



Model Eksponensial dan Logistik pada Pertumbuhan Penduduk di Kota Tomohon

Lorenza Raquel Lenak¹, Richard Gland Pascoal², Jelita Milka Tirza Layuk³,
Prida Arunde⁴, Wilka Michael Kenap⁵, Afia Rebeka Silaban⁶, Widiawaty
Katampuge⁷, James U. L. Mangobi^{8*}, Marvel Grace Maukar^{9*}

Universitas Negeri Manado

Abstrak

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

Penelitian ini bertujuan untuk memproyeksikan pertumbuhan penduduk di Kota Tomohon menggunakan persamaan diferensial dalam hal ini model pertumbuhan populasi eksponensial dan model pertumbuhan populasi logistik. Pada penelitian ini, penulis menggunakan data jumlah penduduk dari Badan Pusat Statistik Kota Tomohon. Penulis mengambil data pada tahun 2015-2024. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model eksponensial yang tepat untuk memproyeksikan jumlah penduduk adalah model dengan $k = 0.00297402$ dan prediksi jumlah penduduk di Kota Tomohon pada tahun 2025 adalah sebanyak 104.121 jiwa. Sedangkan, model logistik yang tepat adalah untuk memproyeksikan jumlah penduduk adalah dengan $r = 0,05283328$ dan prediksi jumlah penduduk di Kota Tomohon pada tahun 2025 ($t = 10$) adalah sebanyak 104.113 jiwa.

Kata Kunci: Model Eksponensial, Model Logistik, Pertumbuhan Populasi

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

How to Cite: Lenak, L., Pascoal, R. G., Layuk, J. M. T., Arunde, P., Kenap, W. M., Silaban, A. R., Katampuge, W., Mangobi, J. U. L., & Maukar, M. G. (2026). Exponential and Logistic Models on Population Growth in Tomohon City. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 12(1.D), 56-65. Retrieved from <https://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/view/12378>.

PENDAHULUAN

Populasi merupakan sekelompok individu dengan spesies sama yang hidup di wilayah tertentu. Sedangkan, populasi manusia juga bisa didefinisikan sebagai seluruh jumlah penduduk di suatu daerah tertentu (Suryani & Khasanah, 2022). Pertumbuhan penduduk dalam suatu daerah penting karena dapat berpengaruh pada kemajuan dan kemakmuran daerah tersebut (Kurniawan dkk., 2017). Pertumbuhan penduduk merupakan peningkatan jumlah penduduk dalam suatu wilayah pada waktu tertentu. Pertumbuhan populasi akan dipengaruhi oleh jumlah kelahiran bayi dan akan dikurangi oleh jumlah kematian pada semua golongan umur (Rosiyanti, 2022). Pertumbuhan populasi merupakan peningkatan jumlah individu dalam suatu populasi dalam kurun waktu tertentu. Pertumbuhan populasi ditandai dengan peningkatan ukuran populasi akibat peningkatan kelahiran dan penurunan kematian. Selain itu, pertumbuhan populasi juga dipengaruhi oleh migrasi (Salsabila dkk., t.t.).

Kota Tomohon merupakan salah satu kota yang terletak di Sulawesi Utara yang pada beberapa tahun terakhir mengalami perkembangan jumlah penduduk yang cukup signifikan. Kota Tomohon memiliki luas wilayah sebesar 169,1 km² dengan jumlah penduduk yang mencapai 103.812 jiwa pada tahun 2024. Bertambahnya jumlah akan meningkatkan kesejahteraan masyarakat, menciptakan

peluang kerja, mengurangi tingkat kemiskinan, meningkatkan mutu pendidikan dan kesehatan, memperluas infrastruktur, serta meningkatkan pelayanan publik (Khairunnisa, 2025). Akan tetapi, tingkat pertumbuhan penduduk yang terlalu tinggi akan berisiko menimbulkan berbagai masalah pada daerah tersebut seperti kemiskinan dan kelaparan (Kurniawan dkk., 2017). Pertumbuhan penduduk yang terlalu tinggi juga dapat meningkatkan angka pengangguran (Nurkholipah dkk., 2017). Ledakan jumlah penduduk juga dapat berdampak negatif seperti bertambahnya permasalahan pembangunan serta angka kriminalitas yang semakin meningkat (Pratiwi, 2020). Oleh sebab itu, penting untuk memprediksi jumlah penduduk guna meminimalisir dampak negatif dari pertumbuhan penduduk yang terlalu tinggi.

