

# Aplikasi Model Pertumbuhan Logistik untuk Estimasi Jumlah Penduduk Kabupaten Ponorogo

Nabila Asyiqotur Rohmah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut Agama Islam Negeri Ponorogo

correspondence e-mail\*, [annabila@iainponorogo.ac.id](mailto:annabila@iainponorogo.ac.id)<sup>1</sup>

Submitted:

Revised: 2024/07/01;

Accepted: 2024/08/11; Published: 2024/10/08

## Abstract

Population growth is a critical issue for government planning, necessitating accurate projections for future years to inform long-term policy decisions. This study explores estimating the population of Ponorogo Regency through a logistic growth model. The model's differential equation, structured as a separable differential equation, was solved and applied to real population data to derive a specific solution. The results indicate that, among five tested models, four logistic growth models are viable for projecting the population of Ponorogo Regency.

## Keywords



estimation of population; logistic growth model; prediction; Ponorogo

© 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY SA) license, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>.

## PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk merupakan faktor krusial bagi keberlanjutan suatu negara. Banyak kebijakan pemerintah disusun berdasarkan data jumlah penduduk di tingkat regional maupun nasional. Peningkatan tajam jumlah penduduk maupun penurunan populasi yang berkelanjutan merupakan fenomena yang perlu diantisipasi oleh para pemangku kebijakan. Pertumbuhan penduduk yang cepat berpotensi meningkatkan angka kriminalitas apabila tidak diimbangi dengan tersedianya lapangan kerja dan tingkat pendidikan yang memadai<sup>1</sup>. Sebaliknya, penurunan populasi dapat mengancam keberlanjutan negara, menciptakan masalah baru karena komposisi usia penduduk menjadi didominasi oleh kelompok lansia dibandingkan kelompok muda<sup>2</sup>.

Mempertimbangkan tantangan yang mungkin muncul akibat perubahan jumlah

<sup>1</sup> Lidiya Rima Ranti et al., "Pengaruh Pertumbuhan Penduduk Dan Pertumbuhan Ekonomi Terhadap Tingkat Pengangguran di Kota Pontianak," *JURNAL PENDIDIKAN DAN ILMU SOSIAL (JUPENDIS)* 2, no. 3 (June 15, 2024): 222–35, <https://doi.org/10.54066/jupendis.v2i3.2032>.

<sup>2</sup> Mayang Terapulina Br Karo et al., "Fenomena Shoushika: Analisis Kebijakan Pemerintah Jepang Pada Era Kepemimpinan Shinzo Abe," *TRANSBORDERS: International Relations Journal* 4, no. 2 (June 30, 2021): 96–110, <https://doi.org/10.23969/transborders.v4i2.3939>.

penduduk, pemerintah perlu merumuskan kebijakan yang mampu mengendalikan pertumbuhan populasi secara efektif. Tantangan kependudukan ini membutuhkan pemikiran jangka panjang dan erat kaitannya dengan proyeksi jumlah penduduk di masa mendatang. Untuk memperkirakan jumlah penduduk pada periode tertentu, penggunaan metode prediksi yang tepat sangat diperlukan.

Berdasarkan data dari BPS Kabupaten Ponorogo selama periode 2014-2020<sup>3</sup>, jumlah penduduk Ponorogo menunjukkan tren peningkatan. Pertumbuhan ini dapat menjadi indikator positif jika didukung oleh kebijakan yang menyentuh berbagai aspek kehidupan masyarakat Ponorogo. Sebagai contoh, peningkatan populasi anak-anak memerlukan kebijakan yang mendukung pencegahan stunting dan peningkatan akses pendidikan.

