eksogen tunggal, yakni Harga CPO Dunia, mengingat posisinya yang sangat dominan sebagai komoditas ekspor utama Sumatera Utara. Melalui evaluasi perbandingan tingkat kesalahan peramalan (Mean Absolute Percentage Error/MAPE) dan pengujian signifikansi parameter eksogen, penelitian ini diharapkan dapat mengidentifikasi spesifikasi model peramalan yang paling optimal, efisien, dan rasional berdasarkan prinsip parsimoni untuk memproyeksikan pergerakan Total Ekspor Provinsi Sumatera Utara.

2 METODE PENELITIAN

2.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder dalam bentuk deret waktu bulanan Nilai Total Ekspor Provinsi Sumatera Utara yang dirilis oleh Badan Pusat Statistik (Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara, 2025a; Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara 2025b), dan Harga Crude Palm Oil (CPO) Dunia yang diperoleh dari data publikasi World Bank (World Bank, 2025), dengan rincian pada Tabel 1. Data yang digunakan pada setiap variabel merupakan data dengan periode Januari 2019 – Desember 2024.

Tabel 1. Variabel Penelitian

Jenis	Variabel	Simbol	Satuan
Dependen	Total Ekspor Sumatera Utara	Y	Juta USD
Independen	Harga CPO Dunia	X_1	USD/MT

2.2 Total Ekspor

Ekspor merupakan kegiatan mengeluarkan barang dari daerah pabean untuk dikirim ke luar negeri. Dalam konteks perekonomian regional, total nilai ekspor menjadi indikator krusial untuk mengukur daya saing komoditas unggulan daerah di pasar internasional. Nilai ekspor dalam penelitian ini dicatat dalam satuan Juta Dolar Amerika Serikat (USD), yang sangat rentan terhadap pergerakan harga komoditas global.

2.3 ARIMAX

ARIMAX merupakan versi lanjutan dari model ARIMA yang menggunakan peramalan deret waktu multivariat dengan menggunakan beberapa deret waktu yang disediakan sebagai variabel eksogen untuk meramalkan variabel terikat. ARIMAX (ARIMA with exogenous regressors) adalah ARIMA yang menambahkan variabel luar (eksogen) $X_{k,t}$ ke dalam pemodelan (Box et al., 2015; Cryer & Chan, 2008; Wei, 2006), dengan bentuk persamaan umum:

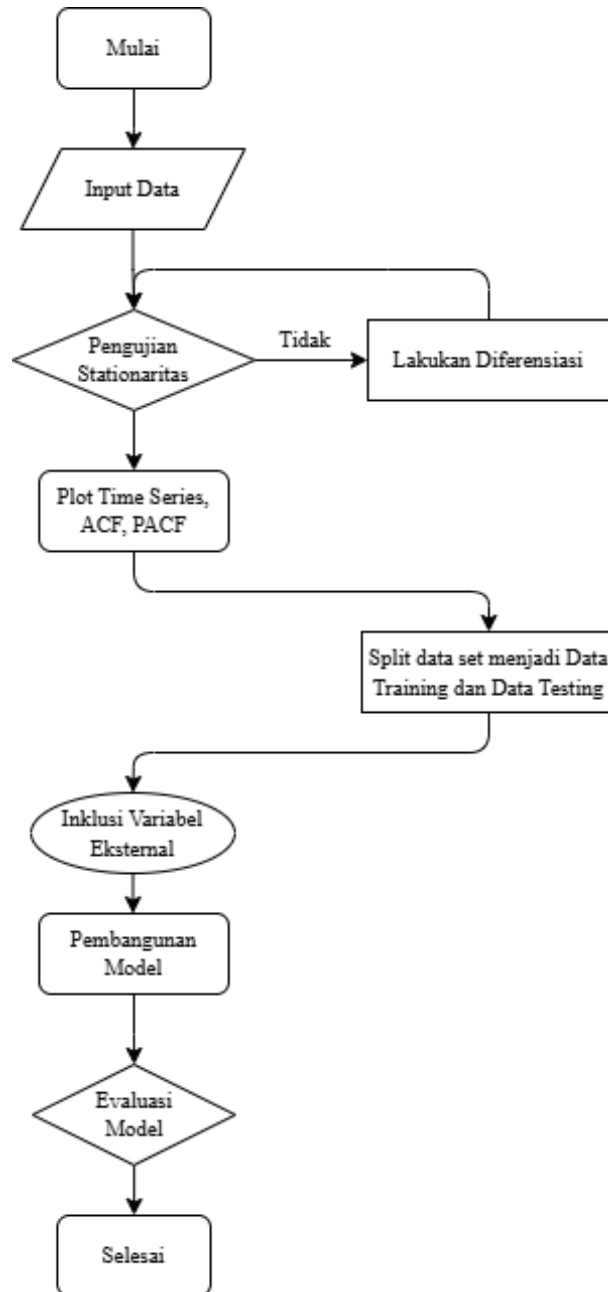
$$Y_t = \alpha + \sum_{i=1}^p \phi_i Y_{t-i} + \sum_{j=1}^q \theta_j \epsilon_{t-j} + \sum_{k=1}^m \beta_k X_{k,t} + \epsilon_t \quad (1)$$

