

PERAMALAN EKSPOR MIGAS BERBASIS EKSTRAPOLASI POLINOMIAL CHEBYSHEV

[Forecasting of Oil and Gas Exports Based on Chebyshev Polynomial Extrapolation]

Sabna Zulfaa Sabina¹⁾, Dhea Wasila Rahmi²⁾, Razma Rizqiyah Awwaliyah³⁾,
Nuzla Af'idatur Robbaniyah⁴⁾, Tri Maryono Rusadi⁵⁾*

Universitas Mataram

rusadi.tm@staff.unram.ac.id (corresponding)

ABSTRAK

Ekspor memiliki peran strategis dalam menunjang pendapatan negara. Sektor migas, sebagai salah satu sumber daya alam utama Indonesia, berkontribusi signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi nasional. Produksi migas Indonesia saat ini menunjukkan tren yang tidak stabil, dipengaruhi oleh dinamika harga dan permintaan di pasar global. Penelitian ini bertujuan untuk meramalkan volume ekspor migas Indonesia pada tahun 2025 menggunakan metode ekstrapolasi Chebyshev. Metode ekstrapolasi Chebyshev dipilih karena kemampuannya menghasilkan prediksi yang lebih akurat untuk data di luar rentang waktu yang tersedia. Data yang digunakan meliputi volume ekspor bulanan sektor migas dari tahun 2019 sampai 2024. Dalam analisis, polinomial Chebyshev derajat empat diterapkan untuk memproyeksikan tren ekspor di masa mendatang. Diketahui nilai MAPE untuk model ekstrapolasi chebyshev sebesar 12,10%. Hasil peramalan menunjukkan adanya peningkatan ekspor migas bulanan pada tahun 2025, dengan nilai terendah tercatat pada bulan Januari sebesar 1.373,70 dan puncak ekspor pada bulan Desember sebesar 1.805,33. Secara keseluruhan, prediksi ini mengindikasikan stabilitas volume ekspor migas dengan tren yang cenderung meningkat dibandingkan tahun sebelumnya.

Kata kunci: Peramalan; Ekspor; Ekstrapolasi Chebyshev; Migas

ABSTRACT

Exports play a strategic role in supporting the country's revenue. The oil and gas sector, as one of Indonesia's primary natural resources, contributes significantly to national economic growth. Indonesia's oil and gas production currently exhibits an unstable trend, influenced by the dynamics of global prices and demand. This research aims to forecast Indonesia's oil and gas export volume in 2025 using the Chebyshev extrapolation method. The Chebyshev extrapolation method is chosen due to its ability to produce more accurate predictions for data outside the available time range. The data used includes monthly export volumes of the oil and gas sector from 2019 to 2024. In the analysis, a fourth-degree Chebyshev polynomial is applied to project future export trends. The Mean Absolute Percentage Error (MAPE) for the Chebyshev extrapolation model is 12,10%. The forecasting results indicate an increase in monthly oil and gas exports in 2025, with the lowest value recorded in January at 1.373,70 and the peak export in December at 1.805,33. Overall, this prediction indicates the stability of oil and gas export volumes with a tendency towards an increasing trend compared to the previous year.

Keywords: Forecasting; Exports; Chebyshev Extrapolation; Oil and Gas

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara berkembang yang terus aktif membangun berbagai sektor guna meningkatkan kesejahteraan masyarakatnya (Yanuar & Akbar, 2022). Salah satu kekuatan utama yang dapat dimanfaatkan untuk mendukung pembangunan ini adalah kekayaan sumber daya alam Indonesia. Dengan memanfaatkan sumber daya alam yang melimpah, Indonesia memiliki peluang besar untuk meningkatkan pendapatan negara melalui perdagangan internasional. Dalam hal ini, ekspor menjadi salah satu kegiatan utama yang penting, yaitu penjualan produk berupa barang maupun jasa ke negara lain (Ibrahim & Halkam, 2021). Kegiatan ekspor ini memainkan peran strategis karena menjadi sumber utama pemasukan devisa bagi negara (Syaputra & Laut, 2022).

