

Penerapan Persamaan Diferensial Model Eksponensial dan Logistik dalam Mengestimasi Jumlah Penduduk Di Nusa Tenggara Barat

Rida Alkausar Hardi¹, Ifan Hasnan Dani¹, Rio Satriyantara^{1*}, Hady Rasikhun²

¹ Program Studi Matematika, FMIPA, Universitas Mataram, Mataram

² Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Muhammadiyah Mataram, Mataram

riosatriyantara@staff.unram.ac.id

Diterima: 3-06-26; Direvisi: 17-06-26; Dipublikasi: 30-06-26

Abstract

Rapid population growth can lead to social and economic problems if it is not properly controlled. This study aims to model the population of West Nusa Tenggara using differential equation models, namely the exponential and logistic models. Population data were obtained from Statistics Indonesia for the period from 1994 until 2024. The exponential model was applied by calculating the growth rate based on the actual data, while the suitability of the logistic model was also examined. The results indicate that the logistic model is not valid because it produces a negative carrying capacity, which contradicts the fundamental assumptions of the model. Meanwhile, the second exponential model, with a population growth rate of 1.5% per year, provides the best accuracy based on a Mean Absolute Percentage Error (MAPE) value of 0.78%. Therefore, the exponential model is considered the most appropriate approach for predicting the population of West Nusa Tenggara until 2034.

Keywords: Population Growth; Differential Equations; Exponential Model; Logistic Model; Mean Absolute Percentage Error (MAPE).

Abstrak

Pertumbuhan penduduk yang cepat dapat menimbulkan masalah sosial dan ekonomi jika tidak dikendalikan dengan baik. Penelitian ini bertujuan memodelkan jumlah penduduk Provinsi Nusa Tenggara Barat menggunakan persamaan diferensial, yaitu model eksponensial dan logistik. Data penduduk diperoleh dari BPS untuk periode 1994 sampai 2024. Model eksponensial diterapkan dengan menghitung laju pertumbuhan dari data aktual, sedangkan model logistik diuji kesesuaiannya. Hasil menunjukkan bahwa model logistik tidak valid karena menghasilkan kapasitas maksimum negatif, bertentangan dengan asumsi model tersebut. Model eksponensial II dengan laju pertumbuhan 1,5% per tahun memiliki akurasi terbaik berdasarkan nilai MAPE sebesar 0,78%. Oleh karena itu, model eksponensial dinilai paling sesuai untuk memprediksi jumlah penduduk Nusa Tenggara Barat hingga tahun 2034.

Kata Kunci: Pertumbuhan Penduduk; Persamaan Diferensial; Model Eksponensial; Model Logistik; (*Mean Absolute Percentage Error*) MAPE.

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk di suatu wilayah menjadi aspek yang krusial karena dapat berpengaruh terhadap perkembangan dan kesejahteraan wilayah tersebut (Ranti et al., 2024). Jika laju pertumbuhan penduduk terlalu tinggi, hal ini berpotensi menimbulkan

berbagai permasalahan seperti meningkatnya angka pengangguran, kemiskinan, serta kekurangan pangan (Esafitri et al., 2025). Meskipun demikian, dampak negatif tersebut masih dapat diminimalkan apabila tersedia fasilitas dan perencanaan yang memadai untuk mengantisipasinya (Akhirul et al., 2020).

Pertumbuhan jumlah penduduk di Provinsi Nusa Tenggara Barat terus mengalami peningkatan setiap tahunnya, jika tidak dikendalikan dengan baik, lonjakan populasi ini dapat berdampak negatif pada berbagai aspek kehidupan, baik dari sisi ekonomi maupun sosial (Irwan et al., 2020). Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Nusa Tenggara Barat bahwa dalam kurun waktu sepuluh tahun (2014-2024) jumlah penduduk Nusa Tenggara Barat meningkat hampir satu juta jiwa, yaitu dari 4.773.795 jiwa menjadi 5.646.015 jiwa (Badan Pusat Statistika, 2026).

Dalam bidang matematika, penambahan jumlah penduduk di Provinsi Nusa Tenggara Barat dapat dianalisis menggunakan konsep diferensial. Diferensial sendiri merupakan salah satu cabang matematika yang digunakan untuk memodelkan berbagai fenomena dalam kehidupan sehari-hari (Siregar, 2025). Seiring waktu, jumlah individu dalam suatu populasi cenderung mengalami peningkatan, dan proses pertumbuhan ini dapat digambarkan melalui laju perubahan yang dikenal sebagai konsep diferensial (Ferdiansyah et al., 2025).