Keterangan:

Y_t = Total Ekspor

$X_{k,t}$ = variabel eksternal (Harga CPO Dunia).

2.4 Tahapan Analisis



Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Analisis Data

Tahapan analisis data dalam penelitian ini mengidentifikasi langkah-langkah dengan rincian sebagai berikut:

1. Tahap awal dalam pemodelan ARIMAX adalah dengan menginput data parameter yang digunakan. Variabel penelitian terdiri dari satu variabel dependen yaitu Total Ekspor, dan variabel independen (eksogen) yang meliputi Harga CPO Dunia.
2. Pemeriksaan stasioneritas dilakukan melalui identifikasi plot deret waktu. Jika data belum stasioner pada rata-rata atau varians, dilakukan penyesuaian (*differencing*). Setelah data dinyatakan stasioner, estimasi parameter awal ARIMA dilakukan dengan memperhatikan pola pada *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF). Model akhir dipilih berdasarkan kesesuaian model (*goodness of fit*), yang secara khusus bertujuan untuk mendapatkan nilai *Akaike Information Criterion* (AIC) yang paling rendah:

$$AIC = n \ln(\hat{\sigma}_e^2) + 2(p + q + 1) \quad (2)$$

3. Uji korelasi silang (*Cross-Correlation*) dilakukan sebagai langkah awal untuk melihat keterkaitan antara variabel utama dengan variabel eksogen.
4. Evaluasi performa model dilakukan menggunakan *Root Mean Square Error* (RMSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). RMSE digunakan untuk mengukur ketepatan prediksi dengan memberikan penalti lebih besar pada kesalahan yang besar. Sementara itu, MAPE digunakan untuk melihat persentase kesalahan rata-rata model terhadap nilai aktual. MAE menentukan kesalahan rata-rata dengan memperlakukan semua data secara sama. Nilai tersebut dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - Y_i)^2} \quad (3)$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{Y_i - \hat{Y}_i}{Y_i} \right| \times 100 \quad (4)$$

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Y_i - \hat{Y}_i| \quad (5)$$

Keterangan:

Y_i = nilai aktual observasi ke- i

$\hat{Y}_i$ = jumlah prediksi ke- i .