Tingkat ekspor suatu negara juga menjadi indikator penting untuk mengukur keterbukaan perekonomiannya. Semakin tinggi tingkat ekspor, semakin besar keterlibatan negara tersebut dalam perdagangan internasional. Hal ini menandakan bahwa Indonesia memiliki perekonomian yang terbuka, di mana partisipasi aktif dalam perdagangan internasional berperan penting untuk mendorong pertumbuhan ekonomi (Hayati *et al.*, 2022). Keterlibatan dalam pasar global menciptakan peluang dan tantangan tersendiri yang harus dikelola secara efektif untuk menjaga stabilitas ekonomi.

Pertumbuhan ekonomi merupakan indikator penting yang mencerminkan keberhasilan pembangunan negara (Manik, 2022). Tingkat pertumbuhan ekonomi sering digunakan untuk melihat indikator makro lainnya, seperti inflasi, pengangguran, dan kemiskinan. Semakin tinggi pertumbuhan ekonomi, semakin besar kemampuan negara untuk memenuhi kebutuhan masyarakat dan meningkatkan kesejahteraan (Hodijah & Angelina, 2021). Minyak dan gas (migas) merupakan salah satu sumber daya alam strategis yang dimiliki Indonesia, dengan peran penting dalam mendukung pembangunan nasional. Sektor migas menjadi pilar utama pembangunan, menunjukkan kontribusi yang dominan. Hingga kini, migas tetap menjadi andalan perekonomian Indonesia, baik sebagai sumber devisa maupun sebagai penyedia kebutuhan energi domestik (Volta & Kafabih, 2015). Namun, karena eksploitasi yang terus menerus, produksi migas Indonesia kini mengalami penurunan dan kenaikan secara bertahap, baik dari segi harga maupun permintaan global (Fahriza & Hartono, 2018). Fluktuasi ini mengharuskan adanya penyesuaian kebijakan energi, baik di tingkat domestik maupun internasional. Dengan pengelolaan produksi dan konsumsi migas yang bijak, Indonesia dapat mempertahankan stabilitas ekonomi dan kesejahteraan masyarakat, meskipun cadangan migas semakin terbatas (Andriani *et al.*, 2018). Fluktuasi harga migas ini juga berpengaruh langsung terhadap inflasi, neraca perdagangan, dan kestabilan ekonomi Indonesia secara keseluruhan. Oleh karena itu, penting bagi Indonesia untuk merencanakan strategi perdagangan migas jangka panjang dengan memanfaatkan proyeksi harga yang akurat (Bank, 2020).

Di tengah tantangan tersebut, proyeksi volume perdagangan migas di masa depan menjadi semakin penting untuk memastikan kelangsungan ekonomi dan stabilitas energi. Metode ekstrapolasi Chebyshev adalah salah satu pendekatan yang efektif untuk memproyeksikan data migas di masa depan. Metode ini mampu menghasilkan prediksi yang lebih akurat dan mendukung perencanaan ekspor migas yang lebih baik, sehingga membantu pemerintah dan instansi terkait dalam membuat keputusan yang strategis terkait sektor perdagangan.

Terdapat beberapa penelitian yang sudah menerapkan metode ini, misalnya dalam penelitian yang dilakukan oleh Darussalam *et al.*, pada tahun 2024. Penelitian ini membahas perbandingan antara dua teknik ekstrapolasi utama, yaitu polinomial dan Chebyshev untuk meramalkan volume ekspor migas pada tahun 2022. Data yang digunakan adalah data aktual tahun 2019 hingga 2021. Berdasarkan hasil analisis, meskipun kedua metode menghasilkan prediksi yang cukup akurat, ekstrapolasi polinomial menunjukkan kesalahan yang sedikit lebih rendah dibandingkan dengan Chebyshev. Menggunakan MAPE sebagai ukuran evaluasi, nilai untuk ekstrapolasi polinomial tercatat 28,48, sementara untuk Chebyshev adalah 31,46. Adapun galat relatif yang diperoleh untuk metode polinomial adalah 0,304%, sedangkan pada metode Chebyshev sebesar 0,327%. Dengan demikian, metode polinomial dipilih sebagai yang terbaik, dengan prediksi volume ekspor migas mencapai 11.127,29.