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk memprediksi jumlah penduduk. Di antaranya adalah penerapan metode *single moving average* untuk memperkirakan pertumbuhan penduduk di Kecamatan Buntu Pane, Kabupaten Asahan<sup>4</sup>; metode *least-square* untuk memperkirakan jumlah penduduk Indonesia<sup>5</sup>; model ARIMA untuk memproyeksikan populasi Kabupaten Sleman<sup>6</sup>; model persamaan logistik untuk estimasi populasi di Kalimantan Barat<sup>7</sup>; serta model pertumbuhan logistik untuk memperkirakan jumlah penduduk miskin di Kabupaten Probolinggo<sup>8</sup>.

Penelitian ini bertujuan untuk memperkirakan jumlah penduduk di Kabupaten Ponorogo dengan menggunakan persamaan diferensial model pertumbuhan logistik. Sebagai data awal, penelitian ini memanfaatkan data yang disediakan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Timur.

## METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kajian teoritis untuk mengaplikasikan persamaan

<sup>3</sup> Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur, "Jumlah Penduduk Menurut Jenis Kelamin dan Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Timur - Tabel Statistik," accessed October 5, 2024, <https://jatim.bps.go.id/id/statistics-table/2/Mzc1IzI=/jumlah-penduduk-menurut-jenis-kelamin-dan-kabupaten-kota-provinsi-jawa-timur.html>.

<sup>4</sup> Mira Tania, Ruri Ashari Dalimunthe, and Sri Rezki Maulina Azmi, "Penerapan Metode Single Moving Average Untuk Memprediksi Jumlah Pertumbuhan Penduduk," *Decode: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi* 4, no. 2 (June 4, 2024): 452–65, <https://doi.org/10.51454/decode.v4i2.490>.

<sup>5</sup> Hendri Noviyanto and Arma Fauzi, "Prediksi Pertumbuhan Penduduk di Indonesia Menggunakan Metode Least Square," *MAP (Mathematics and Applications) Journal* 4, no. 2 (December 30, 2022): 155–62, <https://doi.org/10.15548/map.v4i2.4835>.

<sup>6</sup> Reni Yuliyanti and Elly Arliani, "Peramalan jumlah penduduk menggunakan model arima," *Jurnal Kajian dan Terapan Matematika* 8, no. 2 (September 19, 2022): 114–28.

<sup>7</sup> Suci Riska Putri, Evi Noviani, and Yudhi Yudhi, "Prediksi Jumlah Penduduk Dengan Persamaan Logistik Menggunakan Metode Adams-Bashforth-Moulton (Studi Kasus: Kalimantan Barat)," *Bimaster: Buletin Ilmiah Matematika, Statistika Dan Terapannya* 11, no. 1 (January 20, 2022), <https://doi.org/10.26418/bbimst.v11i1.52200>.

<sup>8</sup> Syiful Janan, Tuhfatul Janan, and Mustakim Mustakim, "Analisis Model Pertumbuhan Logistik Untuk Memprediksi Jumlah Penduduk Miskin Di Kabupaten Probolinggo," *Basis: Jurnal Ilmiah Matematika* 3, no. 2 (September 28, 2024): 9–14, <https://doi.org/10.30872/basis.v3i2.1368>.

diferensial dalam model pertumbuhan logistik. Langkah pertama yang dilakukan adalah mempelajari teori dan konsep dasar dari model pertumbuhan logistik. Model ini secara luas digunakan untuk menggambarkan pertumbuhan populasi dengan mempertimbangkan batasan lingkungan, di mana laju pertumbuhan penduduk berkurang seiring dengan meningkatnya jumlah populasi, mendekati kapasitas dukung lingkungan.

Langkah kedua adalah mencari solusi matematis dari model pertumbuhan logistik. Persamaan logistik merupakan bentuk persamaan diferensial non-linear yang menggambarkan perubahan populasi seiring waktu. Solusi dari persamaan ini menghasilkan fungsi yang dapat memprediksi jumlah penduduk pada waktu tertentu dengan parameter seperti laju pertumbuhan intrinsik dan kapasitas lingkungan.