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Deskriptif

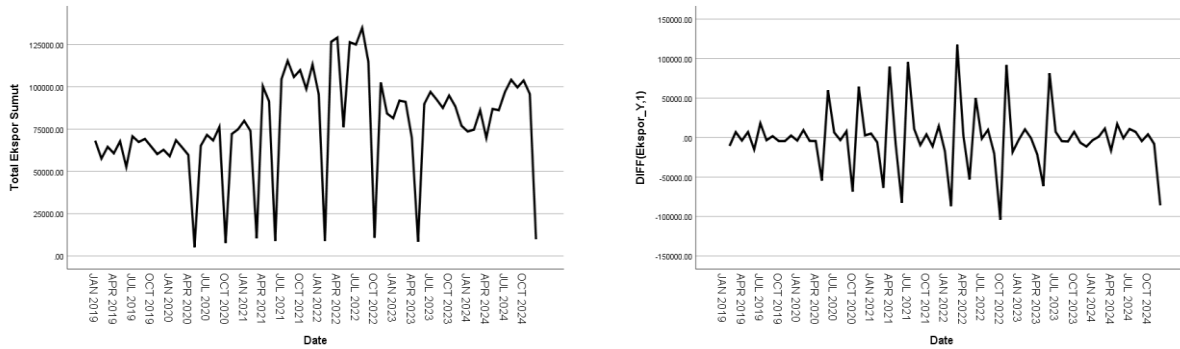
Analisis deskriptif dilakukan untuk memahami karakteristik dan sebaran data dari setiap variabel yang digunakan dalam model ARIMAX. Statistik deskriptif yang mencakup nilai rata-rata (mean), standar deviasi, nilai minimum, dan nilai maksimum dari variabel Total Ekspor (Y), Kurs (X_1), dan Harga CPO (X_2) disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Statistik deskriptif variabel penelitian

Variabel	Rata-rata (Mean)	Standar Deviasi	Nilai Minimum	Nilai Maksimum
Total Ekspor (Y)	77253.5972	30971.41807	5192	134769
Harga CPO (X_2)	93491.9861	28029.66521	54388	177696

3.2. Uji Stasioneritas

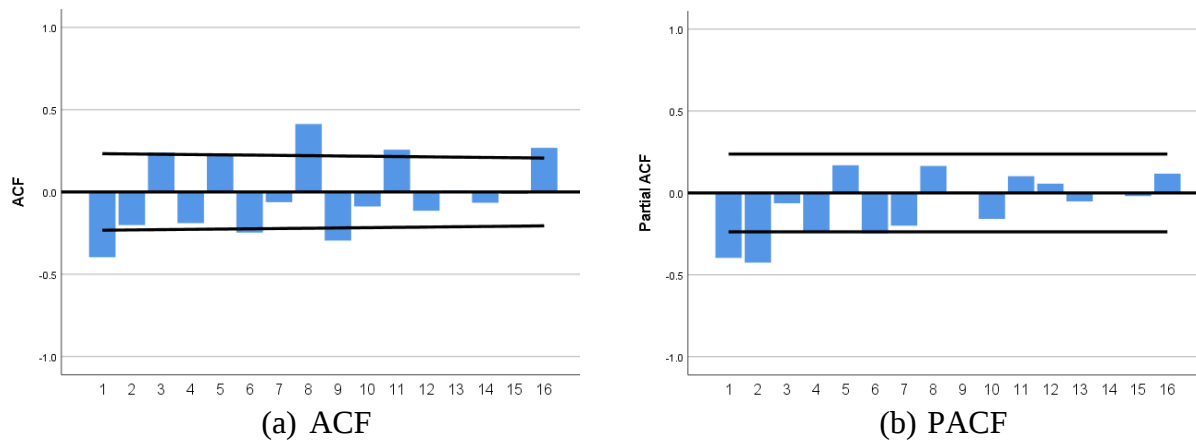
Sebelum dilakukan pembentukan model, data runtun waktu wajib melalui pemeriksaan stasioneritas. Berdasarkan visualisasi plot data asli, variabel Total Ekspor menunjukkan kecenderungan tren yang tidak stasioner dalam rata-rata. Oleh karena itu, dilakukan transformasi *differencing* tingkat pertama ($d=1$). Hasil dari penyesuaian diferensiasi menunjukkan data telah berfluktuasi secara konstan di sekitar nilai nol, menandakan stasioneritas telah terpenuhi.



