

Pemodelan Logistik untuk Pertumbuhan Kependudukan Kabupaten Karo di Provinsi Sumatera Utara pada Tahun 2025-2026

Egya Dora Latersia P¹, Destia Nada Utami², Nurul Hasanah Tri Amisri³, Muhammad Rizki Hanafi⁴

Prodi Matematika, FST, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan-Indonesia 20353

Email: ¹egyaraletciaa@gmail.com, ²destianada39@gmail.com, ³nurullamisri@gmail.com, ⁴rizkihanafi54@gmail.com

ABSTRAK

Pertumbuhan penduduk merupakan laju pertumbuhan jumlah orang yang ditinggal disuatu area pada waktu tertentu dibandingkan dengan jumlah orang yang ditinggal diarea tersebut sebelumnya. Perubahan penduduk mempunyai implikasi penting karena dapat mempengaruhi kemajuan dan kesejahteraan wilayah. Pertumbuhan penduduk merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi dinamika sosial, ekonomi, dan lingkungan suatu wilayah. Prediksi pertumbuhan penduduk di Kabupaten Karo bertujuan untuk memahami dinamika demografis dan implikasinya terhadap pembangunan wilayah. Kabupaten Karo, yang terletak di Sumatera Utara, Indonesia, mengalami kenaikan populasi yang signifikan akibat faktor-faktor seperti migrasi, kelahiran, dan kematian. Dari data yang diperoleh Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Karo di tahun 2020-2023, dapat diasumsikan bahwa tampung (K) = 500.000. Alternatif yang dapat diterapkan untuk meramalkan jumlah penduduk di Kabupaten Karo adalah dengan memanfaatkan model pertumbuhan logistik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model logistik I dengan laju pertumbuhan relatif pertahunnya sebesar 7.26 % sehingga hasil yang diperoleh didapat bahwa prediksi jumlah penduduk Kabupaten Karo di tahun 2025 adalah 425.385 dan 2026 adalah 434.148.

Kata kunci: Model Pertumbuhan Logistik, Pemodelan Matematika, Pertumbuhan Penduduk

ABSTRACT

Population growth is the rate of change in the number of people living in an area at a given time compared to the number of people living in that area previously. Population changes have significant implications as they can influence the progress and welfare of a region. Population growth is one of the important factors that influence the social, economic, and environmental dynamics of a region. The prediction of population growth in Karo Regency aims to understand demographic dynamics and its implications for regional development. Karo Regency, located in North Sumatra, Indonesia, is experiencing a significant increase in population due to factors such as migration, births, and deaths. Based on data obtained from the Central Bureau of Statistics (BPS) of Karo Regency in 2020-2023, it can be assumed that the capacity (K) = 500,000. One alternative that can be used to forecast the population in Karo Regency is to utilize the logistic growth model. The results showed that the logistic model I with a relative growth rate per year of 7.26% so the results show that the population prediction of Karo Regency in 2025 is 425,385 and 2026 is 434,148.

Keywords: Logistic Growth Model, Mathematical Modeling, Population Growth

A. Pendahuluan

Pertumbuhan penduduk merupakan penambahan jumlah penduduk di wilayah tertentu dan dalam kurun waktu tertentu, serta terus mengalami penurunan angka kelahiran dan kematian pada kelompok umur (Sugandha et al., 2022). Kelahiran dipengaruhi oleh beberapa faktor pendukung, seperti pernikahan dini dan tidak dilaksanakannya program KB, sehingga menyebabkan peningkatan angka kelahiran, sedangkan kematian juga dapat dipengaruhi oleh

beberapa faktor, yaitu kurangnya fasilitas kesehatan di daerah tersebut, seperti Rumah sakit, Puskesmas, Klinik dan Apotik. Faktor ini dapat menyebabkan terjadinya jumlah kematian yang bertambah (Sinuhaji & Simamora, 2020). Pertambahan penduduk juga dimaksud dengan perubahan populasi (Nurmadhani & Faisol, 2022).

Dalam suatu Negara, pertumbuhan penduduk tidak lepas dari faktor-faktor besar seperti angka kelahiran, angka kematian, dan

migrasi penduduk. Hubungan ini mempengaruhi laju pertumbuhan penduduk suatu Negara. Perumbuhan penduduk yang ideal dapat menimbulkan dan menghasilkan kemakmuran serta kemajuan bagi suatu Negara, namun laju pertumbuhan penduduk yang tinggi menimbulkan berbagai dampak dan negatif seperti kelaparan, kemiskinan, dan pengangguran (Seruni et al., 2020).