Salah satu solusi yang dapat meminimalisir dampak negatif dari pertumbuhan penduduk adalah dengan cara mengestimasi atau meramalkan pertumbuhan penduduk tersebut. Untuk dapat melakukan proyeksi penduduk, dibutuhkan suatu model matematika yang dapat mewakili kondisi nyata yang ada. Model adalah suatu bentuk abstrak yang digunakan untuk menyelesaikan suatu permasalahan yang ada di kehidupan sehari-hari (Populasi, 2019). Pertumbuhan penduduk dapat dimodelkan ke dalam bentuk model matematika menggunakan persamaan diferensial dengan menggunakan model logistik dan model eksponensial (Maria & Helmi, t.t.) Model eksponensial menggambarkan pertumbuhan populasi tanpa batasan lingkungan, sementara model logistik mempertimbangkan pertumbuhan populasi dengan memperhitungkan keterbatasan daya dukung lingkungan (Khairunnisa, 2025). Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk memproyeksikan pertumbuhan penduduk di Kota Tomohon menggunakan model pertumbuhan populasi eksponensial dan logistik.

METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data yang diambil dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Tomohon. Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah jumlah penduduk yang ada di Kota Tomohon pada tahun 2015-2024. Variabel yang akan digunakan adalah jumlah penduduk di Kota Tomohon. Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu penerapan persamaan diferensial yaitu model populasi eksponensial dan model populasi logistik untuk proyeksi jumlah penduduk Kota Tomohon pada tahun berikutnya.

Langkah awal yang dilakukan peneliti adalah mengumpulkan data terkait jumlah penduduk yang ada di Kota Tomohon pada tahun 2021-2024. Selanjutnya mencari nilai laju pertumbuhan setiap tahunnya untuk selanjutnya akan dibentuk model populasi eksponensial dan model populasi logistik berdasarkan laju pertumbuhan yang telah diperoleh. Hasil akhir yang diperoleh adalah model populasi eksponensial dan model populasi logistik yang diasumsikan cocok untuk dipakai untuk memprediksi tingkat pertumbuhan ditahun berikutnya. Berikut ini adalah penjelasan terkait model eksponensial dan logistik.

Model Populasi Eksponensial

Model populasi eksponensial juga dikenal dengan Model Malthus karena dikemukakan oleh Thomas Malthus. Menurutnya, pertumbuhan populasi berpotensi berlangsung secara eksponensial, yaitu meningkat dengan persentase tetap setiap tahun (Andika, 2024). Pada model ini diasumsikan bahwa populasi

bertambah dengan laju pertumbuhan populasi yang sebanding dengan besarnya populasi (Pandu, 2020). Misalkan $P(t)$ menyatakan jumlah populasi pada saat t (waktu), dan k menyatakan laju pertumbuhan populasi maka model populasi eksponensial dinyatakan dalam bentuk

$$\frac{dP}{dt} = kP(t) \quad (1)$$

Jika kita cari Solusi umumnya maka akan diperoleh

$$\int \frac{dP}{P(t)} = \int k dt$$

$$P(t) = e^{kt+c} \quad (2)$$

Jika diberikan kondisi awal $t = 0$ dan $P(0) = P_0$ maka diperoleh nilai $c = \ln P_0$ sehingga jika disubstitusikan ke dalam (2) akan menghasilkan

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

$$P(t) = P_0 e^{kt} \quad (3)$$

Keterangan:

$P(t)$	=	Populasi pada waktu t
P_0	=	Populasi pada waktu $t = 0$
k	=	Laju pertumbuhan populasi
	=	Waktu

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

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

Persamaan ini juga dikenal sebagai model Malthusian pertumbuhan populasi, memprediksi bahwa populasi tumbuh secara eksponensial seiring berjalannya waktu (Giordano dkk., 2013).