(a) (b)
Gambar 2. Plot Deret Waktu Sebelum (a) dan Sesudah (b) Differencing

3.3. Pembentukan Model ARIMAX

Langkah pertama untuk menentukan orde dasar model ARIMAX dapat dilakukan melalui identifikasi plot ACF dan PACF pada data yang telah stasioner. Berdasarkan pengamatan visual, pada grafik ACF terlihat *cut off* pada lag 1 yang berarti orde dari *Moving Average* (q) adalah 1. Sementara itu, grafik PACF menunjukkan *cut off* yang jelas pada lag 2 yang berarti orde dari *Autoregressive* (p) adalah 2.



(a) ACF (b) PACF
Gambar 3. Plot ACF dan PACF variabel Total Ekspor stasioner

Berdasarkan hasil plot tersebut, dilakukan estimasi pemodelan ARIMAX dengan spesifikasi dasar ARIMA (2,1,1) yang hasilnya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Estimasi parameter model ARIMAX

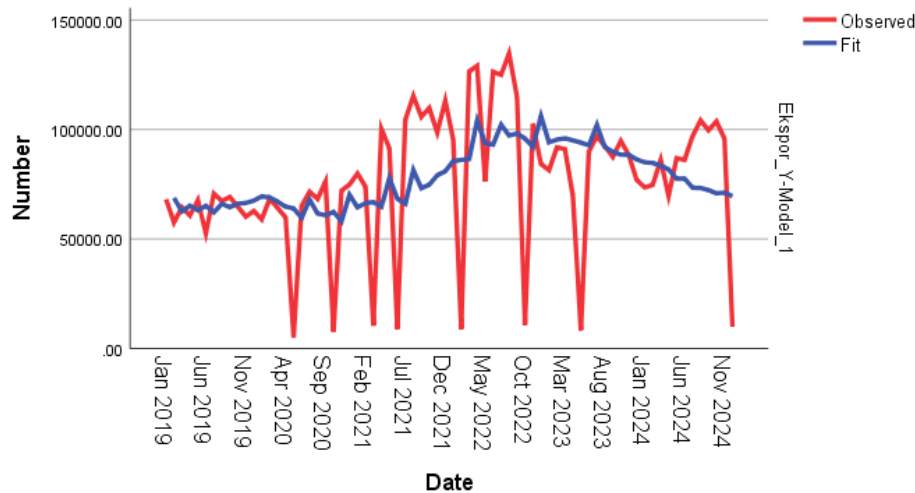
Komponen	Estimate	Std. Error	<i>t</i>	Sig.
AR(1)	0.030	0.140	0.215	0.830
AR(2)	-0.118	0.138	-0.851	0.398

MA(1)	0.997	0.773	1.290	0.202
Harga CPO	0.023	0.019	1.251	0.215

Terlihat pada Tabel 3, variabel Harga CPO memiliki nilai signifikansi sebesar 0,215 ($> 0,05$), yang berarti fluktuasi harga CPO dunia tidak memberikan pengaruh yang nyata secara statistik terhadap model peramalan Total Ekspor pada penelitian ini.

3.4. Prediksi Total Ekspor

Gambar 4 menyajikan perbandingan antara prediksi model ARIMAX dengan data aktual. Terlihat bahwa hasil prediksi berusaha mengikuti fluktuasi data asli, meskipun terdapat deviasi pada titik-titik puncak atau penurunan yang ekstrem akibat tingginya dinamika variabel makro di lapangan.



Gambar 4. Perbandingan Total Ekspor Aktual dengan Prediksi ARIMAX

3.5. Evaluasi Model

Berdasarkan pemodelan yang sudah diperoleh, selanjutnya dilakukan komparasi evaluasi dari hasil prediksi ARIMA murni (Model 1) dan ARIMAX (Model 2).

Tabel 4. Perbandingan Evaluasi Kinerja Spesifikasi Model

Spesifikasi Model	Variabel Eksogen	MAPE (%)
Model 1	Tidak ada (ARIMA Murni)	10.640
Model 2	Harga CPO	10.602

Secara keseluruhan, kedua spesifikasi model menunjukkan performa peramalan yang tergolong dalam kategori sangat baik (*Good Forecasting*), di mana nilai tingkat kesalahan atau MAPE stabil berada di kisaran 10,6%. Pengintegrasian variabel eksogen Harga CPO pada Model 2 terbukti mampu menurunkan nilai tingkat kesalahan secara marginal, yakni dari 10,640% menjadi 10,602%. Akan tetapi, variabel Harga CPO tidak signifikan ($p\text{-value } 0,466 > 0,05$), mempengaruhi Total Ekspor.