Pemodelan matematika adalah metode yang digunakan untuk menggambarkan permasalahan yang kompleks ke dalam bentuk matematis (Zulkarnaen, 2020). Model matematika merupakan hasil abstraksi dan penyederhanaan dari kenyataan, yang dirancang secara khusus untuk tujuan tertentu (Sumbandari et al., 2022). Umumnya, model matematika disusun dalam bentuk persamaan atau sistem persamaan, yang dirancang untuk menangkap aspek-aspek penting dari suatu permasalahan, sementara elemen-elemen yang dianggap kurang relevan diabaikan (Saputro et al., 2025).

Model merupakan representasi abstrak yang digunakan untuk membantu menyelesaikan berbagai persoalan dalam kehidupan sehari-hari. Meskipun tidak semua masalah dapat dijelaskan dengan matematika, banyak di antara masalah tersebut yang bisa dipermudah melalui asumsi-asumsi yang sesuai dengan keadaan nyata, sehingga memungkinkan untuk dinyatakan dalam bentuk yang lebih umum (Siswanto & Meiliasari, 2024). Salah satu contoh penggunaan pemodelan matematika adalah pada situasi pertumbuhan populasi (Ndi, 2022). Dalam konteks ini, digunakan model pertumbuhan penduduk berbasis persamaan diferensial untuk memperkirakan jumlah penduduk Nusa Tenggara Barat di masa depan, berdasarkan data-data dari tahun-tahun sebelumnya.

Pada tahun 1798, seorang ekonom asal Inggris yang terkenal karena pemikiran pesimistisnya mengenai pertumbuhan penduduk, Thomas Robert Malthus, mengemukakan bahwa populasi cenderung bertumbuh secara eksponensial, yaitu

meningkat terus-menerus tanpa adanya batasan lingkungan, sehingga tidak terjadi persaingan dalam memperoleh sumber daya (Arifin & Yarham, 2023). Sesuai dengan pandangan tersebut, pertumbuhan penduduk di Nusa Tenggara Barat dapat dikategorikan sebagai pertumbuhan eksponensial karena data dari BPS menunjukkan adanya peningkatan jumlah penduduk dari waktu ke waktu.

Terdapat penelitian terdahulu yang menggunakan persamaan diferensial untuk memodelkan pertumbuhan penduduk seperti yang dilakukan oleh Widiyanti (Widiyanti & Kurniawan, 2024), Raiming (Raming et al., 2024), dan Maulana (Maulana et al., 2025). Kekurangan yang muncul adalah sebagian besar penelitian tersebut berfokus pada penerapan salah satu model atau hanya melakukan prediksi tanpa mengevaluasi kesesuaian model berdasarkan karakteristik data yang digunakan. Selain itu, belum banyak penelitian yang secara khusus membandingkan validitas model eksponensial dan logistik menggunakan data kependudukan terbaru Provinsi Nusa Tenggara Barat hingga tahun 2024. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan menguji kesesuaian kedua model pertumbuhan, mengevaluasi akurasinya menggunakan MAPE dan menentukan model yang paling tepat untuk memprediksi jumlah penduduk Provinsi Nusa Tenggara Barat pada periode mendatang.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Data dan Sumber Data

Data dalam penelitian ini bersumber dari BPS Provinsi Nusa Tenggara Barat. Populasi data dalam penelitian ini mencakup seluruh jumlah penduduk di provinsi Nusa Tenggara Barat. Adapun sampel yang diambil berupa data jumlah penduduk Nusa Tenggara Barat dari tahun 1994 sampai 2024.

2.2 Model Pertumbuhan Eksponensial

Konsep pertumbuhan eksponensial yang diperkenalkan oleh Thomas Malthus merupakan bagian dari teori pertumbuhan populasi. Malthus berpendapat bahwa populasi cenderung bertambah dengan cara eksponensial, yakni mengalami peningkatan dengan persentase tetap setiap tahunnya. Dalam memperkirakan jumlah penduduk dengan model eksponensial, digunakan persamaan

$$P(t) = P_0 e^{rt} \quad (1)$$

dimana $P(t)$ dan P_0 berturut-turut merepresentasikan jumlah penduduk pada tahun ke- t dan jumlah penduduk pada tahun dasar. Laju pertumbuhan populasi pada periode tertentu ditampilkan dalam r dan t adalah waktu. Untuk mencari nilai r , digunakan persamaan