Tahap ketiga dalam penelitian ini adalah pengumpulan data populasi dari Kabupaten Ponorogo. Sumber data yang digunakan adalah laporan dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Timur. Data ini memberikan gambaran kuantitatif mengenai pertumbuhan penduduk di wilayah tersebut selama periode waktu tertentu.

Selanjutnya, model pertumbuhan logistik diterapkan untuk memperkirakan jumlah penduduk Kabupaten Ponorogo. Data historis dari BPS digunakan sebagai input untuk parameterisasi model, sehingga prediksi yang dihasilkan berdasarkan tren data riil. Hasilnya adalah proyeksi populasi yang mempertimbangkan keterbatasan kapasitas lingkungan daerah.

Akhirnya, penelitian ini menarik kesimpulan dari hasil yang diperoleh. Dengan menggunakan model pertumbuhan logistik, dapat dipahami bagaimana populasi Kabupaten Ponorogo akan berkembang di masa mendatang serta batasan yang mungkin dihadapi terkait sumber daya alam dan lingkungan. Kesimpulan ini dapat menjadi dasar dalam perencanaan pembangunan berkelanjutan dan kebijakan kependudukan, khususnya untuk meminimalkan dampak negatif pertumbuhan penduduk terhadap lingkungan dan kesejahteraan masyarakat.

## PEMBAHASAN DAN HASIL

### Model Pertumbuhan Logistik

Bentuk sederhana model logistik antara lain:

$$\frac{1}{P} \frac{dP}{dt} = k \left( 1 - \frac{P}{K} \right) \quad (1)$$

Persamaan (1) dapat diselesaikan dengan membawa ke bentuk persamaan diferensial terpisah:

$$\frac{dP}{P\left(1 - \frac{P}{K}\right)} = k dt$$

$$\int \frac{dP}{P\left(1 - \frac{P}{K}\right)} = \int k dt$$

$$\int \frac{dP}{P} - \int \frac{dP}{K - P} = \int k dt$$

$$\ln P - \ln(K - P) = kt + c$$

$$\ln\left(\frac{P}{K - P}\right) = kt + c$$

$$\frac{P}{K - P} = e^{kt+c} = Ce^{kt}; \text{ dengan } C=e^c$$

$$\frac{K - P}{P} = \frac{1}{Ce^{kt}}$$

$$P = \frac{KCe^{kt}}{1 + Ce^{kt}} \quad (2)$$

Substitusikan nilai awal pada  $t = 0$  dan  $P(0) = P_0$  Persamaan (2), sehingga diperoleh:

$$C = \frac{P_0}{K - P_0}$$

Substitusikan kembali nilai  $C$  ke Persamaan (2), sehingga didapatkan penyelesaian khusus sebagai berikut:

$$P = \frac{K\left(\frac{P_0}{K - P_0}\right)e^{kt}}{1 + \left(\frac{P_0}{K - P_0}\right)e^{kt}}$$

$$P = \frac{K}{\left(\frac{K - P_0}{P_0}\right)e^{-kt} + 1}$$

$$P = \frac{K}{\frac{K}{P_0}e^{-kt} - e^{-kt} + 1}$$

$$P = \frac{K}{e^{-kt}\left(\frac{K}{P_0} - 1\right) + 1} \quad (3)$$

Dengan:

- $P$  = jumlah populasi penduduk pada saat  $t$
- $P_0$  = jumlah populasi penduduk di saat  $t = 0$
- $K$  = daya tampung dari suatu daerah untuk populasi
- $k$  = laju pertumbuhan penduduk per kapita populasi
- $t$  = waktu

Penyelesaian khusus dari persamaan logistik yang didapatkan pada Persamaan (3) akan digunakan untuk memperkirakan jumlah penduduk di Kabupaten Ponorogo.

### Jumlah Penduduk Kabupaten Ponorogo

Data pada Tabel 1 menunjukkan jumlah penduduk Kabupaten Ponorogo.