Penelitian yang dilakukan oleh Pratama1 *et al.*, pada tahun 2014 membahas mengenai pemilihan metode interpolasi dan ekstrapolasi yang tepat untuk memprediksi angka pengangguran di Indonesia, dimana metode Interpolasi Chebyshev terbukti memberikan tingkat akurasi prediksi yang paling baik berdasarkan nilai RMSE yaitu sebesar 159.786. Secara visual untuk Interpolasi Spline kubik menunjukkan

gambar yang paling baik dalam mengikuti dinamika data yang ada. Hal ini dapat menjadi pertimbangan dalam pemilihan metode untuk penelitian serupa terkait prediksi data time series.

METODE PENELITIAN

Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder berbentuk deret waktu tahunan yang diperoleh dari situs web Kementerian Perdagangan. Data yang digunakan mencakup periode tahun 2019 hingga 2024. Data tersebut mencakup berbagai sektor ekspor, seperti migas, non-migas, pertanian, industri, pertambangan, dan lainnya. Namun, penelitian ini difokuskan hanya untuk menghitung prediksi total ekspor migas dengan menggunakan metode ekstrapolasi Chebyshev.

Tabel 1. Data Aktual Ekspor Migas Dari 2019-2022

Tahun	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Januari	1.131,26	815,32	883,81	903,51	1.487,95	1.397,57
Februari	1.050,78	805,15	860,59	1.029,58	1.186,51	1.216,91
Maret	1.077,41	617,36	951,52	1.493,31	1.338,23	1.285,24
April	688,11	562,37	941,72	1.466,58	1.258,66	1.349,97
Mei	1.054,24	560,9	940,58	1.498,06	1.308,61	1.419,11
Juni	714,13	567,37	1.239,29	1.551,77	1.259,69	1.231,22
Juli	1.400,50	660,43	978,81	1.287,58	1.226,8	1.422,95
Agustus	842,84	599,58	1.044,59	1.662,88	1.318,79	1.203,62
September	803,03	667,32	934,77	1.258,95	1.405,1	1.401,1
Oktober	859,95	614,54	1.064,28	1.286,3	1.370,43	1.378,43
November	1.033,73	762,25	1.339,45	1.101,92	1.282,2	1.378,43
Desember	1.133,28	1.018,79	1.068,01	1.457,78	1.478,94	1.378,43
Total	11.789,26	8.251,38	12.247,42	15.998,22	15.921,91	16.062,98

Tabel 1 menyajikan data dari tahun 2019 hingga 2024 yang menunjukkan adanya fluktuasi. Oleh karena itu, untuk memperkirakan nilai ekspor migas tahun 2025, dilakukan peramalan menggunakan metode ekstrapolasi Chebyshev.

Ekstrapolasi Chebyshev

Ekstrapolasi merupakan metode yang digunakan untuk menentukan nilai dari luar rentang data atau yang berada di luar interval (Rodliyah, 2015). Ekstrapolasi Chebyshev memanfaatkan polinomial Chebyshev untuk memproyeksikan nilai-nilai di luar rentang data yang tersedia.

