



Model Matematika Eksponensial Pada Laju Pertumbuhan Populasi Penduduk Di Kabupaten Minahasa

Kjallen Martha Maradia¹⁾, Cristania Gabriella Fibry Tondolilis²⁾, Ivan G. A Togatorop³⁾, Rosalya Imelda Lumiwu⁴⁾, Nurhayati Oktavia Anar⁵⁾, Reika Manoi⁶⁾, James U. L. Mangobi^{7*}, Marvel Grace Maukar^{8*}

Universitas Negeri Manado

Received: 26 Desember 2025
Revised: 31 Desember 2025
Accepted: 02 Januari 2026

Abstrak

Pertumbuhan penduduk merupakan salah satu indikator penting dalam perencanaan pembangunan daerah. Penelitian ini bertujuan untuk membangun model matematika berbasis eksponensial dalam menganalisis laju pertumbuhan populasi penduduk di Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara. Data yang digunakan diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Minahasa untuk periode tahun 2017 hingga 2021. Pendekatan model eksponensial digunakan dengan asumsi bahwa laju pertumbuhan penduduk sebanding dengan jumlah populasi pada waktu tertentu. Model dikembangkan melalui penghitungan konstanta pertumbuhan k untuk setiap tahun, yang menunjukkan nilai bervariasi antara 0,397% hingga 1,502% per tahun. Hasil pemodelan menunjukkan bahwa model eksponensial mampu memprediksi jumlah penduduk dengan tingkat akurasi yang cukup baik jika dibandingkan dengan data aktual. Dengan demikian, model ini dapat dijadikan sebagai alat bantu dalam merumuskan kebijakan kependudukan dan perencanaan pembangunan di daerah. Penelitian ini juga membuka peluang untuk pengembangan model lebih lanjut dengan mempertimbangkan faktor-faktor eksternal lain yang mempengaruhi dinamika populasi.

Kata Kunci:

model matematika, populasi, pertumbuhan eksponensial, Kabupaten Minahasa, prediksi penduduk

(*) Corresponding Author: jamesmangobi@unima.ac.id marvelgracem@unima.ac.id

How to Cite: Maradia, K., Tondolilis, C., Togatorop, I., Lumiwu, R., Anar, N., Manoi, R., Mangobi, J., & Maukar, M. (2026). Model Matematika Eksponensial Pada Laju Pertumbuhan Populasi Penduduk Di Kabupaten Minahasa. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 12(1.D), 42-48. Retrieved from <https://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/view/13658>.

PENDAHULUAN

Populasi adalah jumlah jiwa atau individu yang berada dalam satu wilayah atau daerah. Populasi juga merupakan sekelompok dari orang, benda, atau apa saja yang bisa dijadikan sumber dari pengambilan sampel (Umiyati & Sandi, 2021). Pertambahan jumlah penduduk merupakan perubahan populasi sewaktu-waktu, dan bisa dihitung sebagai perubahan jumlah individu dalam sebuah populasi menggunakan perwaktu unit untuk pengukuran (Nurmadhani & Faisal, 2022). Pertumbuhan penduduk merupakan salah satu indikator penting dalam pembangunan suatu wilayah. Pertumbuhan Penduduk adalah keseimbangan yang dinamis antara kekuatan-kekuatan yang menambah dan kekuatan-kekuatan yang mengurangi jumlah penduduk, yang secara terus menerus akan dipengaruhi oleh jumlah bayi yang lahir (menambah jumlah penduduk), tetapi secara bersamaan pula akan dikurangi oleh jumlah kematian yang terjadi pada semua golongan umur (Herlambang, 2022). Dinamika pertumbuhan penduduk

memberikan dampak signifikan terhadap aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan (Manga & Lestari, 2025). Jumlah penduduk di beberapa bagian dunia meningkat dengan cepat karena laju pertumbuhan penduduk yang tinggi. Akibatnya, di beberapa bagian dunia terjadi kemiskinan dan kekurangan pangan (Maria & Helmi, t.t.).