$$r = \frac{\ln\left(\frac{P(t)}{P_0}\right)}{t} \quad (2)$$

2.3 Model Pertumbuhan Logistik

Model pertumbuhan logistik adalah sebuah model matematis yang digunakan, salah satunya, untuk memperkirakan perubahan jumlah populasi dari waktu ke waktu. Model ini menganggap bahwa pertumbuhan populasi akan sampai pada suatu titik keseimbangan pada waktu yang tertentu. Dalam model ini, laju pertumbuhan populasi dipengaruhi oleh tingkat pertumbuhan alami (laju intrinsik) serta daya dukung maksimum lingkungan. Adapun dalam memprediksi jumlah penduduk dengan model logistik digunakan rumus

$$P(t) = \frac{K}{e^{-k_1 t} \left(\frac{K}{P_0} - 1\right) + 1} \quad (3)$$

dimana k_1 dan K masing-masing menyimbolkan laju pertumbuhan intrinsik dan daya dukung lingkungan. Dalam mencari K digunakan rumus

$$K = \lim_{t \rightarrow \infty} P = \frac{P_1(P_0 P_1 - 2P_0 P_2 + P_1 P_2)}{P_1^2 - P_0 P_2} \quad (4)$$

dengan P_0 adalah populasi awal penduduk, P_1 populasi penduduk pada titik kedua, dan P_2 populasi penduduk pada titik ketiga.

2.4 MAPE (Mean Absolute Percentage Error)

MAPE adalah metode statistik yang digunakan untuk mengevaluasi seberapa akurat suatu model dalam melakukan prediksi atau peramalan. Rumus yang digunakan untuk menghitung MAPE adalah

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{H_i - D_i}{H_i} \right| \times 100\%. \quad (5)$$

Pada persamaan (5), n menyatakan ukuran sampel, H_i adalah nilai data aktual, dan D_i adalah nilai data peramalan.

Tahapan penelitian diawali dengan pemilihan model estimasi jumlah penduduk Nusa Tenggara Barat. Selanjutnya, dilakukan pengumpulan data yang relevan dari berbagai

sumber. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan model yang telah dipilih untuk menghasilkan prediksi jumlah penduduk. Sebagai tahap evaluasi, nilai MAPE dihitung pada setiap model guna mengukur tingkat ketepatan hasil prediksi yang diperoleh.

3. HASIL & PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan data jumlah penduduk Nusa Tenggara Barat dari sensus penduduk tahun 1994 hingga 2024 dengan rentang 10 tahun. Data jumlah penduduk tersebut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah populasi penduduk Nusa Tenggara Barat

Tahun	Populasi
1994	3.556.076
2004	4.076.040
2014	4.773.795
2024	5.646.015

3.1 Penyelesaian dengan Model Populasi Eksponensial

Diasumsikan bahwa waktu (t) diukur dalam satuan tahun, dengan asumsi bahwa $t = 0$ pada tahun 1994. Oleh karena itu, populasi awal ditetapkan sebagai $P(0) = 3.556.07$ sehingga didapatkan bentuk umum dari solusi sebagai berikut.

$$P(t) = 3.556.076e^{k(t-t_0)} \quad (6)$$

Langkah berikutnya adalah mencari nilai k untuk setiap tahunnya. Berikut adalah nilai k untuk setiap tahunnya.

1. Untuk tahun 1994 sampai 2004 (model eksponensial 1) diperoleh $k = \left(\frac{1}{10}\right) \ln \frac{4.076.040}{3.556.076} = 0,01364682391$.
2. Untuk tahun 1994 sampai 2014 (model eksponensial 2) diperoleh $k = \left(\frac{1}{20}\right) \ln \frac{4.773.795}{3.556.076} = 0,01472419482$.
3. Untuk tahun 1994 sampai 2024 (model eksponensial 3) diperoleh $k = \left(\frac{1}{30}\right) \ln \frac{5.646.015}{3.556.076} = 0,01540974323$.

Pada Model Eksponensial 1, laju pertumbuhan populasinya adalah $P(t) = 3.556.076e^{0,01364682391(t-t_0)}$ dengan laju pertumbuhan relatifnya sebesar 1,4% per tahun. Pada Model Eksponensial 2 didapat $P(t) = 3.556.076e^{0,01472419482(t-t_0)}$ dengan 1,5% untuk laju pertumbuhan relatif per tahunnya. Pada Model Eksponensial 3 didapat $P(t) = 3.556.076e^{0,01540974323(t-t_0)}$ dengan laju pertumbuhan relatif per tahunnya sebesar 1,6% per tahun.