Model Populasi Logistik

Model logistik yang disebut juga Model Verhulst adalah model yang dikemukakan oleh Verhulst pada tahun 1845. Jumlah populasi pada model ini dipengaruhi oleh daya tampung (*carrying capacity*) dari suatu wilayah (Misi dkk., 2023). Jika k pada persamaan (1) dimodifikasi menjadi $rP(1 - \frac{P}{M})$, maka persamaannya menjadi

$$\frac{dP}{dt} = rP(1 - \frac{P}{M}) \quad (4)$$

Modifikasi model ini memuat dua parameter yaitu r dan M dengan parameter r adalah laju intrinsik pertumbuhan populasi dan parameter M adalah kapasitas maksimum daya dukung lingkungan (Aprilia & Panjaitan, 2022). Dari persamaan (4), diasumsikan bahwa jika nilai $P < M$, maka hasil $\frac{P}{M}$ mendekati 0 dan nilai $\frac{dP}{dt}$ sebanding dengan hasil rP . Namun jika nilai P mendekati M , maka nilai $\frac{P}{M}$ mendekati 1, sehingga nilai $\frac{dP}{dt}$ mendekati 0 (Hala dkk., 2016). Solusi dari persamaan (4) adalah sebagai berikut.

$$\frac{dP}{dt} = rP(1 - \frac{P}{M})$$

$$\frac{dP}{P(1 - \frac{P}{M})} = r dt$$

$$\begin{aligned} \frac{M dP}{P(M-P)} &= rdt \\ \left(\frac{1}{P} + \frac{1}{M-P}\right) dP &= rdt \\ \int \left(\frac{1}{P} + \frac{1}{M-P}\right) dP &= \int rdt \\ (\ln P - \ln(M-P)) &= rt + c \\ \ln\left(\frac{P}{M-P}\right) &= rt + c \\ \frac{P}{M-P} &= e^{rt+c} \\ \frac{P}{M-P} &= e^{rt} e^c \end{aligned}$$

Misal $e^c = A$, maka diperoleh

$$\begin{aligned} \frac{P}{M-P} &= Ae^{rt} \\ P &= MAe^{rt} - PAe^{rt} \\ P(1 + Ae^{rt}) &= MAe^{rt} \\ P(t) &= \frac{MAe^{rt}}{1+Ae^{rt}} \end{aligned} \quad (5)$$

Misal $P(0) = P_0$, maka diperoleh

$$\begin{aligned} P_0 &= \frac{MA}{1+A} \\ P_0 + P_0A &= MA \\ P_0 &= A(M - P_0) \\ A &= \frac{P_0}{M - P_0} \end{aligned}$$

Substitusikan nilai A ke persamaan (5), sehingga didapatkan

$$\begin{aligned} P(t) &= \frac{M \left(\frac{P_0}{M - P_0}\right) e^{rt}}{1 + \left(\frac{P_0}{M - P_0}\right) e^{rt}} \\ P(t) &= \frac{M}{\left(\frac{P_0}{M - P_0}\right) e^{-rt} + 1} \end{aligned}$$

Maka diperoleh model populasi logistik yaitu:

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

Keterangan :

$P(t)$	=	Populasi pada waktu t
P_0	=	Populasi pada waktu $t = 0$
k	=	Laju pertumbuhan populasi
M	=	Populasi Maksimum
	=	Waktu

HASIL & PEMBAHASAN

Berikut ini adalah data jumlah penduduk yang ada di Kota Tomohon pada tahun 2015-2024.

Tabel 1. Jumlah penduduk kota Tomohon tahun 2015-2024

Tahun	Jumlah Penduduk
2015	100.373
2016	101.981
2017	103.711
2018	105.306
2019	106.917
2020	100.587
2021	100.850
2022	101.150
2023	103.070
2024	103.812

Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Tomohon

Hasil Menggunakan Model Eksponensial

Misalkan waktu (t) dalam tahun dengan t = 0 pada tahun 2015, maka populasi awal yaitu P(0) sejumlah 100.373 jiwa, sehingga diperoleh persamaan:

$$P(t) = 100.373e^{k(t-t_0)}$$

Sebelum membentuk model eksponensial untuk populasi ini, akan ditentukan terlebih dahulu nilai k yaitu laju pertumbuhan per tahun dari populasi penduduk menggunakan persamaan $k = \frac{1}{(t-t_0)} \ln \frac{P(t)}{P_0}$ Berikut ini adalah model-model eksponensial yang terbentuk berdasarkan masing-masing nilai k yang diperoleh:

- Model eksponensial I.