Sensus penduduk merupakan kegiatan BPS (Badan Pusat Statistik) yang berfungsi pengumpulan, pengelolaan, penyajian dan penilaian data penduduk yang menyangkut ciri-ciri demografi, sosial ekonomi dan lingkungan hidup (Rodliyah, 2015). Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2025, kabupaten minahasa merupakan salah satu kabupaten yang berada di Provinsi Sulawesi Utara, Indonesia. Ibu kota kabupaten ini terletak di Tondano, dengan luas wilayah kabupaten 1.025,85 km². Kabupaten Minahasa memiliki 25 kecamatan, 43 kelurahan dan 227 desa (dari total 171 kecamatan, 332 kelurahan dan 1.507 desa di seluruh Sulawesi Utara). Wilayah ini dikenal dengan keindahan alamnya, seperti Danau Tondano. Jumlah penduduk merupakan suatu isu yang penting bagi setiap negara atau daerah tertentu. Pertumbuhan jumlah penduduk dipengaruhi usia penduduk urbanisasi dan migrasi, angka kelahiran dan angka kematian di suatu daerah atau wilayah tertentu (Tambunan dkk., 2024). Penyebutan pertambahan jumlah penduduk merujuk pada semua spesies, akan tetapi selalu mengarah pada manusia. Oleh sebab itu, kumpulan ini memiliki kriteria yang memenuhi syarat untuk digunakan dalam memecahkan masalah penelitian. Pertambahan jumlah penduduk adalah perubahan jumlah penduduk yang terjadi dari waktu ke waktu, dan dapat dihitung sebagai variasi jumlah individu dalam suatu populasi dengan menggunakan satuan waktu untuk pengukuran

Dalam konteks ini, model matematika menjadi peralatan penting untuk analisis dan prediksi perilaku populasi. Model ini dapat memberikan wawasan terperinci tentang faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan penurunan populasi, seperti tingkat kelahiran, kematian, migrasi, dan faktor lingkungan.

Alasan utama mengapa "Model Matematika eksponensial pada laju pertumbuhan Populasi Penduduk" perlu diteliti adalah karena dampak signifikan dari laju pertumbuhan populasi terhadap berbagai aspek kehidupan dan kemampuan model matematika untuk memberikan pemahaman, prediksi, dan alat bantu pengambilan keputusan yang kuat.

Model matematika adalah representasi matematis dari fenomena atau sistem di dunia nyata. Tujuannya adalah untuk menganalisis dan memprediksi perilaku sistem tersebut. Model merupakan suatu bentuk abstrak yang digunakan untuk menyelesaikan suatu permasalahan yang ada di kehidupan sehari-hari (Populasi, 2019). Walaupun belum tentu semua masalah dapat dimodelkan secara matematis, tetapi masalah-masalah itu dapat direduksi dengan asumsi-asumsi yang dikondisikan sehingga dapat dinyatakan dalam bentuk abstrak (Febdian, 2013).

Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah penduduk tahun berikutnya berdasarkan data dari tahun sebelumnya.

METODE PENELITIAN

Metode merupakan sarana dalam pencapaian tujuan penelitian yang digunakan oleh peneliti, sehingga penggunaan metode ini disesuaikan dengan

masalah dan tujuan penelitian tersebut dilaksanakan(Kurniawan dkk., 2017). Sedangkan definisi dari metode penelitian adalah cara ilmiah untuk memperoleh data dengan kegunaan dan tujuan tertentu. Untuk mencapai sasaran riset, seorang peneliti memerlukan sebuah metode. Oleh karena itu, penting untuk memilih metode yang tepat, yang selaras dengan permasalahan dan tujuan penelitian. Metode penelitian sendiri bisa diartikan sebagai cara ilmiah dalam mengumpulkan data untuk maksud dan tujuan yang spesifik.

Studi ini didasarkan pada data yang disediakan oleh Central Statistics Agency (BPS) dari Minahasa. Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah jumlah populasi dari tahun 2017-2021. Variabel yang akan dipakai adalah total populasi di kabupaten Minahasa. Analisis data yang diterapkan dalam studi ini adalah penggunaan persamaan diferensial, yaitu model populasi yang berkembang secara eksponensial.