3.2 Penyelesaian dengan Model Populasi Logistik

Berdasarkan asumsi yang sama untuk t dan $P(0)$, diperoleh $P_{maks} = \lim_{t \rightarrow \infty} P = \frac{P_1(P_0P_1 - 2P_0P_2 + P_1P_2)}{P_1^2 - P_0P_2} = -10.494,7$. Nilai P_{maks} negatif menunjukkan bahwa model pertumbuhan logistik tidak sesuai diterapkan pada data penduduk Nusa Tenggara Barat. Hal ini disebabkan oleh laju pertumbuhan penduduk yang terus meningkat pada setiap interval pengamatan sehingga belum menunjukkan adanya kecenderungan menuju kondisi jenuh yang menjadi asumsi utama model logistik.

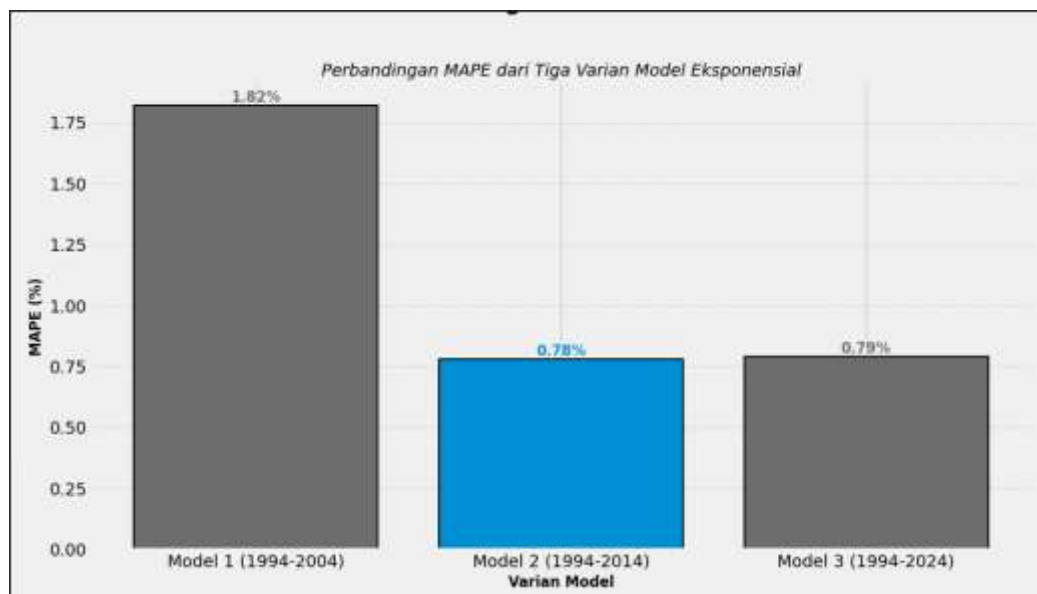
3.3 Prediksi

Tabel 2 merupakan perhitungan dari model 3 eksponensial.

Tabel 2. Prediksi Jumlah Populasi Penduduk Nusa Tenggara Barat

Tahun	Populasi Aktual	Prediksi Model 1	Prediksi Model 2	Prediksi Model 3
1994	3.556.076	3.556.076	3.556.076	3.556.076
2004	4.076.040	4.076.040	4.120.191	4.148.534
2014	4.773.795	4.672.032	4.773.795	4.839.699
2024	5.646.015	5.355.170	5.531.082	5.646.015

Pada Gambar 1 disajikan nilai galat (error) dari ketiga model menggunakan MAPE.



Gambar 1. Perbandingan MAPE dari Tiga Varian Model Eksponensial

Berdasarkan hasil MAPE pada Gambar 1, model yang akan digunakan untuk prediksi adalah model 2. Persamaan (7) merupakan perhitungan prediksi jumlah penduduk di Nusa Tenggara Barat dengan menggunakan model eksponensial 2.

$$\begin{aligned}
 P(t) &= 3.556.076e^{0,01472419482(2004-1994)} = 4.120.191, \\
 P(t) &= 3.556.076e^{0,01472419482(2014-1994)} = 4.773.795, \\
 P(t) &= 3.556.076e^{0,01472419482(2024-1994)} = 5.531.082, \\
 P(t) &= 3.556.076e^{0,01472419482(2034-1994)} = 6.408.501.
 \end{aligned}
 \tag{7}$$