- Polinomial Chebyshev

Polinomia

1 Chebyshev merupakan polinomial orthogonal yang memiliki banyak jenis karena bentuk rekursif. Salah satu dan paling mendasar adalah polinomial Chebyshev jenis pertama. Polinomial Chebyshev memiliki beberapa sifat berikut (Powell, 1991):

a. Persamaan rekursif Polinomial Chebyshev dapat didefinisikan sebagai relasi rekursif berikut:

$$T_0(x) = 1$$

$$T_1(x) = x$$

$$T_n(x) = 2xT_{n-1}(x) - T_{n-2}(x), n \geq 2$$

$$\text{Atau dapat ditulis } T_{n+1}(x) = 2xT_n(x) - T_{n-1}(x), n \geq 1$$

b. Koefisien Utama

Persamaan rekursif polinomial Chebyshev menyatakan bahwa koefisien dari x^N yang merupakan koefisien utama pada polinomial $T_N(x)$ adalah

$$2 \times (\text{koefisien } x^{N-1} \text{ dalam } T_{N-1}(x))$$

Oleh karena itu, koefisien dari x^N dalam polinomial $T_N(x)$ adalah 2^{N-1} untuk $N \geq 1$

c. Representasi trigonometri dalam $[-1,1]$

Untuk setiap $x \in [-1,1], T_n(x) = \cos(n \cos^{-1} x), n \geq 0$

Atau

$$T_N(x) = \cos(N \arccos(x))$$

Dalam trigonometri berlaku:

$$\begin{aligned} \cos(n+1)\theta &= \cos\theta \cos n\theta - \sin\theta \sin n\theta, \\ \cos(n-1)\theta &= \cos\theta \cos n\theta + \sin\theta \sin n\theta, \end{aligned}$$

Karena,

$$\cos(n+1)\theta = 2\cos\theta \cos n\theta - \cos(n-1)\theta,$$

Diberikan $\theta = \cos^{-1}x$, maka $x = \cos\theta$, dan

$$\text{definisikan } t_n(x) = \cos(n \cos^{-1}x) = \cos(n\theta).$$

sehingga,

$$\left\{ \begin{array}{l} t_0(x) = 1 \\ t_1(x) = x \\ t_{n+1}(x) = 2xt_n(x) - t_{n-1}(x), \quad n \geq 1 \end{array} \right\}$$

Oleh karena itu $t_n(x) = T_n(x)$.

d. Akar Polinomial di $[-1,1]$

Polinomial Chebyshev $T_N(x)$ dengan orde $N \geq 1$ memiliki N buah akar dalam interval $[-1,1]$, yaitu

$$x_k = \cos\left(\frac{2k+\pi}{n}\right) \text{ untuk } k = 0, 1, \dots, N$$

Nilai tersebut dikatakan sebagai titik Chebyshev

Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

MAPE digunakan sebagai ukuran kesalahan yang menunjukkan persentase deviasi antara data aktual dan hasil peramalan. Nilai MAPE dapat dihitung menggunakan rumus berikut (Krisma et al., 2019):

$$MAPE = \left(\frac{100\%}{n}\right) \sum_{t=1}^n \frac{|X_t - F_t|}{X_t}$$

Keterangan :

X_t : Data aktual pada periode t

F_t : Nilai peramalan pada periode t

n : Jumlah data

Tabel 2. Ketentuan Nilai MAPE

Nilai MAPE	Interpretasi
≤ 10	Hasil peramalan sangat akurat
10 - 20	Hasil peramalan baik
20 - 50	Hasil peramalan layak (cukup baik)
> 50	Hasil peramalan tidak akurat