Untuk dapat menyelesaikan permasalahan sehari-hari, kita dapat menggunakan simbol-simbol matematika yang disebut model matematika dari permasalahan tersebut. Model matematika merupakan gambaran kondisi yang disajikan oleh permasalahan sehari-hari dalam permasalahan matematika (Tambunan, 2020). Metode penelitian merujuk pada cara untuk mencari, mendapatkan, mengumpulkan atau mendokumentasi informasi, baik yang berasal dari primer atau skunder, yang bisa dipergunakan sebagai tujuan merangkum hasil ilmiah dan menganalisis unsur-unsur yang terkait pada data yang diberikan untuk memperoleh hasil yang diinginkan. (Putri & Nurwati, 2021).

Kabupaten Karo berada di daratan tinggi area Bukit Barisan di ketinggian 200 m - 1.500 m di atas permukaan laut. Di Karo ada gunung berapi aktif yaitu Gunung Sibayak dan Gunung Sinabung sehingga rentan pada gempa bumi dan letusan gunung berapi. Letak geografis Kabupaten Karo berpenduduk antara 2500 hingga 3000 jiwa. 190 LU dan 97.550 – 98.380 BT. Dimana Luas Kabupaten Karo 2.127,25 km². Di bagian utara, Kabupaten Karo berbatasan oleh Kabupaten Langkat dan Kabupaten Deli Serdang, di sebelah selatan berbatasan oleh Kabupaten Dairi dan Kabupaten Samosir, di sebelah timur berbatasan oleh Kabupaten Deli Serdang dan Kabupaten Simalungun, dan di sebelah barat berbatasan oleh Provinsi Aceh. BPS Kabupaten Karo mengalami peningkatan jumlah pertumbuhan penduduk dari tahun ke tahun, dari tahun 2020 (404.998 jiwa), tahun 2021 (410.465 jiwa), tahun 2022 (414.429 jiwa), dan tahun 2023 (415.432 jiwa).

Secara etimologis, prediksi adalah kegiatan memperkirakan atau memperkirakan sesuatu. Berdasarkan Kamus Besar Bahasa Indonesia, perkiraan berarti hasil kegiatan ramalan, sedangkan perkiraan dalam proses ilmiah atau metode ilmiah merupakan suatu

cara yang sistematis untuk mendapatkan pengetahuan menggunakan bukti yang dapat dilihat secara langsung. (Lasarudin & Maku, 2022). Tujuan dari penelitian ini untuk membuat model logistik yang dapat memprediksi pertumbuhan penduduk ditahun 2025 dan 2026 menggunakan data BPS dari tahun 2020 sampai 2023.

Pemodelan matematika

Pemodelan matematika adalah teknik untuk mempresentasikan sistem yang rumit dalam model matematik. Dengan kata lain, pemodelan matematik adalah sekumpulan persamaan yang menggambarkan masalah rumit yang dapat diamati. Karena itu, model matematik yang dibuat diharapkan bisa menerapkan keadaan rumit yang bias lihat. (Z, Meksianis & Ndi, 2022). Pemodelan matematika adalah proses mempersentasikan sistem dan masalah dunia nyata kedalam deskripsi matematika (Fatahillah et al., 2021).

Sebuah model matematika terdiri dari fungsi yang mempresentasikan variabel, parameter, dan hubungan antar variabel dan parameter. Saat membuat model, perlu memilih dengan tepat apa yang harus diabaikan dan apa yang harus dimasukkan kedalam model. Hal yang dimaksud tergantung oleh permasalahan sebenarnya yang sedang diselidiki atau diteliti. Secara umum, model matematik bisa menjadi beberapa kategori : model fenomenologis (*phenomenological model*) dan model mekanistik (*mechanistic model*) (Aprilia & Dedy Juliandri Panjaitan, 2022).