Untuk tahun 2015-2016, $k = \frac{1}{(2016-2015)} \ln \frac{101.981}{100.373} = 0,01589327$

Sehingga diperoleh model eksponensial

$$P(t) = 100.373e^{0.01589327(t-t_0)}$$

- Model eksponensial II

Untuk tahun 2016-2017, $k = \frac{1}{(2017-2016)} \ln \frac{103.711}{101.981} = 0,01682166$

Sehingga diperoleh model eksponensial

$$P(t) = 100.373e^{0.01682166(t-t_0)}$$

- Model eksponensial III

Untuk tahun 2017-2018, $k = \frac{1}{(2018-2017)} \ln \frac{105.306}{103.711} = 0,01526221$

Sehingga diperoleh model eksponensial

$$P(t) = 100.373e^{0.01526221(t-t_0)}$$

- Model eksponensial IV

Untuk tahun 2018-2019, $k = \frac{1}{(2019-2018)} \ln \frac{106.917}{105.306} = 0,01579749$

Sehingga diperoleh model eksponensial

$$P(t) = 100.373e^{0.01579749(t-t_0)}$$

- Model eksponensial V

Untuk tahun 2019-2020, $k = \frac{1}{(2020-2019)} \ln \frac{100.587}{106.917} = -0,06194327$

Sehingga diperoleh model eksponensial

$$P(t) = 100.373e^{-0.06194327(t-t_0)}$$

- Model eksponensial VI

Untuk tahun 2020-2021, $k = \frac{1}{(2021-2020)} \ln \frac{100.850}{100.587} = 0,00261563$

Sehingga diperoleh model eksponensial

$$P(t) = 100.373e^{0.00261563(t-t_0)}$$

- Model eksponensial VII

Untuk tahun 2021-2022, $k = \frac{1}{(2022-2021)} \ln \frac{101.150}{100.850} = 0,00297402$

Sehingga diperoleh model eksponensial

$$P(t) = 100.373e^{0.00297402(t-t_0)}$$

- Model eksponensial VIII

Untuk tahun 2022-2023, $k = \frac{1}{(2023-2022)} \ln \frac{103.070}{101.150} = 0,01862279$

Sehingga diperoleh model eksponensial

$$P(t) = 100.373e^{0.01862279(t-t_0)}$$

- Model eksponensial IX

Untuk tahun 2023-2024, $k = \frac{1}{(2024-2023)} \ln \frac{103.812}{103.070} = 0,00707491$

Sehingga diperoleh model eksponensial

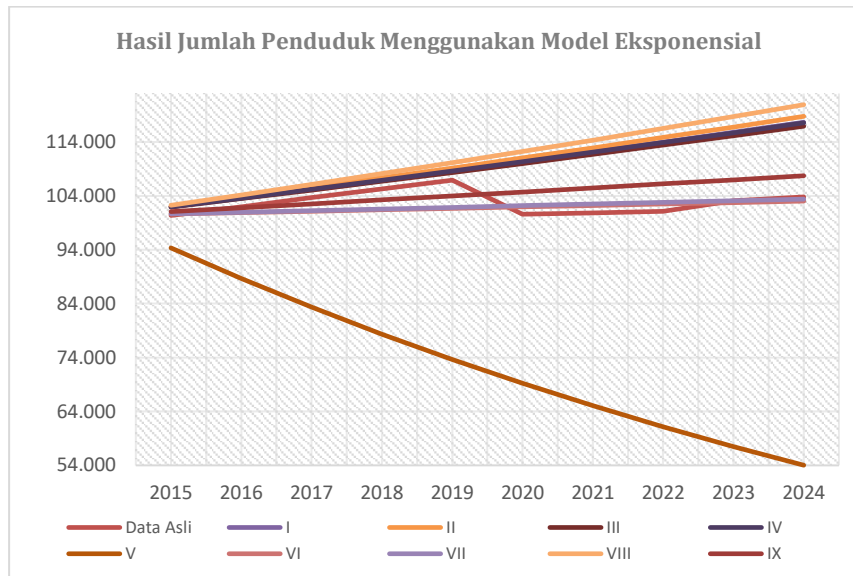
$$P(t) = 100.373e^{0.00707491(t-t_0)}$$

Selanjutnya akan diuji keakuratan model dari ketiga model tersebut lalu akan dipilih satu model untuk digunakan dalam memproyeksikan jumlah penduduk di kota Tomohon pada tahun 2015-2024. Berikut ini adalah tabel dan grafik hasil pengujian model-model eksponensial.