HASIL DAN PEMBAHASAN

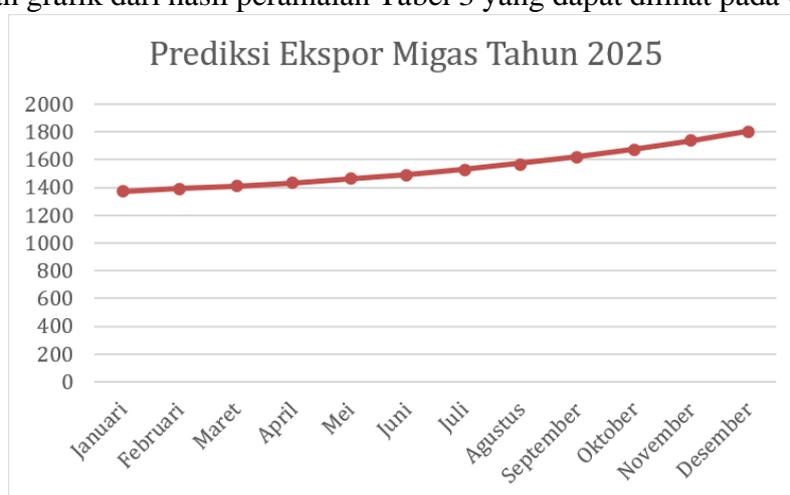
Berdasarkan model Chebyshev yang diperoleh setelah perhitungan, didapatkan nilai MAPE sebesar 12,10%. Menurut Tabel 2, nilai MAPE ini menunjukkan bahwa tingkat kesalahan rata-rata relatif terhadap data aktual masih tergolong cukup akurat atau dapat dikategorikan sebagai prediksi yang baik. Selanjutnya, dilakukan peramalan ekspor migas tahun 2025 menggunakan model Chebyshev tersebut.

Hasil peramalan diperoleh dengan metode ekstrapolasi Chebyshev menggunakan data aktual selama lima tahun terakhir, yaitu dari 2019 hingga 2024, dan menggunakan derajat polinomial ke-4. Detail hasil peramalan ini disajikan dalam Tabel 3, yang menunjukkan estimasi nilai ekspor migas untuk setiap bulan pada tahun 2025.

Tabel 3. Hasil Prediksi Ekstrapolasi *Chebyshev*

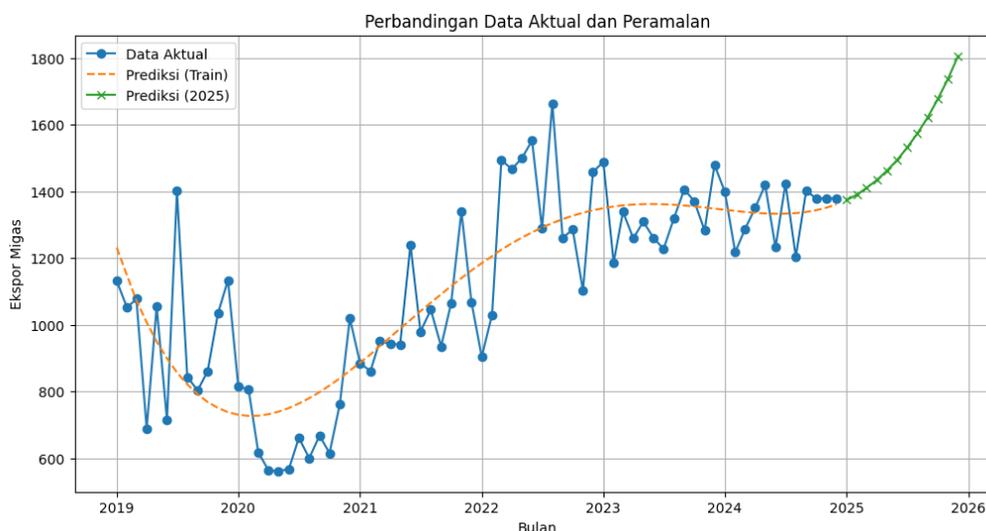
Tahun	Prediksi 2025
Januari	1.373,70
Februari	1.389,88
Maret	1.409,57
April	1.433,12
Mei	1.460,88
Juni	1.493,21
Juli	1.530,51
Agustus	1.573,14
September	1.621,52
Oktober	1.676,06
November	1.737,19
Desember	1.805,33

Berikut disajikan grafik dari hasil peramalan Tabel 3 yang dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini:



Gambar 1. Prediksi Ekspor Migas Tahun 2025

Berdasarkan Gambar 1, terlihat bahwa peramalan ekspor migas tahun 2025 menggunakan metode ekstrapolasi Chebyshev mengalami kenaikan setiap bulan. Tren ekspor migas ini menunjukkan adanya perbedaan signifikan dalam volume ekspor sepanjang tahun. Hasil peramalan tersebut menunjukkan bahwa ekspor migas terendah terjadi pada bulan Januari 2025 sebesar 1.37370, sementara puncak ekspor tercatat pada bulan Desember 2025 sebesar 1.805,33.