**Tabel 1.** Jumlah Penduduk Kabupaten Ponorogo pada 2014-2023

Tahun	Jumlah Penduduk
2018	870.705
2019	871.370
2020	949.318
2021	969.456
2022	964.253
2023	972.582

Sumber: Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur

Pembuatan model pertumbuhan penduduk Kabupaten Ponorogo didasarkan pada model pertumbuhan logistik. Model logistik dibuat berdasarkan jumlah penduduk Kabupaten Ponorogo pada Tabel 1.

Data jumlah penduduk Kabupaten Ponorogo yang disajikan pada Tabel 1 menunjukkan perkembangan populasi selama periode 2018 hingga 2023. Berdasarkan data ini, jumlah penduduk meningkat dari 870.705 jiwa pada tahun 2018 menjadi 972.582 jiwa pada tahun 2023. Fluktuasi jumlah penduduk terlihat, dengan peningkatan yang signifikan pada tahun 2020 dan 2021, kemudian sedikit menurun pada tahun 2022 sebelum kembali meningkat pada tahun 2023.

Untuk memahami dinamika pertumbuhan penduduk ini, model pertumbuhan logistik digunakan. Model ini mempertimbangkan tidak hanya laju pertumbuhan penduduk, tetapi juga batasan lingkungan yang dapat mempengaruhi jumlah maksimum populasi yang bisa ditampung oleh wilayah tersebut, atau dikenal sebagai "kapasitas dukung". Model logistik merupakan model pertumbuhan yang ideal untuk menggambarkan bagaimana populasi cenderung tumbuh pesat ketika sumber daya cukup melimpah, tetapi melambat seiring bertambahnya jumlah penduduk dan menyesuaikan dengan batasan sumber daya di lingkungan tersebut.

Pembuatan model ini berdasarkan data jumlah penduduk di Kabupaten Ponorogo dari tahun 2018 hingga 2023 yang diambil dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Timur. Model logistik memanfaatkan parameter seperti laju pertumbuhan populasi dan kapasitas dukung lingkungan. Dengan model ini, proyeksi pertumbuhan penduduk di masa depan dapat

diperkirakan secara lebih akurat dibandingkan model linear, karena memperhitungkan faktor-faktor seperti keterbatasan sumber daya alam.

Dalam proses pemodelan, data dari Tabel 1 akan digunakan sebagai dasar untuk menghitung parameter yang diperlukan dalam persamaan logistik. Dengan demikian, prediksi yang dihasilkan tidak hanya akan menunjukkan tren pertumbuhan penduduk, tetapi juga memberikan gambaran tentang titik di mana pertumbuhan tersebut akan mendekati kapasitas maksimum yang dapat ditanggung oleh Kabupaten Ponorogo. Model ini sangat penting untuk perencanaan jangka panjang, termasuk kebijakan pembangunan dan distribusi sumber daya.

### Penyelesaian Model Logistik Pertumbuhan Populasi

Untuk menyelesaikan model logistik pertumbuhan populasi, perlu diasumsikan daya tampung suatu daerah tersebut. Berdasarkan data yang diperoleh dari Tabel 1, penduduk Kabupaten Ponorogo belum pernah menyentuh angka 1.000.000 jiwa penduduk. Hal itu membawa kita pada asumsi bahwa daya tampung Kabupaten Ponorogo adalah  $k=1.000.000$  penduduk.