Pemodelan matematika dapat dipahami sebagai suatu siklus, dimana permasalahan yang ada dalam kehidupan sehari-hari diubah menjadi bentuk matematika, kemudian diselesaikan dengan simbol-simbol, dan hasilnya diuji kembali kedalam konteks dunia nyata (Syam Tonra & Mandansari, 2023). Kompetensi pemodelan mencakup kemampuan dan keterampilan dalam proses pemodelan dengan tepat dan berorientasi pada tujuan. Oleh karena itu, kemampuan menggunakan pemodelan matematika untuk dapat menyelesaikan permasalahan dunia nyata (Pratikno, 2019). Model matematika terdiri dari variabel, parameter, dan fungsi yang menentukan hubungan antara variabel dan parameter. Saat membuat model, harus memilih dengan tepat apa yang harus diabaikan dan apa yang disertakan dalam model yang dipakai. Hal ini tergantung

pada permasalahan sebenarnya yang sedang diselidiki atau diteliti.

Kompetensi dalam pemodelan mencakup keterampilan untuk melaksanakan proses pemodelan dengan akurat dan fokus pada tujuan. Dengan demikian, kemampuan dalam matematika dapat menerapkan proses terjadinya masalah dari dunia nyata. (Pratikno, 2019).

Model Pertumbuhan Logistik

Ahli matematika dan biologi Belanda-Francois Verhulst memperkenalkan model logistik pada tahun 1850 sebagai model pertumbuhan populasi dunia. Seorang professor, politikus, dan ekonomi menerbitkan pamphlet anonym berjudul: “*An Essay on the Principle of Populations as it Affects the Future Improvement of Society, with Remarks on the Speculation of My. Godwin, M. Condorect and other Writers*” (Seroan et al., 2024).

Model logistik merupakan model yang memberikan gambaran pertumbuhan penduduk. Oleh karena itu, solusi yang digunakan untuk mempresentasikan pertumbuhan penduduk yaitu model logistik (Fatomi, 2021). Verhulst melihat bahwa pertumbuhan penduduk tidak hanya bergantung pada jumlah penduduk, tetapi pada seberapa jauh jumlah tersebut dari batas atas, seperti daya dukung. Model pertumbuhan logistik mengasumsikan rata-rata pertumbuhan keseluruhan sebesar bergantung dari jumlah penduduk (model linear) sama dengan laju pertumbuhan per kapita (Sugandha et al., 2022). Model ini mengasumsikan bahwa pertumbuhan penduduk terjadi pada laju pertumbuhan penduduk yang sebanding dengan jumlah penduduk (Pandu, 2020).

Bentuk sederhana yang mengakomodasikan perkiraan tersebut yaitu :

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

Jika persamaan (1) dikalikan dengan N, maka untuk perkembangan jumlah individu, kita mendapatkan sebuah model yang disebut dengan persamaan diferensial *logistic* yaitu :

$$\frac{dN}{dt} = rN \left(1 - \frac{N}{K}\right) \quad (2)$$

Berdasarkan rumus (2) dapat dicapai tahapan penyelesaian untuk persamaan *logistic* sebagai berikut:

$$\frac{dN}{dt} = rN \left(1 - \frac{N}{K}\right)$$

$$\frac{dN}{N \left(1 - \frac{N}{K}\right)} = r dt$$

$$\int \frac{dN}{N - \left(1 - \frac{N}{K}\right)} = \int r dt$$

$$\int \frac{dN}{N - \left(1 - \frac{N^2}{K}\right)} = \int r dt$$

$$\int \frac{KdN}{KN - N^2} = \int r dt$$

$$\ln N - \ln(K - N) = rt + C$$

$$\ln \left(\frac{N}{K - N}\right) = rt + C$$

$$\frac{N}{K - N} = e^{rt+C}$$

$$N = e^{rt+C}(K - N)$$

$$N = Ke^{rt+C} - Ne^{rt+C}$$

$$N + Ne^{rt+C} = Ke^{rt+C}$$

$$N(1 + e^{rt+C}) = Ke^{rt+C}$$

$$N = \frac{Ke^{rt+C}}{1 + e^{rt+C}} \quad (3)$$

Dari persamaan (3) apabila ditetapkan nilai awal $t=0$ dan $(0) = N_0$ lalu masukkan nilai tersebut kedalam persamaan (3) maka kita akan mendapatkan nilai $C = \ln \left(\frac{N_0}{K - N_0}\right)$. Nilai C yang diperoleh kemudian dimasukkan kembali kedalam persamaan (3) sehingga dari model

logistic ini didapatkan solusi khusus sebagai berikut:

$$N = \frac{Ke^{rt+\ln\left(\frac{N_0}{K-N_0}\right)}}{1+e^{rt+\ln\left(\frac{N_0}{K-N_0}\right)}}$$