Gambar 2. Grafik Perbandingan Data Aktual dan Peramalan Ekspor Migas

Berdasarkan grafik perbandingan data aktual dan peramalan pada Gambar 2, pola data aktual dari tahun 2019 hingga 2024 menunjukkan fluktuasi yang cukup signifikan. Hal ini mencerminkan dinamika ekspor migas yang dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti permintaan pasar global, harga migas, dan kondisi ekonomi dunia. Secara umum, tren data menunjukkan peningkatan stabil sejak tahun 2021 hingga 2024, setelah mengalami penurunan tajam pada tahun 2020.

Model prediksi, yang digambarkan oleh garis oranye putus-putus, terlihat dapat menangkap tren jangka panjang dengan cukup baik. Model ini cenderung menghaluskan fluktuasi tajam pada data aktual, seperti lonjakan atau penurunan mendadak, sehingga lebih fokus pada gambaran umum tren. Untuk data prediksi tahun 2025, yang ditunjukkan dengan tanda silang hijau, terlihat adanya proyeksi peningkatan signifikan dalam volume ekspor migas dibandingkan tahun sebelumnya. Hal ini mencerminkan optimisme terhadap pertumbuhan ekspor di masa depan, sesuai dengan pola pemulihan yang terlihat pada data historis.

Secara keseluruhan, metode Chebyshev memberikan hasil yang baik untuk memprediksi tren jangka panjang, meskipun cenderung mengabaikan fluktuasi tajam pada data aktual. Prediksi untuk tahun 2025 menunjukkan optimisme dengan proyeksi peningkatan ekspor migas yang signifikan. Namun, hasil ini tetap perlu divalidasi dengan mempertimbangkan skenario lain atau faktor eksternal yang dapat memengaruhi realisasi data di masa depan, sehingga dapat meningkatkan keakuratan dan kegunaan prediksi ini dalam perencanaan strategi ekspor migas.

PENUTUP

Simpulan

Hasil analisis menunjukkan metode ekstrapolasi Chebyshev mampu digunakan untuk meramalkan ekspor migas tahun 2025 dengan memanfaatkan data aktual selama 5 tahun terakhir yaitu tahun 2019 sampai 2024 dengan nilai MAPE 12,10%. Dari hasil peramalan tersebut didapatkan peramalan pada bulan januari sebesar 1.373,70; february sebesar 1.389,88; maret sebesar 1.409,57; april sebesar 1.433,12; mei sebesar 1.460,88; juni sebesar 1.1493,21; juli sebesar 1.530,51; agustus sebesar 1.573,14; september sebesar 1.621,52; oktober sebesar 1.676,06; november sebesar 1.737,19; desember 1.805,33 dengan total ekspor migas tahun 2025 sebesar 18.504,11 US\$. Peramalan tersebut memperlihatkan potensi stabilisasi dalam ekspor migas yang dapat diartikan sebagai perkiraan ekspor migas akan lebih konsisten dan mengalami peningkatan pada setiap bulannya.