Pada Tabel 1, data yang didapatkan adalah data dari tahun 2018-2023. Akan diasumsikan tahun 2014 sebagai tahun awal ( $t = 0$ ). Tabel 1 dapat ditulis ulang ke dalam Tabel 2 sesuai urutan tahunnya sebagai berikut:

**Tabel 2.** Jumlah Penduduk Kabupaten Ponorogo pada Tahun Ke- $t$

Tahun ke- $t$	Jumlah Penduduk
$t = 0$	870.705
$t = 1$	871.370
$t = 2$	949.318
$t = 3$	969.456
$t = 4$	964.253
$t = 5$	972.582

Berdasarkan Tabel (2), didapatkan  $P_0 = 870705$ . Dengan substitusi  $P_0 = 870705$  dan asumsi daya tampung  $K=1.000.000$ , Persamaan (3) menjadi:

$$P(t) = \frac{1.000.000}{0,148495e^{-kt} + 1} \quad (4)$$

Untuk mendapatkan model logistik yang dapat digunakan untuk memperkirakan jumlah penduduk, perlu didapatkan nilai  $k$ . Nilai  $k$  didapatkan dari substitusi jumlah penduduk pada

tahun ke-t ke dalam Persamaan (4). Pada penelitian ini, akan dilakukan substitusi nilai t dan jumlah penduduk dari waktu  $t = 1, 2, \dots, 5$  sehingga akan didapatkan lima model logistik untuk pembandingan hasil estimasi. Untuk  $t=1$  maka  $P(1) = 871370$ , untuk pada  $t=2$  maka  $P(2) = 949318$ , dan seterusnya.

Berikut adalah model logistik yang didapat dari substitusi  $t = 1, 2, 3, 4$  dan substitusi nilai-nilai  $P(1)$  hingga  $P(4)$  secara berurutan terhadap Persamaan (4).

$$871370 = \frac{1.000.000}{0,148495e^{-k_1} + 1} \tag{5}$$

$$949318 = \frac{1.000.000}{0,148495e^{-2k_2} + 1} \tag{6}$$

$$969456 = \frac{1.000.000}{0,148495e^{-3k_3} + 1} \tag{7}$$

$$964253 = \frac{1.000.000}{0,148495e^{-4k_4} + 1} \tag{8}$$

$$972582 = \frac{1.000.000}{0,148495e^{-5k_5} + 1} \tag{9}$$

Dengan menyelesaikan Persamaan (5)-(9), didapatkan nilai-nilai  $k_1 = 0,005920$ ,  $k_2 = 0,511483$ ,  $k_3 = 0,516786$ ,  $k_4 = 0,346920$ , dan  $k_5 = 0,332309$ . Model-model logistik yang didapatkan adalah:

$$P(t) = \frac{1.000.000}{0,148495e^{-0,005920t} + 1} \tag{10}$$

$$P(t) = \frac{1.000.000}{0,148495e^{-1,022966t} + 1} \tag{11}$$

$$P(t) = \frac{1.000.000}{0,148495e^{-1,550360t} + 1} \tag{12}$$

$$P(t) = \frac{1.000.000}{0,148495e^{-1,387680t} + 1} \tag{13}$$

$$P(t) = \frac{1.000.000}{0,148495e^{-1,661548t} + 1} \tag{14}$$

Secara berturut-turut, Persamaan (10)-(14) akan disebut Model Logistik I hingga yang terakhir adalah Model Logistik V. Selanjutnya, dengan semua model logistik di atas, akan diproyeksikan jumlah penduduk untuk dipilih model yang paling mendekati hasil real. Tabel 3 berisi tabulasi jumlah penduduk Kabupaten Ponorogo berdasarkan keempat model logistik yang telah tersusun di atas.

**Tabel 3.** Tabulasi Jumlah Penduduk Berdasarkan Hasil Real dan Hasil Estimasi Model Logistik

Tahun	Hasil Real	Model I	Model II	Model III	Model IV	Model V
-------	------------	---------	----------	-----------	----------	---------

2018	870.705	870.705	870.705	870.705	870.705	870.705
2019	871.370	871.370	949.318	969.456	969.456	972.582
2020	949.318	872.032	981.167	993.360	993.360	994.677
2021	969.456	872.691	993.146	998.584	998.584	998.985
2022	964.253	873.348	997.525	999.699	999.699	999.807
2023	972.582	874.001	999.109	999.936	999.936	999.963
2024	-	874.651	999.679	999.986	999.986	999.993

Berdasarkan analisis yang dilakukan pada Tabel 3, estimasi jumlah penduduk Kabupaten Ponorogo untuk tahun 2024 dapat dihitung meskipun data aktual untuk tahun tersebut belum tersedia. Dengan menggunakan beberapa model estimasi dari Model I hingga Model V, terlihat bahwa tren jumlah penduduk Kabupaten Ponorogo terus mengalami peningkatan seiring dengan data sensus penduduk yang tersedia pada periode sebelumnya.

