



PREDIKSI JUMLAH PENDUDUK KOTA BALIKPAPAN MENGUNAKAN METODE RUNGE-KUTTA ORDE LIMA

VIRA OKTAVIA, ANDRI AZMUL FAUZI*, DAN YUKI NOVIA NASUTION³

Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas
Mulawarman, Samarinda, Indonesia

*Penulis Korespondensi: andriazmul161022@fmipa.unmul.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini membahas pemodelan dan prediksi pertumbuhan jumlah penduduk Kota Balikpapan menggunakan model pertumbuhan logistik yang diselesaikan dengan metode numerik Runge-Kutta orde lima. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh model pertumbuhan penduduk serta memprediksi jumlah penduduk Kota Balikpapan pada periode 2025–2029 berdasarkan data tahun 2021–2024 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik. Hasil analisis menunjukkan bahwa model yang diperoleh mampu mendekati data jumlah penduduk aktual dengan tingkat kesalahan yang relatif kecil. Berdasarkan model tersebut, jumlah penduduk Kota Balikpapan diprediksi meningkat secara bertahap pada periode 2025–2029. Hasil prediksi menunjukkan jumlah penduduk diperkirakan mencapai 718.657 jiwa pada tahun 2025 dan meningkat hingga sekitar 726.597 jiwa pada tahun 2029. Hasil ini menunjukkan bahwa metode Runge-Kutta orde lima dapat digunakan untuk memodelkan dan memprediksi pertumbuhan jumlah penduduk.

Kata kunci: Kota Balikpapan, Model Logistik, Pertumbuhan Penduduk, Prediksi Penduduk, Runge-Kutta Orde Lima.

ABSTRACT

This study discusses the modeling and prediction of population growth in Balikpapan City using a logistic growth model solved with the fifth-order Runge–Kutta numerical method. The objective of this study is to obtain a population growth model and to predict the population of Balikpapan City for the period 2025–2029 based on data from 2021–2024 obtained from the Central Bureau of Statistics. The results show that the obtained model approximates the actual population data with a relatively small error. Based on the model, the population of Balikpapan City is predicted to increase gradually during the period 2025–2029. The population is estimated to reach 718,657 people in 2025 and increase to approximately 726,597 people by 2029. These results indicate that the fifth-order Runge–Kutta method can be used to model and predict population growth.

Keywords: Balikpapan City, Fifth-Order Runge-Kutta Method, Logistic Model, Population Growth, Population Prediction.

1. Pendahuluan

Pertumbuhan penduduk merupakan salah satu faktor penting yang berkaitan dengan keberhasilan pembangunan di suatu wilayah. Peningkatan jumlah penduduk dapat memengaruhi berbagai sektor kehidupan, seperti ekonomi, pendidikan, kesehatan, dan infrastruktur [1]. Oleh karena itu, pemerintah perlu menyusun perencanaan dan strategi pembangunan yang tepat agar kebutuhan masyarakat dapat terpenuhi secara berkelanjutan. Badan Pusat Statistik (BPS) memperkirakan bahwa jumlah penduduk Indonesia pada tahun 2025 mencapai sekitar 284 juta jiwa dengan perubahan struktur umur penduduk yang memerlukan penyesuaian dalam kebijakan publik. Analisis terhadap tren demografi tersebut menjadi penting karena dapat mendukung pencapaian target *Sustainable Development Goals* (SDGs) serta menjadi dasar dalam perencanaan pembangunan jangka panjang [2].

Kota Balikpapan merupakan salah satu kota besar di Provinsi Kalimantan Timur yang memiliki peran strategis, terutama dengan adanya pembangunan Ibu Kota Negara (IKN) di wilayah yang berdekatan. Kondisi tersebut diperkirakan dapat menyebabkan peningkatan jumlah penduduk di Kota Balikpapan yang tidak hanya terjadi secara alami, tetapi juga dipengaruhi oleh faktor migrasi [3]. Pemandangan IKN juga berdampak pada meningkatnya aktivitas perekonomian di Kota Balikpapan, khususnya pada sektor jasa dan perhotelan, serta mendorong percepatan pembangunan infrastruktur daerah. Selain itu, perubahan sosial di Kota Balikpapan diperkirakan akan terjadi seiring dengan meningkatnya interaksi antarpenduduk dari berbagai latar belakang yang dapat memengaruhi pola hidup dan budaya masyarakat setempat [2].