Langkah pertama yang dilakukan oleh peneliti adalah mengumpulkan informasi mengenai jumlah penduduk kabupaten minahasa pada periode 2017-2021. Kemudian, menghitung laju pertumbuhan setiap tahun untuk membangun model populasi eksponensial berdasarkan laju pertumbuhan yang telah ditemukan. Hasil akhirnya adalah model populasi eksponensial, yang dianggap cukup baik untuk memprediksi pertumbuhan di tahun depan.

Model Populasi Eksponensial

Model eksponensial menggambarkan populasi yang terus bertumbuh dan tidak dibatasi oleh lingkungan sehingga tidak terjadi suatu kompetisi untuk mendapatkan sumberdaya(Suryani & Khasanah, 2022). Model eksponensial dikemukakan oleh Malthus. Thomas Malthus (1798) mengembangkan sebuah kerangka dasar untuk memprediksi pertumbuhan populasi yang disebut model pertumbuhan eksponensial(Khairunnisa, 2025) Malthus mengemukakan tentang model eksponensial yaitu model pertumbuhan populasi yang menggambarkan sebuah populasi ideal dalam lingkungan yang tidak terbatas (Fernandez dkk., 2023). Pada model eksponensial diasumsikan laju pertumbuhan penduduk proporsional dengan jumlah penduduk. Laju pertumbuhan penduduk merupakan tingkat perubahan jumlah penduduk di suatu wilayah biasanya dalam kurun waktu pertahun persentase pertumbuhannya akan terlihat perubahan(Syahfitri dkk., 2025). Laju pertumbuhan populasi berbanding lurus dengan besaran populasi atau dapat dituliskan melalui persamaan $dP/dt \sim P$ (Widiyanti & Kurniawan, 2024).

Pada model ini, diasumsikan bahwa jumlah populasi meningkat dengan kecepatan yang sebanding dengan besarnya populasi tersebut.

$$P(t) = P_0 e^{kt}$$

Persamaan ini adalah model populasi eksponensial, dengan keterangan:

$P(t)$ = Populasi pada waktu t

P_0 = Populasi pada waktu $t = 0$

k = laju pertumbuhan populasi

t = waktu

Jika dimisalkan t_0 adalah waktu $t = 0$, maka persamaannya menjadi

$$P(t) = P_0 e^{k(t-t_0)}$$

Persamaan diatas disebut sebagai model Malthusian dari pertumbuhan populasi, memprediksi bahwa pertumbuhan populasi secara eksponensial dengan waktu (Populasi,2019).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah penduduk pada waktu t (tahun) dilambangkan dengan P(t), sehingga dapat ditampilkan dalam Tabel 1. Berdasarkan persamaan diatas, maka nilai k menunjukkan kecepatan pertumbuhan penduduk.

Tahun	Tahun ke-t	P(t)
2017	0	335.321
2018	1	338.364
2019	2	342.110
2020	3	347.290
2021	4	348.673

Sumber Badan Pusat Statistika

Misalkan waktu (t) diukur dalam tahun dengan t = 0 merujuk pada tahun 2017, maka populasi awal pada tahun 2017 yaitu sebanyak 335.321 jiwa. Dengan demikian, diperoleh rumus umum penyelesaian menggunakan model eksponensial untuk populasi tersebut yaitu

$$P(t) = 335.321e^{k(t-t_0)}$$

Selanjutnya akan ditentukan nilai k sebagai laju pertumbuhan pada tahun 2017, dengan menggunakan persamaan

$$k = \frac{1}{(t - t_0)} \ln \frac{P(t)}{P_0}$$

Berikut adalah model eksponensial yang dihasilkan dari nilai k yang didapatkan

Untuk tahun 2017-2018, $k = \frac{1}{(2018-2017)} \ln \frac{338.364}{335.321} = 0,0090339572$ Sehingga diperoleh model eksponensial $P(t) = 335.321e^{0,0090339572(t-t_0)}$