Namun, terdapat perbedaan yang cukup signifikan dalam tingkat akurasi masing-masing model. Model I, misalnya, menunjukkan deviasi terbesar dari data aktual, terutama pada tahun 2019, di mana prediksi jumlah penduduk jauh melebihi angka aktual sebesar 871.370 jiwa. Hal ini menunjukkan bahwa Model I kurang akurat dalam memproyeksikan pertumbuhan penduduk di tahun-tahun tersebut, yang mungkin disebabkan oleh asumsi pertumbuhan populasi yang terlalu tinggi. Deviasi besar ini menyoroti pentingnya memilih model yang lebih tepat untuk analisis jangka panjang.

Di sisi lain, estimasi yang diberikan oleh Model II hingga Model V menunjukkan hasil yang lebih akurat dibandingkan Model I, meskipun pada tahun 2019 prediksi mereka juga cenderung lebih tinggi daripada data aktual. Estimasi dari Model II hingga Model V untuk tahun 2019 memperkirakan angka populasi di atas 940.000 jiwa, sementara data aktual hanya menunjukkan 871.370 jiwa. Ketidakcocokan ini disebabkan oleh adanya lonjakan populasi yang signifikan pada tahun 2020, di mana terjadi penambahan penduduk sebesar 77.948 jiwa dibandingkan tahun sebelumnya. Perubahan signifikan ini, yang tidak sesuai dengan tren pertumbuhan moderat pada tahun-tahun sebelumnya, mempengaruhi akurasi estimasi pada model-model tersebut.

Meskipun demikian, pada tahun 2020 hingga 2023, prediksi dari Model II hingga Model V lebih mendekati data sensus aktual. Kenaikan jumlah penduduk pada periode tersebut tidak setinggi pada tahun 2019, yang menyebabkan tingkat error pada model menjadi lebih rendah. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun beberapa model mengalami kesulitan memprediksi lonjakan populasi, tren pertumbuhan yang lebih stabil pada tahun-tahun berikutnya membuat estimasi lebih dapat diandalkan.

Dengan demikian, estimasi jumlah penduduk Kabupaten Ponorogo untuk tahun 2024 diperkirakan akan lebih akurat jika mengikuti tren moderat dari tahun 2020 hingga 2023, di mana kenaikan jumlah penduduk cenderung stabil. Berdasarkan tren ini, serta dengan asumsi bahwa tidak akan terjadi lonjakan populasi yang tiba-tiba seperti pada tahun 2020, diperkirakan jumlah penduduk Kabupaten Ponorogo pada tahun 2024 akan berada di sekitar 999.000 jiwa. Estimasi ini didasarkan pada analisis dari beberapa model dengan memperhitungkan tren historis dan mengantisipasi pertumbuhan yang lebih moderat dibandingkan lonjakan populasi pada periode sebelumnya. Estimasi ini dapat dijadikan acuan dalam perencanaan pembangunan, distribusi sumber daya, dan kebijakan pemerintah daerah untuk menghadapi peningkatan populasi yang terus berlanjut.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Persamaan diferensial model pertumbuhan logistik dapat diterapkan untuk mengestimasi jumlah penduduk di Kabupaten Ponorogo. Dari lima model yang dikembangkan, Model II hingga Model V adalah model yang dapat diterima, karena kesalahan perhitungannya lebih rendah dibandingkan dengan Model I. Ketidakakuratan dalam estimasi jumlah penduduk dapat disebabkan oleh perubahan populasi yang signifikan dalam kurun waktu tertentu, sementara di waktu lain perubahan populasi tidak terjadi secara substansial. Lonjakan populasi tidak dapat diantisipasi secara optimal oleh model, sehingga menyebabkan ketidakakuratan pada Model I. Untuk memperoleh hasil yang lebih akurat, pembaca disarankan menggunakan metode numerik atau model persamaan lain untuk melakukan perbandingan hasil estimasi. Selain itu, faktor-faktor yang dapat menyebabkan perubahan populasi secara mendadak, seperti migrasi penduduk atau bencana alam, perlu dipertimbangkan dalam proses estimasi.