Proyeksi penduduk tidak hanya memberikan gambaran mengenai jumlah penduduk di masa yang akan datang, tetapi juga menjadi dasar penting dalam menentukan arah pembangunan. Penyusunan proyeksi penduduk didasarkan pada komponen demografi, yaitu fertilitas, mortalitas, dan migrasi, yang polanya dapat digunakan untuk memperkirakan pertumbuhan penduduk pada periode mendatang [4]. Meskipun demikian, proyeksi penduduk tetap bersifat asumsi karena disusun berdasarkan tren data masa lalu dan perkiraan perkembangan komponen demografi. Oleh karena itu, hasil proyeksi penduduk dapat menjadi dasar dalam pengambilan kebijakan pembangunan agar lebih sesuai dengan kondisi di masa depan [5]. Dalam penelitian Pratiwi [5], data jumlah penduduk yang digunakan berupa data tahunan karena data tersebut mampu menunjukkan kecenderungan pertumbuhan penduduk secara konsisten dari tahun ke tahun, sehingga pola perubahan jumlah penduduk dapat diamati dan dianalisis dengan lebih baik dalam proses proyeksi penduduk. Selain itu, penggunaan data tahunan dinilai lebih representatif dalam menggambarkan perkembangan penduduk secara berkelanjutan dibandingkan data dengan periode waktu yang lebih singkat.

Metode numerik Runge-Kutta merupakan metode numerik yang digunakan untuk menyelesaikan masalah persamaan diferensial biasa dengan pendekatan yang lebih baik dibanding metode Euler. Metode Runge-Kutta menggunakan beberapa titik evaluasi fungsi dalam interval kecil untuk menghitung solusi, sehingga tingkat akurasi yang didapat lebih tinggi. Metode Runge-Kutta umumnya dikelompokkan berdasarkan jumlah tahap evaluasi yang digunakan [6].

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk memprediksi jumlah penduduk Kota Balikpapan periode 2025–2029 menggunakan metode Runge-Kutta orde lima berdasarkan data jumlah penduduk tahun 2010–2024. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran prediksi pertumbuhan penduduk yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam perencanaan pembangunan daerah.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Model Pertumbuhan Logistik

Model pertumbuhan logistik dikemukakan oleh Pierre-Francois Verhulst pada tahun 1840. Model Malthus tidak lagi akurat ketika populasi menjadi sangat besar, karena tidak mencer-

minkan fakta bahwa pada saat ini individu saling bersaing untuk ruang hidup yang terbatas dan ketersediaan sumber daya alam. Verhulst menjelaskan bahwa pertumbuhan populasi tidak hanya dipengaruhi oleh ukuran populasi, tetapi juga sejauh mana ukuran ini dari batas maksimum yang dapat ditampung oleh lingkungan. Pada model pertumbuhan logistik diasumsikan bahwa pertumbuhan total rata-rata tergantung pada jumlah penduduk atau sama dengan tingkat pertumbuhan per kapita [7].

Model pertumbuhan populasi logistik yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada [5]. Model tersebut dinyatakan dalam bentuk persamaan diferensial sebagai berikut:

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

Keterangan:

P : Jumlah penduduk pada tahun t

K : Kapasitas daya tampung

k : Laju pertumbuhan penduduk

t : Waktu (dalam tahun)

Berdasarkan persamaan (1), diperoleh solusi persamaan logistik sebagai berikut:

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

Dengan mengambil limit persamaan (2) saat $t \rightarrow \infty$, maka diperoleh kapasitas daya tampung K . Berdasarkan persamaan (2), diperoleh persamaan kapasitas daya tampung sebagai berikut:

$$K = \frac{P_1(P_1P_0 - 2P_0P_2 + P_1P_2)}{P_1^2 - P_0P_2} \quad (3)$$

Keterangan:

K : Kapasitas daya tampung

P_0 : Jumlah penduduk pada saat $t = 0$ (tahun ke-0)

P_1 : Jumlah penduduk pada saat $t = 1$ (tahun ke-1)