Untuk tahun 2018-2019, $k = \frac{1}{(2019-2018)} \ln \frac{342.110}{338.364} = 0,0110100837$ Sehingga diperoleh model eksponensial $P(t) = 335.321e^{0,0110100837(t-t_0)}$

Untuk tahun 2019-2020, $k = \frac{1}{(2020-2019)} \ln \frac{347.290}{342.110} = 0,015027843$ Sehingga diperoleh model eksponensial $P(t) = 335.321e^{0,015027843(t-t_0)}$

Untuk tahun 2020-2021, $k = \frac{1}{(2021-2020)} \ln \frac{348.673}{347.290} = 0,0039743545$ Sehingga diperoleh model eksponensial $P(t) = 335.321e^{0,0039743545(t-t_0)}$

Maka laju pertumbuhan populasi penduduk kabupaten minahasa untuk :

model 1 = 0,903%

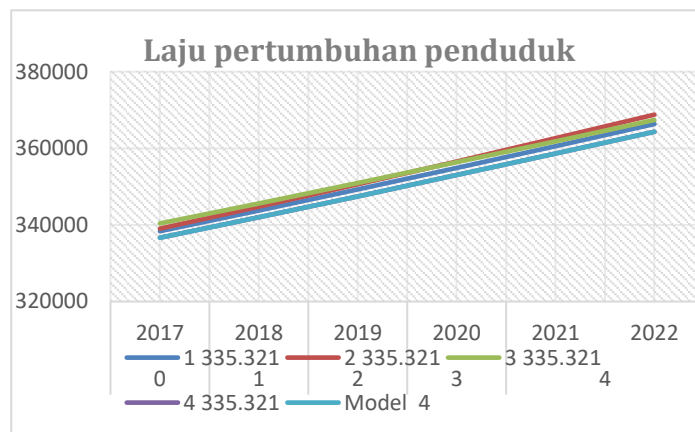
model 2 = 1,101%

model 3 = 1,502%

model 4 = 0,397%

Berikut ini adalah tabel dan grafik hasil uji keakuratan model eksponensial untuk populasi penduduk kabupaten minahasa.

Tahun	Data Sebenarnya	Hasil Menggunakan Model Eksponensial			
		1	2	3	4
2017	335.321	338364	339033	340398	336656
2018	338.364	343785	344785	345633	342017
2019	342.110	349292	350634	350949	347463
2020	347.290	354888	356582	356346	352995
2021	348.673	360573	362631	361827	358616



KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merumuskan model matematika berbasis eksponensial untuk menggambarkan laju pertumbuhan populasi penduduk di Kabupaten Minahasa. Dengan menggunakan data populasi dari tahun 2017 hingga 2021, model yang dikembangkan menunjukkan bahwa jumlah penduduk mengalami peningkatan setiap tahun dengan laju pertumbuhan yang bervariasi. Melalui pendekatan matematis, ditemukan bahwa nilai laju pertumbuhan berada dalam rentang 0,397% hingga 1,502% per tahun.

Model eksponensial yang dibentuk menggunakan persamaan dasar $P(t) = P_0 e^{kt}$ mampu memprediksi jumlah populasi dengan tingkat ketelitian yang baik. Hasil perbandingan antara data aktual dan prediksi model menunjukkan bahwa pendekatan ini relevan dan dapat diandalkan dalam memperkirakan populasi pada tahun-tahun berikutnya.

Dengan demikian, model eksponensial ini dapat menjadi alat bantu yang berguna dalam pengambilan keputusan, khususnya dalam perencanaan pembangunan daerah, distribusi sumber daya, serta kebijakan kependudukan di Kabupaten Minahasa. Ke depannya, model ini juga dapat dikembangkan lebih lanjut dengan mempertimbangkan faktor-faktor eksternal lain seperti migrasi,