$$N = \frac{Ke^{rt\left(\frac{N_0}{K-N_0}\right)}}{1+e^{rt\left(\frac{N_0}{K-N_0}\right)}}$$

$$N = \frac{\frac{Ke^{rt}N_0}{K-N_0}}{\frac{K-N_0+e^{rt}N_0}{K-N_0}}$$

$$N = \frac{Ke^{rt}N_0}{K-N_0e^{rt}N_0}$$

$$N = \frac{KN_0}{(K-N_0e^{rt}N_0)e^{rt}}$$

$$N = \frac{KN_0}{(Ke^{-rt}-N_0e^{rt}+N_0)}$$

$$N = \frac{K}{\left(\frac{K}{N_0}e^{-rt}-e^{-rt}+1\right)}$$

Sehingga didapatkan rumus solusi khususnya :

$$N = \frac{K}{e^{-rt}\left(\frac{K}{N_0}-1\right)+1} \quad (4)$$

Apabila persamaaan (4) dilimitkan $t \rightarrow \infty$, didapat (dengan $k > 0$):

$$N(t)_{max} = \lim_{t \rightarrow \infty} N(t) = \frac{a}{b} = K$$

Kecepatan pertumbuhan dan kapasitas lingkungan dapat dihitung dengan periode waktu pengumpulan data yang diinginkan. Dalam studi ini estimasi kecepatan pertumbuhan dan kapasitas lingkungan didasarkan pada periode waktu, yaitu dengan memanfaatkan data dari tiga tahun pertama. Apabila Laju pertumbuhan dan daya dukung N_0 jumlah populasi pada $t = 0$,

maka N_1 pada $t = 1$ dan N_2 pada $t = 2$, maka dari rumus (4) dapat diperoleh :

$$N = \frac{\frac{a}{b}}{e^{-rt}\left(\frac{a}{b}-1\right)+1} \quad (5)$$

$$N = \frac{abN_0}{b(bN_0+ae^{-rt}-bN_0e^{-rt})}$$

$$\frac{1}{N} = \frac{bN_0+ae^{-rt}-bN_0e^{-rt}}{aN_0}$$

$$\frac{1}{N} = \frac{b}{a} + \frac{e^{-rt}}{N_0} - \frac{bN_0e^{-rt}}{aN_0}$$

$$\frac{1}{N} = \frac{b}{a}(1-e^{-rt}) + \frac{e^{-rt}}{N_0}$$

$$\frac{b}{a}(1-e^{-rt}) = \frac{1}{N} - \frac{e^{-rt}}{N_0} \quad (6)$$

Dari persamaan (6) untuk waktu $t = 1$, $t = 2$ maka didapatkan:

$$N_1 = \frac{b}{a}(1-e^{-r}) = \frac{1}{N_1} - \frac{e^{-r}}{N_0} \quad (7)$$

$$N_2 = \frac{b}{a}(1-e^{-2r}) = \frac{1}{N_2} - \frac{e^{-2r}}{N_0} \quad (8)$$

Apabila persamaan (7) dan (8) dilakukan pembagian, maka didapatkan:

$$\frac{\frac{b}{a}(1-e^{-2r})}{\frac{b}{a}(1-e^{-r})} = \frac{\frac{1}{N_2} - \frac{e^{-2r}}{N_0}}{\frac{1}{N_1} - \frac{e^{-r}}{N_0}}$$

$$1+e^{-r} = \frac{N_2}{N_1} \frac{N_0}{N_0 - e^{-r}}$$

$$e^{-r} = \left(\frac{N_0N_1 - N_1N_2e^{-2r}}{N_0N_1 - N_1N_2e^{-r}}\right) - \left(\frac{N_0N_1 - N_1N_2e^{-r}}{N_0N_1 - N_1N_2e^{-r}}\right)$$

$$e^{-r} = \frac{N_0(N_2 - N_1)}{N_2(N_1 - N_0)} \quad (9)$$

Persamaan (9) disubstitusikan ke persamaan (10) sehingga:

$$\frac{b}{a} \left(1 - \frac{N_0(N_2 - N_1)}{N_2(N_1 - N_0)} \right) = \frac{1}{N_1} - \frac{N_0(N_2 - N_1)}{N_2(N_1 - N_0)N_0}$$