Tabel 2. Hasil jumlah penduduk menggunakan model eksponensial

Tahun	Data Asli	Hasil Menggunakan Model Eksponensial								
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
2015	100.373	101.981	102.076	101.917	101.971	94.344	100.636	100.672	102.260	101.086
2016	101.981	103.615	103.807	103.484	103.595	88.678	100.899	100.972	104.182	101.803
2017	103.711	105.275	105.568	105.076	105.244	83.351	101.164	101.273	106.140	102.526
2018	105.306	106.961	107.359	106.692	106.920	78.345	101.429	101.574	108.135	103.254
2019	106.917	108.675	109.180	108.332	108.623	73.639	101.694	101.877	110.168	103.987
2020	100.587	110.416	111.033	109.998	110.352	69.216	101.961	102.180	112.239	104.726
2021	100.850	112.185	112.916	111.690	112.109	65.059	102.228	102.484	114.349	105.469

202 2	101. 150	113.9 82	114. 832	113. 408	113. 895	61.1 51	102. 495	102. 790	116. 498	106. 218
202 3	103. 070	115.8 08	116. 780	115. 152	115. 708	57.4 78	102. 764	103. 096	118. 688	106. 972
202 4	103. 812	117.6 63	118. 761	116. 923	117. 551	54.0 26	103. 033	103. 403	120. 919	107. 732



Gambar 1. Grafik jumlah penduduk menggunakan model eksponensial
Berdasarkan hasil uji tersebut, model yang akan digunakan adalah model VII yaitu

$P(t) = 100.373e^{0.00297402(t-t_0)}$ dengan $k = 0.00297402$ karena memiliki error paling kecil. Sehingga, prediksi jumlah penduduk di Kota Tomohon pada tahun 2025 dengan menggunakan model eksponensial sebanyak 104.121 jiwa.

Hasil Menggunakan Model Logistik

Selanjutnya akan dicari penyelesaian menggunakan model populasi logistik. Dimisalkan $t = 0$ pada tahun 2015, sehingga populasi awal yaitu $P(0)$ sejumlah 100.373 jiwa. Akan ditentukan terlebih dahulu kapasitas maksimum populasi M . Karena $M > P$, maka kita asumsikan $M = 110.000$ dan akan ditentukan nilai r yaitu laju pertumbuhan untuk populasi menggunakan persamaan $P(t) = \frac{M}{1 + (\frac{M}{100.373} - 1)e^{-rt}}$. Berikut ini adalah model-model logistik yang dibentuk berdasarkan nilai-nilai r yang telah didapatkan jika diketahui $P_0 = 100.373$

- Model Logistik I
Untuk $t = 1$ (tahun 2016) maka $P(1) = 101.981$, diperoleh $r = 0,19915184$
Sehingga didapatkan model $P(t) = \frac{110.000}{1 + (0,0959122473)e^{-0,19915184t}}$
- Model Logistik II
Untuk $t = 2$ (tahun 2017) maka $P(2) = 103.711$, diperoleh $r = 0,22848037$
Sehingga didapatkan model $P(t) = \frac{110.000}{1 + (0,0959122473)e^{-0,22848037t}}$
- Model Logistik III

Untuk $t = 3$ (tahun 2018) maka $P(3) = 105.306$, diperoleh $r = 0,25552545$
 Sehingga didapatkan model $P(t) = \frac{110.000}{1+(0,0959122473)e^{-0,25552545t}}$

- Model Logistik IV

Untuk $t = 4$ (tahun 2019) maka $P(4) = 106.917$, diperoleh $r = 0,30008591$
 Sehingga didapatkan model $P(t) = \frac{110.000}{1+(0,0959122473)e^{-0,30008591t}}$