4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pemodelan data deret waktu yang telah dilakukan pada periode Januari 2019 hingga Desember 2024, dapat ditarik kesimpulan bahwa pemodelan ARIMA murni (tanpa variabel eksogen) terbukti memiliki tingkat akurasi yang baik dalam meramalkan nilai Total

Ekspor Provinsi Sumatera Utara, yang direpresentasikan oleh nilai MAPE sebesar 10,640%. Pengintegrasian variabel eksogen Harga CPO ke dalam pemodelan (ARIMAX) sedikit menurunkan nilai MAPE menjadi 10,602%, namun variabel Harga CPO secara statistik tidak terbukti memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pergerakan ekspor ($p\text{-value} = 0,215 > 0,05$).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan masukan selama proses pelaksanaan penelitian hingga penyusunan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, W., Mahananto, F., & Rahmawati, A. (2018). Peramalan Nilai Ekspor Non-Migas Indonesia Menggunakan Model ARIMAX. *Jurnal Tekno Kompak*, 12(2), 34–39.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara. (2025a). *Provinsi Sumatera Utara Dalam Angka 2025*. Medan: BPS Provinsi Sumatera Utara.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara. (2025b). *Statistik Ekspor Provinsi Sumatera Utara 2019-2024*. Medan: BPS Provinsi Sumatera Utara.
- Box, G. E. P., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C., & Ljung, G. M. (2015). *Time Series Analysis: Forecasting and Control* (5th ed.). Hoboken: John Wiley & Sons.
- Brockwell, P. J., & Davis, R. A. (2016). *Introduction to Time Series and Forecasting* (3rd ed.). New York: Springer.
- Cryer, J. D., & Chan, K. S. (2008). *Time Series Analysis: With Applications in R* (2nd ed.). New York: Springer.
- Faisal, M., & Utama, R. (2021). Peramalan Nilai Ekspor Provinsi Menggunakan Metode Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variables (ARIMAX). *Jurnal Statistika dan Aplikasinya*, 5(1), 112–125.
- Lubis, A. S., & Siregar, H. (2022). Analisis Pengaruh Nilai Tukar dan Harga CPO Internasional Terhadap Kinerja Ekspor Sektor Perkebunan Sumatera Utara. *Jurnal Ekonomi Makro Regional*, 14(3), 145–158.
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & Hyndman, R. J. (1998). *Metode dan Aplikasi Peramalan* (Edisi ke-2, Terjemahan). Jakarta: Erlangga.
- Pradana, A., & Setiawan, S. (2020). Pemodelan ARIMAX pada Data Nilai Tukar Petani dan Ekspor Komoditas Unggulan. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 9(2), 234–241.
- Putri, R. E., & Darmawan, G. (2019). Penerapan Model ARIMAX untuk Peramalan Nilai Ekspor dengan Variabel Eksogen Nilai Tukar Rupiah. *Jurnal Ilmu Statistik*, 10(2), 189–201.
- Sari, D. P., & Rahmawati, N. (2021). Pemodelan ARIMAX untuk Memprediksi Dampak Volatilitas Kurs Terhadap Ekspor Non-Migas. *Jurnal Matematika, Statistika, dan Komputasi*, 17(2), 88–99.

- Wei, W. W. S. (2006). *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods* (2nd ed.). Boston: Pearson Addison Wesley.
- World Bank. (2025). *World Bank Commodity Price Data (The Pink Sheet): Crude Palm Oil Prices 2019-2024*. Washington, DC: World Bank Group.
- Wulansari, A., & Sinaga, J. (2023). Analisis Deret Waktu Multivariat ARIMAX pada Volatilitas Ekspor. *Jurnal Analisis Data*, 8(1), 45–56.