$$\frac{a}{b} = \frac{\frac{N_2(N_1 - N_0) - N_0(N_2 - N_1)}{N_2(N_1 - N_0)}}{\frac{N_2(N_1 - N_0) - (N_2 - N_1)}{N_1N_2(N_1 - N_0)}}$$

$$\frac{a}{b} = \frac{N_1(2N_0N_2 - N_2N_1 - N_0N_1)}{N_0N_2 - N_1^2}$$

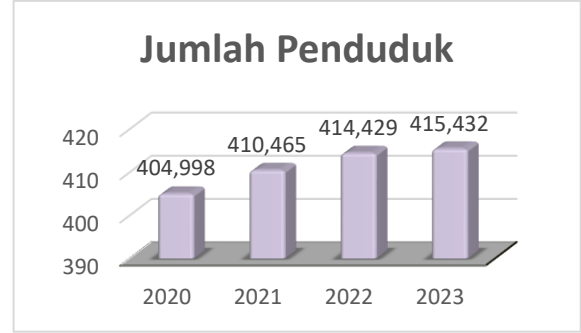
Maka, rumus untuk kapasitas lingkungan dapat dituliskan sebagai :

$$K = \frac{N_1(2N_0N_2 - N_2N_1 - N_0N_1)}{N_0N_2 - N_1^2} \quad (10)$$

Menurut model pertumbuhan logistik, jika daya dukung lebih besar dari jumlah penduduk, maka pertumbuhan penduduk akan pesat. Namun laju kenaikan jumlah penduduk akan melambat saat N mendekati $\frac{a}{b}$. Untuk $a > 0$ berlaku $\lim_{t \rightarrow \infty} N = \frac{a}{b}$.

B. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah jenis penelitian kepustakaan, yang merupakan metode yang dilakukan dengan mengkaji kajian teori, referensi, dan literatur ilmiah lain yang relevan. Data yang dibutuhkan di penelitian ini yaitu data sekunder yang mempunyai ketelitian yang cukup untuk memvalidasi model matematika. Data yang dihasilkan diambil dari data BPS Kabupaten Karo. Data yang digunakan pada peneliti yaitu data kependudukan, dimana populasi merupakan jumlah penduduk Kabupaten Karo pada tahun 2020 - 2023.



Gambar 1. Grafik Jumlah Penduduk Kab. Karo tahun 2020-2023

Tabel 1. Data Jumlah Penduduk Kabupaten Karo (2020-2023)

Tahun	Jumlah Penduduk
2020	404.998 jiwa
2021	410.465 jiwa
2022	414.429 jiwa
2023	415.432 jiwa

Jika sudah Mengumpulkan data, dapat menganalisis dan kemudian dapat mengola data berdasarkan :

1. Menyusun dan kemudian mengumpulkan informasi penduduk Kabupaten Karo berdasarkan hasil sensus yang dilakukan hasil sensus tahunan 2020-2023
2. Mengukur kapasitas lingkungan dantingkat pertumbuhan tahunan yang relatif
3. Mengembangkan atau merumuskan model untuk pertumbuhan penduduk diKabupaten Karo
4. Perhitungan estimasi jumlah penduduk Kabupaten Karo untuk tahun 2020 hingga 2023 dilakukan dengan menggunakan model pertumbuhan logistic.
5. Perbandingan hasil sensus dengan hasil pencacahan yang diharapkan ini menggunakan model pertumbuhan logistik dan dapat disajikan dalam format grafis yang dapat dibuat oleh Microsoft Excel.
6. Gunakan hasil estimasi yang diperoleh untuk meramalkan jumlah penduduk Kabupaten Karo tahun 2020-2023

dengan menggunakan model pertumbuhan logistik.

C. Hasil dan Pembahasan

Untuk memperkirakan jumlah penduduk Kabupaten Karo dengan menggunakan model logistik, carilah waktu pengukuran (t) terlebih dahulu, diukur dalam tahun, lalu asumsikan $t = 0$ pada tahun 2020 sehingga syarat pertama $P_0 = 404.998$. kemudian adalah mencari nilai daya dukung lingkungan yaitu:

$$K = \frac{N_1(2N_0N_2 - N_2N_1 - N_0N_1)}{N_0N_2 - N_1^2} \quad (1)$$

Pada Tabel 1 didapat $t = 0, 1, 2$ yaitu tahun 2020, 2021, 2022 dengan N_0, N_1, N_2 yaitu $N_0 = 404.998$, $N_1 = 410.465$, $N_2 = 414.429$. Kemudian untuk mencari nilai *Carrying Capacity*, dapat dihitung menggunakan persamaan (10)

$$K = \frac{410.465(2(404.998)(414.429) - (414.429)(410.465) - (404.998)(410.465))}{(404.998)(414.429) - (410.465)^2}$$

$$K = 424.394$$

Karena K terlalu mendekati nilai P_t jadi dapat kita Asumsikan nilai $K = 500.000$, langkah seterusnya mencari nilai r untuk masing-masing t . Nilai K dan N_0 disubstitusikan pada persamaan (4) sehingga menghasilkan solusi :

$$N(t) = \frac{K}{e^{-rt} \left(\frac{K}{P_0} - 1 \right) + 1} \quad (2)$$

$$N(t) = \frac{500.000}{e^{-rt} \left(\frac{500.000}{404.998} - 1 \right) + 1}$$

$$N(t) = \frac{500.000}{e^{-rt(0,23457)} + 1} \quad (3)$$

Selanjutnya, dicari model logistik yang dapat mencerminkan perkembangan jumlah penduduk di Kabupaten Karo untuk pada tahun 2020 sehingga , dengan menggunakan persamaan (2), maka bisa didapatkan:

$$N(t) = \frac{K}{e^{-rt} \left(\frac{K}{P_0} - 1 \right) + 1}$$

$$410.465 = \frac{500.000}{e^{-r(1)} \left(\frac{500.000}{404.998} - 1 \right) + 1}$$

$$e^{-r}(0,23457) + 1 = \frac{500.000}{410.998}$$

$$e^{-r}(0,23457) = \frac{500.000 - 410.465}{410.465}$$

$$-r = \ln(0,922991)$$

$$r = -\ln(0,922991)$$

$$r = 0,07266747171$$

Kemudian disubstitusikan ke persamaan (3) sehingga diperoleh:

Model 1

$$N(t) = \frac{500.000}{e^{(-0,07266747171)t} \left(\frac{500.000}{404.998} - 1 \right) + 1}$$

Pada persamaan (11) untuk $t = 2$ pada tahun 2021 maka $N_2 = 414.429$ sehingga:

$$N(t) = \frac{K}{e^{-rt} \left(\frac{K}{P_0} - 1 \right) + 1}$$

$$414.429 = \frac{500.000}{e^{-r(2)} \left(\frac{500.000}{404.998} - 1 \right) + 1}$$

$$e^{-2r}(0,23457) + 1 = \frac{500.000}{414.429}$$

$$e^{-2r}(0,23457) = \frac{500.000 - 414.429}{414.429}$$

$$-2r = \ln(0,88024)$$

$$-ln(0,88024)$$

$$r = \frac{2}{2}$$

$$r = 0,06378034071$$

Kemudian disubstitusikan ke persamaan (3) dapat diperoleh:

Model 2

$$N(t) = \frac{500.000}{e^{(-0,06378034071)t} \left(\frac{500.000}{404.998} - 1 \right) + 1}$$

Pada persamaan (11) untuk $t = 3$ pada tahun 2022 maka $N_3 = 415.342$ maka diperoleh:

$$N(t) = \frac{K}{e^{-rt} \left(\frac{K}{P_0} - 1 \right) + 1}$$

$$415.342 = \frac{500.000}{e^{-r(3)} \left(\frac{500.000}{404.998} - 1 \right) + 1}$$

$$e^{-3r}(0,23457) + 1 = \frac{500.000}{415.342}$$

$$e^{-2r}(0,23457) = \frac{500.000 - 415.342}{415.342}$$

$$-3r = \ln(0,86890)$$

$$-ln(0,86890)$$

$$r = \frac{3}{3}$$

$$r = 0,04684241171$$

Kemudian disubstitusikan kembali ke persamaan (3) sehingga diperoleh:

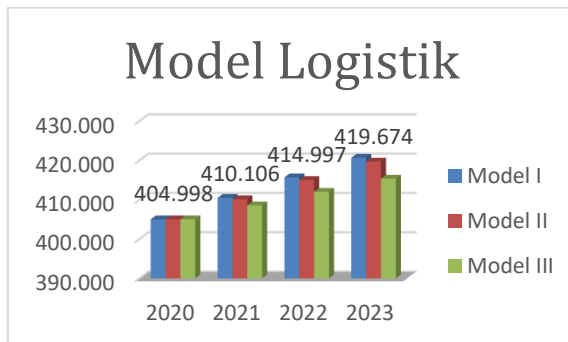
Model 3

$$N(t) = \frac{500.000}{e^{(-0,04684241171)t} \left(\frac{500.000}{404.998} - 1 \right) + 1}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, dapat disimpulkan hasil dari model logistik sebagai berikut:

1. Model Logistik 1 dapat dinyatakan $N(t) = \frac{500.000}{e^{(-0,07266747171)t} \left(\frac{500.000}{404.998} - 1 \right) + 1}$ dengan tingkat pertumbuhan tahunan relatif sekitar **7,26 %**.
2. Model Logistik 2 dapat dinyatakan $N(t) = \frac{500.000}{e^{(-0,06378034071)t} \left(\frac{500.000}{404.998} - 1 \right) + 1}$ dengan tingkat pertumbuhan tahunan relatif sekitar **6,38 %**
3. Model Logistik 3 dapat dinyatakan $N(t) = \frac{500.000}{e^{(-0,04684241171)t} \left(\frac{500.000}{404.998} - 1 \right) + 1}$ dengan tingkat pertumbuhan tahunan relatif sekitar **4,68 %**.

Tabel dibawah ini menyatakan hasil jumlah penduduk di Kabupaten Karo tahun 2020-2023 diantaranya:



Gambar 2. Grafik Model Logistik Kab. Karo

Tabel 2. Perbandingan antara data sensus dan data model logistik mengenai total populasi di Kabupaten Karo

Tahun	Hasil Data	Model I	Model II	Model III
2020	404.998	404.99	404.99	404.99
2021	410.465	410.46	410.10	408.55
2022	414.429	415.68	414.99	411.99
2023	415.542	420.65	419.67	415.34

Proyeksi Jumlah Penduduk di Kabupaten Karo Tahun 2025-2026

Didasarkan pada model logistik 1 yang akan diterapkan untuk memperkirakan jumlah penduduk karu pada tahun 2025-2026 maka rumus model yang digunakan adalah:

$$N(t) = \frac{500.000}{e^{(-0,07266747171)t} \left(\frac{500.000}{404.998} - 1 \right) + 1}$$

Tingkat pertumbuhan relatif model ini adalah 7,26% per tahun. Selain itu, dalam model logistik I, pertama-tama dapat diprediksi jumlah penduduk pada tahun 2024 dengan menyatakan $t = 2024 - 2020 = 4$, yang menghasilkan:

$$N(4) = \frac{500.000}{e^{(-0,07266747171)(4)} \left(\frac{500.000}{404.998} - 1 \right) + 1}$$

$$N(4) = 425.385,0628$$

Dengan demikian, hasil yang dapat dihitung jumlah penduduk Kabupaten Karo tahun 2024 dengan model logistik adalah 425.385 jiwa. Untuk menghitung jumlah penduduk pada tahun 2025 dan 2026 caranya sama dengan perhitungan pada tahun 2024. Setelah melihat hasil perhitungannya, dapat diperhatikan pada tabel (3) berikut ini:

Tabel 1. Prediksi Jumlah Penduduk Kab. Karo

Tahun	Hasil Prediksi
2024	425.385 jiwa
2025	429.881 jiwa
2026	434.148 jiwa

Hal di atas menunjukkan bahwa analisis menggunakan model pertumbuhan logistik menunjukkan bahwa populasi di Kabupaten Karo terus bertambah

D. Kesimpulan

Model pertumbuhan logistik bisa lebih akurat dan dapat digunakan sebagai model definitif untuk memprediksi populasi di masa depan. Model logistik I ditentukan dengan menggunakan nilai daya dukung yang membatasi jumlah penduduk Kabupaten Karo sebanyak 424.394.3187 jiwa. Model pertumbuhan logistic

digunakan untuk memperkirakan populasi di Kabupaten Karo. Rumus dari model 1 jika disubsitusikan adalah:

$$N(t) = \frac{500.000}{e^{(-0,07266747171)t} \left(\frac{500.000}{404.998} - 1 \right) + 1}$$

Laju pertumbuhan penduduk relatif tahunan Kabupaten Karo dengan menggunakan Model Logistik 1 sebesar 7,26%. Dari Model Pertumbuhan Logistik 1, jumlah penduduk Kabupaten Karo di proyeksi sebesar 425.385 jiwa pada tahun 2025 dan 434.148 jiwa pada tahun 2026.