## REFERENSI

- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. "Jumlah Penduduk Menurut Jenis Kelamin dan Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Timur - Tabel Statistik." Accessed October 5, 2024. <https://jatim.bps.go.id/id/statistics-table/2/Mzc1IzI=/jumlah-penduduk-menurut-jenis-kelamin-dan-kabupaten-kota-provinsi-jawa-timur.html>.
- Janan, Syifaul, Tuhfatul Janan, and Mustakim Mustakim. "Analisis Model Pertumbuhan Logistik Untuk Memprediksi Jumlah Penduduk Miskin Di Kabupaten Probolinggo." *Basis : Jurnal Ilmiah Matematika* 3, no. 2 (September 28, 2024): 9–14. <https://doi.org/10.30872/basis.v3i2.1368>.

- Karo, Mayang Terapulina Br, Ihsan Hikmatullah, Maudyta Dwi Puteri, Qotrun Nada Aulia, and Nur Safa Shafira. "Fenomena Shoushika: Analisis Kebijakan Pemerintah Jepang Pada Era Kepemimpinan Shinzo Abe." *TRANSBORDERS: International Relations Journal* 4, no. 2 (June 30, 2021): 96–110. <https://doi.org/10.23969/transborders.v4i2.3939>.
- Noviyanto, Hendri, and Arma Fauzi. "Prediksi Pertumbuhan Penduduk di Indonesia Menggunakan Metode Least Square." *MAP (Mathematics and Applications) Journal* 4, no. 2 (December 30, 2022): 155–62. <https://doi.org/10.15548/map.v4i2.4835>.
- Putri, Suci Riska, Evi Noviani, and Yudhi Yudhi. "Prediksi Jumlah Penduduk Dengan Persamaan Logistik Menggunakan Metode Adams-Bashforth-Moulton (Studi Kasus: Kalimantan Barat)." *Bimaster: Buletin Ilmiah Matematika, Statistika Dan Terapannya* 11, no. 1 (January 20, 2022). <https://doi.org/10.26418/bbimst.v11i1.52200>.
- Ranti, Lidiya Rima, Astrid Astrid, Dewi Yanti, and Yusawinur Barella. "Pengaruh Pertumbuhan Penduduk Dan Pertumbuhan Ekonomi Terhadap Tingkat Pengangguran Di Kota Pontianak." *JURNAL PENDIDIKAN DAN ILMU SOSIAL (JUPENDIS)* 2, no. 3 (June 15, 2024): 222–35. <https://doi.org/10.54066/jupendis.v2i3.2032>.
- Tania, Mira, Ruri Ashari Dalimunthe, and Sri Rezki Maulina Azmi. "Penerapan Metode Single Moving Average Untuk Memprediksi Jumlah Pertumbuhan Penduduk." *Decode: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi* 4, no. 2 (June 4, 2024): 452–65. <https://doi.org/10.51454/decode.v4i2.490>.
- Yuliyanti, Reni, and Elly Arliani. "Peramalan jumlah penduduk menggunakan model arima." *Jurnal Kajian dan Terapan Matematika* 8, no. 2 (September 19, 2022): 114–28.