Hasil perbandingan data aktual dengan model eksponensial serta prediksi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan hasil model dengan data aktual Nusa Tenggara Barat

Tahun	Aktual	Model 2 Eksponensial
1994	3.556.076	3.556.076
2004	4.076.040	4.120.191
2014	4.773.795	4.773.795
2024	5.646.015	5.531.082
2034	-	6.408.501

Berdasarkan Tabel 3, model pertumbuhan populasi eksponensial dapat dimanfaatkan untuk meramalkan jumlah penduduk Nusa Tenggara Barat pada tahun 2034. Ramalan jumlah penduduk Nusa Tenggara Barat pada tahun 2034 dengan menggunakan model pertumbuhan populasi eksponensial adalah sebesar 6.408.501 jiwa.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah penduduk Provinsi Nusa Tenggara Barat mengalami peningkatan selama rentang tahun 1994 hingga 2024. Pola peningkatan menunjukkan kecenderungan pertumbuhan yang relatif konsisten sehingga dapat direpresentasikan menggunakan model pertumbuhan eksponensial. Dalam model ini, diasumsikan bahwa laju pertumbuhan populasi sebanding dengan jumlah populasi yang ada pada suatu waktu. Hal ini menyebabkan model logistik tidak dapat digunakan. Ketidaksiesuaian model logistik ditunjukkan oleh diperolehnya nilai kapasitas dukung lingkungan yang bernilai negatif. Secara teoritis, kapasitas dukung lingkungan merepresentasikan jumlah maksimum populasi yang dapat didukung oleh sumber daya yang tersedia sehingga nilainya harus positif. Dengan demikian, asumsi dasar model logistik tidak terpenuhi.

Thomas Robert Malthus menyatakan bahwa populasi cenderung bertambah secara eksponensial ketika belum terdapat faktor pembatas yang signifikan. Data penduduk Nusa Tenggara Barat menunjukkan peningkatan yang terus berlangsung pada setiap periode pengamatan sehingga pola pertumbuhannya lebih mendekati karakteristik pertumbuhan eksponensial dibandingkan pertumbuhan logistik.

Berdasarkan evaluasi menggunakan MAPE, model eksponensial 2 menghasilkan tingkat kesalahan paling kecil dibandingkan model eksponensial 1 dan model eksponensial 3. Ini menunjukkan bahwa model eksponensial 2 memiliki kemampuan yang lebih baik dalam merepresentasikan pola pertumbuhan penduduk Nusa Tenggara Barat. Nilai MAPE

yang lebih rendah menunjukkan bahwa hasil prediksi model lebih dekat dengan data aktual.

Hasil penelitian ini mendukung penelitian Widiyanti dan Kurniawan (2024) yang menunjukkan bahwa model eksponensial dapat digunakan untuk memprediksi pertumbuhan penduduk di Nusa Tenggara Barat. Selain itu, hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian Maulana et al. (2025) yang menemukan bahwa model eksponensial mampu memberikan prediksi populasi yang baik pada data kependudukan. Namun demikian, penelitian ini memberikan kontribusi tambahan berupa pengujian kesesuaian model logistik dan evaluasi akurasi beberapa variasi model eksponensial menggunakan data terbaru hingga tahun 2024.

Prediksi jumlah penduduk sebesar 6.408.501 jiwa pada tahun 2034 menunjukkan bahwa jumlah penduduk Nusa Tenggara Barat diperkirakan akan terus meningkat. Informasi ini dapat menjadi bahan pertimbangan bagi pemerintah daerah dalam merencanakan penyediaan fasilitas pendidikan, kesehatan, lapangan kerja, serta kebutuhan infrastruktur lainnya guna mengantisipasi peningkatan jumlah penduduk pada masa mendatang.

5. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, penerapan persamaan diferensial pada pertumbuhan penduduk Nusa Tenggara Barat lebih sesuai menggunakan model pertumbuhan eksponensial. Model logistik tidak dapat digunakan karena menghasilkan kapasitas maksimum (P_{maks}) negatif. Ini menunjukkan bahwa data tidak memenuhi asumsi dasar model logistik. Hal ini disebabkan pola pertumbuhan penduduk yang terus meningkat dari 1,4% menjadi 1,5% kemudian 1,6% sehingga tidak menunjukkan perlambatan pertumbuhan maupun kecenderungan menuju kurva-S. Model terbaik yang diperoleh adalah model eksponensial 2 yaitu $P(t) = 3.556.076e^{0,01472419482(t-t_0)}$ dengan laju pertumbuhan relatif sebesar 1,5% per tahun dan MAPE pada angka 0,78%. Ini merupakan nilai MAPE terbaik di antara dua model lainnya.