tingkat kelahiran dan kematian, guna meningkatkan akurasi prediksi populasi secara lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Febdian, I. (2013). Menentukan model pertumbuhan penduduk provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Matematika Unand*, 2(4), 54–58. <https://doi.org/10.25077/jmu.2.4.54-58.2013>
- Fernandez, A., Kaluge, A. H., & Lakapu, M. (2023). Pemodelan pertumbuhan penduduk Kota Kupang dengan Geogebra. *Jurnal Matematika Integratif*, 19(2), 235–243. <https://doi.org/10.24198/jmi.v19.n2.50288.235-243>
- Herlambang, M. R. (2022). Strategi pengendalian pertumbuhan penduduk dan pengelolaan lingkungan di Kota Solok. *Jurnal Kependudukan dan Pembangunan Lingkungan*, 3(3), 179–185. <https://doi.org/10.24036/jkpl.v3i3.69>
- Khairunnisa, J. (2025). Penerapan model eksponensial dan model logistik untuk memproyeksikan jumlah penduduk Kabupaten Lombok Timur. *Jurnal Diferensial*, 7(1), 1–12. <https://doi.org/10.35508/jd.v7i1.16201>
- Kurniawan, A., Holisin, I., & Kristanti, F. (2017). Aplikasi persamaan diferensial biasa model eksponensial dan logistik pada pertumbuhan penduduk Kota Surabaya. *Must: Journal of Mathematics Education, Science and Technology*, 2(1), 129–141.
- Manga, P. P., & Lestari, I. (2025). Penerapan model pertumbuhan logistik dalam memproyeksikan jumlah penduduk di Kabupaten Kolaka. *Jurnal Aplikasi Fisika*, 21(1), 25–34. <https://doi.org/10.62749/jaf.v21i1.p25-34>
- Maria, A. H., & Helmi, H. (t.t.). Pemodelan pertumbuhan penduduk di Kota Pontianak dengan menggunakan model eksponensial dan model logistik. *Bimaster: Buletin Ilmiah Matematika, Statistika dan Terapannya*, 13(6).
- Nurmadhani, N., & Faisal, F. (2022). Penerapan model pertumbuhan logistik dalam memproyeksikan jumlah penduduk di Kabupaten Sumenep. *Jurnal Edukasi dan Sains Matematika (JES-MAT)*, 8(2), 145–156. <https://doi.org/10.25134/jes-mat.v8i2.5436>
- Populasi, M. P. (2019). Pemodelan matematika dengan menggunakan persamaan diferensial pada pertumbuhan penduduk di Indonesia. *Prosiding Sendika: Vol*, 5(2), 1.
- Rodliyah, I. (2015). Aplikasi interpolasi Lagrange dan ekstrapolasi dalam peramalan jumlah penduduk. *Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika Uny*, 265–272. <https://doi.org/10.15548/mej.v6i1.2608>
- Suryani, I., & Khasanah, N. (2022). Model eksponensial dan logistik serta analisis kestabilan model pada perhitungan proyeksi penduduk Provinsi Riau. *Jurnal Fourier*, 11(1), 22–39. <https://doi.org/10.14421/fourier.2022.111.22-39>
- Syahfitri, S., Deasy, D., Sugarda, A., & Aprilia, R. (2025). Penggunaan model aritmatik dan geometrik dalam laju pertumbuhan penduduk di Kota Medan pada tahun 2029. *Aksioma: Jurnal Sains Ekonomi dan Edukasi*, 2(1), 180–189. <https://doi.org/10.62335/2xnt8c71>
- Tambunan, B. A. Y., Darayani, F., & Harahap, I. (2024). Hubungan antara fertilitas, mortalitas dan migrasi terhadap laju pertumbuhan penduduk di Indonesia. *Journal of Management Accounting, Tax and Production*, 2(2), 432–441.

- umiyati, h., & sandi, j. d. i. (2021). populasi dan teknik sampel. *populasi dan teknik sampel (fenomena pernikahan dibawah umur masyarakat 5.0 di kota/kabupaten x)*, 0–25.
- widiyanti, r., & kurniawan, h. (2024). perbandingan model logistik dan eksponensial dalam pemodelan pertumbuhan penduduk di nusa tenggara barat. *prosiding seminar nasional sains dan teknologi" saintek"*, 1(2), 45–56.