- Model Logistik V

Untuk $t = 5$ (tahun 2020) maka $P(5) = 100.587$, diperoleh $r = 0,00426839$
 Sehingga didapatkan model $P(t) = \frac{110.000}{1+(0,0959122473)e^{-0,00426839t}}$

- Model Logistik VI

Untuk $t = 6$ (tahun 2021) maka $P(6) = 100.850$, diperoleh $r = 0,00918774$
 Sehingga didapatkan model $P(t) = \frac{110.000}{1+(0,0959122473)e^{-0,00918774t}}$

- Model Logistik VII

Untuk $t = 7$ (tahun 2022) maka $P(7) = 101.150$, diperoleh $r = 0,01349225$
 Sehingga didapatkan model $P(t) = \frac{110.000}{1+(0,0959122473)e^{-0,01349225t}}$

- Model Logistik VIII

Untuk $t = 8$ (tahun 2023) maka $P(8) = 103.070$, diperoleh $r = 0,04439868$
 Sehingga didapatkan model $P(t) = \frac{110.000}{1+(0,0959122473)e^{-0,04439868t}}$

- Model Logistik IX

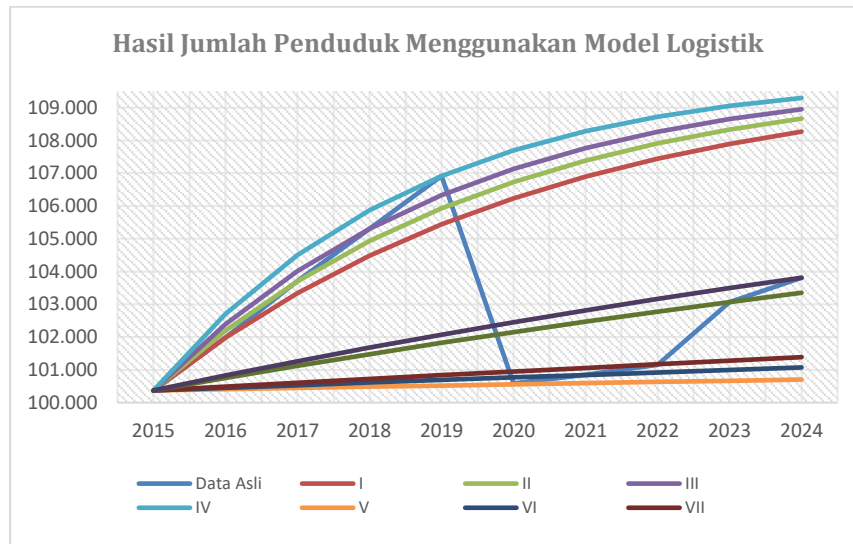
Untuk $t = 9$ (tahun 2024) maka $P(9) = 103.812$, diperoleh $r = 0,05283328$
 Sehingga didapatkan model $P(t) = \frac{110.000}{1+(0,0959122473)e^{-0,05283328t}}$

Berikut ini adalah tabel dan grafik hasil uji keakuratan model logistik.

Tabel 3. Hasil jumlah penduduk menggunakan model logistik

Tahun	Data Asli	Hasil Menggunakan Model Logistik								
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
2015	100.373	100.373	100.373	100.373	100.373	100.373	100.373	100.373	100.373	100.373
2016	101.981	101.985	102.200	102.394	102.703	100.410	100.453	100.491	100.756	100.827
2017	103.711	103.345	103.702	104.016	104.500	100.448	100.533	100.607	101.125	101.262
2018	105.306	104.486	104.929	105.307	105.873	100.485	100.612	100.723	101.481	101.677
2019	106.917	105.440	105.927	106.330	106.913	100.522	100.691	100.837	101.823	102.075
2020	100.587	106.236	106.734	107.136	107.696	100.559	100.769	100.949	102.153	102.455
2021	100.850	106.896	107.385	107.769	108.284	100.596	100.846	101.061	102.470	102.818
2022	101.150	107.444	107.909	108.264	108.724	100.632	100.923	101.171	102.776	103.164
2023	103.070	107.896	108.330	108.651	109.052	100.669	100.999	101.280	103.070	103.495

202	103.	108.2	108.	108.	109.	100.	101.	101.	103.	103.
4	812	70	667	952	296	705	075	388	353	811