6. REFERENSI

- Akhirul, A., Witra, Y., Umar, I., & Erianjoni, E. (2020). Dampak negatif pertumbuhan penduduk terhadap lingkungan dan upaya mengatasinya. *Jurnal Kependudukan Dan Pembangunan Lingkungan*, 1(3), 76–84.
- Arifin, N., & Yarham, M. (2023). Pendapat Ekonom Muslim Baqir As Sadr dan Ekonom Kapitalis Thomas Robert Malthus Mengenai Kelangkaan (Scarcity). *Jurnal Akuntansi, Keuangan, Pajak Dan Informasi (JAKPI)*, 3(1), 42–55.
- Badan Pusat Statistika. (2026). *Provinsi Nusa Tenggara Barat Dalam Angka 2025*. 52000.25001. <https://doi.org/1102001.52>
- Esafitri, A. N. R., Kurniawan, W. C., & Noviarita, H. (2025). Menghadapi Realitas: Apakah Pertumbuhan Penduduk Menjadi Katalisator Atau Ancaman Bagi Pembangunan Ekonomi Yang Berkelanjutan Di Negara Berkembang? *Iltizam*:

- Jurnal Ekonomi Dan Keuangan Islam*, 3(1), 1–12.
- Ferdiansyah, R., Djakaria, I., & Nuha, A. R. (2025). Dinamika Populas Kepiting Bakau (*Scylla serrata*) dengan Mempertimbangkan Sifat Kanibalisme. *Research Review: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 4(2), 860–870.
- Irwan, M., Yasin, M., & Herwanti, T. (2020). Analisis Kualitas Pertumbuhan Ekonomi Provinsi Nusa Tenggara Barat Dalam Perspektif Maqasyid Syariah. *Elastisitas: Jurnal Ekonomi Pembangunan*, 2(2), 145–167.
- Maulana, R., Aprilia, A. N., Arianti, R., & Ardiansyah, M. (2025). IMPLEMENTASI MODEL DIFERENSIAL EKSPONENSIAL UNTUK MEMPREDIKSI POPULASI SULAWESI TENGGARA TAHUN 2030 SEBAGAI LANDASAN PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN. *Jurnal Aplikasi Fisika*, 21(02), 38–43.
- Ndii, M. Z. (2022). *Pemodelan matematika*. Penerbit NEM.
- Raming, I., Wirawan, A. S., Syaripuddin, Putri, A. A., Aslina, Sahputra, D. R., Dala, M. A. D., & Avrilia, M. P. (2024). Pemetaan Pertumbuhan Penduduk di Kota Samarinda Melalui Pemodelan Logistik dengan Metode Adams-Bashforth-Moulton. *Journal of Mathematics, Computations and Statistics*, 7(1), 133–143. <https://doi.org/10.35580/jmathcos.v7i1.1945>
- Ranti, L. R., Astrid, A., Yanti, D., & Barella, Y. (2024). Pengaruh pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan ekonomi terhadap tingkat pengangguran di Kota Pontianak. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial (Jupendis)*, 2(3), 222–235.
- Saputro, D. R. S., Widyaningsih, P., Purnama, D., Utomo, P. H., Susanti, A., Sutanto, S., Kurdhi, N. A., & Setiyowati, R. (2025). *Model Matematika dan Statistika: Konsep, Program, dan Penerapannya*. Star Digital Publishing.
- Siregar, T. (2025). *Matematika Sains Dan Teknologi (Saintek)*. Goresan Pena.
- Siswanto, E., & Meiliasari, M. (2024). Kemampuan pemecahan masalah pada pembelajaran matematika: systematic literature review. *Jurnal Riset Pembelajaran Matematika Sekolah*, 8(1), 45–59.
- Sumbandari, A., Misdalina, M., & Fuadiah, N. F. (2022). Abstraksi matematika sebagai epistemological obstacles dalam pemodelan pembelajaran spldv di sekolah menengah. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, 6(1), 69–83.
- Widiyanti, R., & Kurniawan, H. (2024). Perbandingan Model Logistik dan Ekspensial dalam Pemod-Elan Pertumbuhan Penduduk Di Nusa Tenggara Barat. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi " SainTek"*, 1(2), 45–56.
- Zulkarnaen, R. (2020). Konsepsi siswa dalam proses pemodelan matematis. *SJME (Supremum Journal of Mathematics Education)*, 4(2).