Saran

Adapun saran pada penelitian ini, untuk peneliti selanjutnya yaitu menggunakan metode yang berbeda sehingga dapat meningkatkan keakuratan hasil prediksi dengan memperkecil nilai MAPE yang diperoleh.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, Y., Silitonga, H., & Wanto, A. (2018). Analisis jaringan syaraf tiruan untuk prediksi volume ekspor dan impor migas di indonesia. *Register: Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi*, 4(1), 30–40. <https://doi.org/10.26594/register.v4i1.1157>
- Bank, A. D. (2020). Energy Sector Assessment, Strategy, and Road Map: Indonesia. In *Asian Development Bank* (Issue December).
- Darussalam, M. M., Vega, M. A., Octaria, P., & Puspari, S. (2024). Perbandingan Metode Ekstrapolasi Polinomial dan Ekstrapolasi Chebyshev pada Prediksi Total Ekspor Migas Tahun 2022. *Jurnal Ilmiah Informatika Global*, 15(1), 30–37. <https://doi.org/10.36982/jiig.v15i1.3624>
- Fahriza, A., & Hartono, D. (2018). Pengaruh Minyak Dan Gas Terhadap Kinerja Pertumbuhan Ekonomi Regional: Sebuah Kutukan Atau Anugerah? *EKUITAS (Jurnal Ekonomi Dan Keuangan)*, 2(2), 184–202. <https://doi.org/10.24034/j25485024.y2018.v2.i2.3940>
- Hodijah, S., & Angelina, G. P. (2021). Analisis pengaruh ekspor dan impor terhadap pertumbuhan ekonomi di Indonesia. *Jurnal Manajemen Terapan Dan Keuangan*, 10(01), 53-62.
- Hayati, F. N., Nurlaily, D., & Pusporani, E. (2022). Peramalan Data Ekspor Non Migas Provinsi

- Kalimantan Timur Menggunakan Univariate Time Series. *J Statistika*, 14(2), 59–66. <https://doi.org/10.36456/jstat.vol14.no2.a3858>
- Ibrahim, H. R., & Halkam, H. (2021). *Perdagangan Internasional & Strategi Pengendalian Impor*. Lembaga Penerbitan Universitas Nasional (LPU-UNAS).
- Krisma, Alviani Azhari, Muhammad Widagdo, P. P. (2019). Perbandingan Metode Double Exponential Smoothing Dan Triple Exponential Smoothing Dalam Parameter Tingkat Error Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dan Means Absolute Deviation (MAD) Alviani Krisma Putut Pamilih Widagdo Kata kunci-forecasting, Double Ex. *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi*, 4(2), 81–87.
- Manik, M. (2022). Pengaruh Perdagangan Internasional Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Indonesia. *E-Mabis: Jurnal Ekonomi Manajemen dan Bisnis*, 23(2), 13-20.
- Pratama1, R., Sianipar2, R. H., & Ketut Wiryajati3, I. (2014). Pengaplikasian Metode Interpolasi Dan Ekstrapolasi Lagrange, Chebyshev Dan Spline Kubik Untuk Memprediksi Angka Pengangguran Di Indonesia [Applications Method Lagrange Interpolation And Extrapolation, Chebyshev And Cubic Spline To Predict The Unemployment. *Jurusan Teknik Elektro*, 1(2), 116–121.
- Powell, M. (1991). *Aproximation Theory and Methods*. New York: Press Syndicate of the University of Cambridge.
- Pusat Data dan Sistem Informasi Kementerian Perdagangan Republik Indonesia. (2024). Total Ekspor Impor - Satu Data Perdagangan Kemendag RI. Retrieved from <https://satudata.kemendag.go.id/data-informasi/perdagangan-luar-negeri/ekspor-impor>
- Rodliyah, I. (2015). Aplikasi Interpolasi Lagrange dan Ekstrapolasi dalam Peramalan Jumlah Penduduk. *Seminar Nasional Matematika Dan Pendidikan Matematika UNY 2015*, 265–272.
- Syaputra, I. A., & Laut, L. T. (2022). Determination Exports Indonesia In 1990-2021. *Growth: Jurnal Ilmiah Ekonomi Pembangunan*, 1(2), 22–42.
- Volta, G. D. M., & Kafabih, F. (2015). Reformulasi Sistem Bagi Hasil Melalui Kontrak Bagi Produksi Guna Mewujudkan Kedaulatan Migas. *Panggung Hukum*, 1(1). https://www.academia.edu/download/49595370/isi_4_reformasi_bagi_hasil_migas_penulis_arif.pdf
- Yanuar, E., & Akbar, A. (2022). Pengaruh Ekspor Dan Impor Migas Terhadap Cadangan Devisa Indonesia. *Klassen*, 2(2), 108–125.