Gambar 2. Grafik jumlah penduduk menggunakan model logistik

Berdasarkan hasil uji tersebut, model yang akan digunakan adalah model IX yaitu $P(t) = \frac{110.000}{1+(0,0959122473)e^{-0.05283328t}}$ dengan $r = 0,05283328$ karena memiliki error paling kecil. Jadi, prediksi jumlah penduduk di Kota Tomohon pada tahun 2025 ($t = 10$) adalah sebanyak 104.113 jiwa.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa model eksponensial dan logistik dapat digunakan untuk memproyeksikan jumlah penduduk yang ada di Kota Tomohon. Model eksponensial yang paling akurat untuk memproyeksikan jumlah penduduk di Kota Tomohon yaitu model VII dan prediksi jumlah penduduk di Kota Tomohon pada tahun 2025 dengan menggunakan model ini adalah sebanyak 104.121 jiwa. Sedangkan, model logistik yang paling akurat untuk memproyeksikan jumlah penduduk di Kota Tomohon yaitu model IX dan prediksi jumlah penduduk di Kota Tomohon pada tahun 2025 dengan menggunakan model ini adalah sebanyak 104.113 jiwa

DAFTAR PUSTAKA

- Andika, R. (2024). Penerapan Model Exponensial Dan Logistik Dalam Prediksi Populasi: Studi Kasus Kota Palembang. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 12(2).
- Aprilia, R., & Panjaitan, D. J. (2022). *Pemodelan Matematika*.
- Giordano, F. R., Fox, W. P., & Horton, S. B. (2013). *A First Course in Mathematical Modeling*. Cengage Learning. <https://books.google.co.id/books?id=PYUWAAAAQBAJ>
- Hala, K., Prang, J., & Komalig, H. (2016). Proyeksi Pertumbuhan Mobil Pribadi Roda Empat (Plat Hitam) Kota Manado Menggunakan Persamaan Differensial

- Model Pertumbuhan Populasi Kontinu (Model Logistik). *d'Cartesian: Jurnal Matematika dan Aplikasi*, 5(2), 80–84.
- Khairunnisa, J. (2025). Penerapan Model Eksponensial dan Model Logistik untuk Memproyeksikan Jumlah Penduduk Kabupaten Lombok Timur. *Jurnal Diferensial*, 7(1), 1–12.
- 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.
- 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).
- Misi, M. L. W., Maure, O. P., & Ludji, D. G. (2023). Perbandingan Model Populasi Malthus dan Model Populasi Verhulst Dalam Mengestimasi Jumlah Penduduk Kabupaten Ngada. *Asimtot: Jurnal Kependidikan Matematika*, 5(01), 43–52.
- Nurkholipah, N. S., Anggriani, N., & Supriatna, A. K. (2017). Perbandingan Proyeksi Penduduk Jawa Barat Menggunakan Model Malthus dan Verhulst dengan Variasi Interval Pengambilan Sampel. *Prosiding SI MaNIs (Seminar Nasional Integrasi Matematika dan Nilai Islami)*, 1(1).
- Pandu, Y. K. (2020). Prediksi penduduk kabupaten alor dengan menggunakan model pertumbuhan logistik pada beberapa tahun mendatang. *Asimtot: Jurnal Kependidikan Matematika*, 2(1), 71–81.
- Populasi, M. P. (2019). Pemodelan Matematika Dengan Menggunakan Persamaan Diferensial Pada Pertumbuhan Penduduk di Indonesia. *Prosiding Sendika: Vol*, 5(2), 1.
- Pratiwi, C. D. (2020). Aplikasi Persamaan Diferensial Model Populasi Logistik untuk Mengestimasi Penduduk di Kota Balikpapan. *AdMathEdu*, 10(1), 63–76.
- Rosiyanti, R. (2022). Aplikasi model Pertumbuhan Logistik Dalam Menentukan Proyeksi Penduduk Di Kabupaten Banyumas. *Perwira Journal of Science & Engineering*, 2(2), 25–31.
- Salsabila, S., Prihandono, B., & Pasaribu, M. (t.t.). PEMODELAN PERTUMBUHAN POPULASI KOTA SINGKAWANG. *Bimaster: Buletin Ilmiah Matematika, Statistika dan Terapannya*, 13(6).
- 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.