E. Daftar Pustaka

- Aprilia, R., & Dedy Juliandri Panjaitan, M. (2022). *PEMODELAN MATEMATIKA Penulis. February*.
- Fatahillah, A., Istiqomah, M., & Dafik, D. (2021). Pemodelan Matematika Pada Kasus Kecanduan Game Online Menggunakan Metode Runge-Kutta Orde 14. *Limits: Journal of Mathematics and Its Applications*, 18(2), 129. <https://doi.org/10.12962/limits.v18i2.6854>
- Fatomi, Z. S. dan S. (2021). *Pemrograman dan Komputasi Numerik Menggunakan Python* (Vol. 2, Issue 3). GadjahMada University Press.
- Lasarudin, A., & Maku, R. (2022). Prediksi Pertumbuhan Jumlah Penduduk Menggunakan Algoritma Neural Network. *Jurnal Ilmu Komputer (JUIK)*, 2(2), 37. <https://doi.org/10.31314/juik.v2i2.1715>
- Nurmadhani, N., & Faisol, 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>
- 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. <https://doi.org/10.30822/asimtot.v2i1.502>
- Pratikno, H. (2019). Analisis kompetensi pemodelan matematika siswa smp pada kategori kemampuan matematika berbeda. *Konferensi Nasional Penelitian Matematika Dan Pembelajarannya (KNPMP) IV, Universitas Muhammadiyah Surakarta*, 9. <https://proceedings.ums.ac.id/index.php/KNPMP/article/view/1924/1879>
- Putri, N. C., & Nurwati, N. (2021). Pengaruh Laju Pertumbuhan Penduduk Berdampak Pada Tingginya Angka Kemiskinan Yang Menyebabkan Banyak Eksploitasi Anak Di Indonesia. *Jurnal Ilmu Kesejahteraan Sosial HUMANITAS*, 3(I), 1–15. <https://doi.org/10.23969/humanitas.v3ii.2827>
- Seroan, M., Husin, A., Tunas, W., Songkilawang, G., Maarial, A., & Damogalad, F. (2024). Pemodelan Matematika untuk Perkiraan Jumlah Penduduk Kabupaten Minahasa pada Tahun 2026 dan 2027 Menggunakan Model Logistik.pdf. *Algoritma*, 2(2), 179–198. <https://journal.arimsi.or.id/index.php/Algoritma/article/view/100/162>
- Seruni, D. S., Furqon, M. T., & Wihandika, R. C. (2020). Sistem Prediksi Pertumbuhan Jumlah Penduduk Kota Malang menggunakan Metode K-Nearest Neighbor Regression. *Sistem Prediksi Pertumbuhan Jumlah Penduduk Kota Malang Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor Regression*, 4(4), 1075–1082.
- Sinuhaji, F., & Simamora, I. (2020). Model Stokastik Pertumbuhan Penduduk Di Kabupaten Karo Menggunakan Perhitungan Pola Kelahiran, Kematian Dan Perpindahan. *Jurnal Curere*, 4(2), 55. <https://doi.org/10.36764/jc.v4i2.443>
- Sugandha, A., Rosiyanti, R., & Suwali, S. (2022). Aplikasi model Pertumbuhan Logistik Dalam Menentukan Proyeksi Penduduk Di Kabupaten Banyumas. *Perwira Journal of Science & Engineering*, 2(2), 28–36. <https://doi.org/10.54199/pjse.v2i2.134>
- Syam Tonra, W., & Mandansari, D. (2023). Merancang Pembelajaran Kontekstual pada Materi Pemodelan Matematika Melalui Lesson Study. *Jurnal Axioma : Jurnal Matematika Dan Pembelajaran*, 8(1), 01–09. <https://doi.org/10.56013/axi.v8i1.1740>
- Tambunan, H. (2020). P Pemodelan Matematika

dalam Pendidikan. *Sepren*, 2(1), 9.
<https://doi.org/10.36655/sepren.v2i1.344>
Z, Meksianis & Ndi, P (2022). *Pemodelan
Matematika* (M. Nasrudin (ed.); 1st ed.).
PT.Nasya Expanding Management.