P_2 : Jumlah penduduk pada saat $t = 2$ (tahun ke-2)

2.2. Metode Runge-Kutta

Pada metode Runge-Kutta, ukuran langkah atau jarak antar titik dinyatakan dengan h . Nilai h diperoleh menggunakan persamaan berikut:

$$h = \frac{b - a}{n} \quad (4)$$

Berikut ini merupakan bentuk umum persamaan metode Runge-Kutta orde lima:

$$s_{i+1} = s_i + \frac{h}{90}(7k_1 + 32k_3 + 12k_4 + 32k_5 + 7k_6) \quad (5)$$

dengan:

$$\begin{aligned}
 k_1 &= hf(r_i, s_i) \\
 k_2 &= hf\left(r_i + \frac{1}{4}, s_i + \frac{1}{4}k_1\right) \\
 k_3 &= hf\left(r_i + \frac{1}{4}, s_i + \frac{1}{8}k_1 + \frac{1}{8}k_2\right) \\
 k_4 &= hf\left(r_i + \frac{1}{2}, s_i - \frac{1}{2}k_2 + k_3\right) \\
 k_5 &= hf\left(r_i + \frac{3}{4}h, s_i + \frac{3}{16}k_1 + \frac{9}{16}k_4\right) \\
 k_6 &= hf\left(r_i + h, s_i - \frac{3}{7}k_1 + \frac{2}{7}k_2 + \frac{12}{7}k_3 - \frac{12}{7}k_4 + \frac{8}{7}k_5\right)
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

2.3. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right| \times 100\%
 \tag{7}$$

Keterangan:

n : Jumlah data

y_i : Nilai sebenarnya data ke- i

\hat{y}_i : Nilai prediksi data ke- i

Berikut ini merupakan kriteria nilai MAPE yang digunakan untuk menilai tingkat akurasi:

Tabel 1. Kriteria Perkiraan Menggunakan MAPE

Nilai MAPE	Kriteria Pendugaan
$MAPE < 10\%$	Sangat Baik
$10\% \leq MAPE < 20\%$	Baik
$20\% \leq MAPE < 50\%$	Cukup Baik
$MAPE \geq 50\%$	Buruk

Tabel 1 menunjukkan bahwa terdapat 4 kriteria dari nilai MAPE yaitu tingkat akurasi sangat baik (akurat), akurasi baik, akurasi cukup baik, dan akurasi buruk (tidak akurat) [8].

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan data yang diperoleh dari BPS Provinsi Kalimantan timur pada tahun 2021-2024 dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2. Data Jumlah Penduduk Kota Balikpapan Tahun 2021–2024

No	Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)
1	2021	695.300
2	2022	703.600
3	2023	710.000
4	2024	717.200

Sumber: BPS Provinsi Kalimantan Timur

Dengan menggunakan persamaan (3) diperoleh nilai K sebagai berikut:

$$\begin{aligned} K &= \frac{P_1(P_1P_0 - 2P_0P_2 + P_1P_2)}{P_1^2 - P_0P_2} \\ &= \frac{703.600(703.600 \times 695.300 - 2(695.300) \times 710.000 + 703.600 \times 710.000)}{703.600^2 - 695.300 \times 710.000} \\ &= 730.489 \end{aligned}$$

Langkah berikutnya adalah menentukan nilai parameter k untuk setiap waktu t dengan melakukan substitusi ke persamaan (2). Sebagai contoh perhitungan, ditunjukkan untuk $t = 1$ dengan $P_1 = 703.600$ sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P(1) &= \frac{K}{e^{-kt} \left(\frac{K}{P_0} - 1 \right) + 1} \\ 703.600 &= \frac{730.489}{e^{-k \cdot 1} \left(\frac{730.489}{695.300} - 1 \right) + 1} \\ 703.600 &= \frac{730.489}{e^{-k} (0,0505969) + 1} \\ 703.600 \left(e^{-k} (0,0505969) + 1 \right) &= 730.489 \\ \frac{0,0382163}{0,0505969} &= e^{-k} \\ 0,755309 &= e^{-k} \\ \ln 0,755309 &= -k \\ 0,280628 &= k \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama diperoleh nilai parameter k untuk waktu lainnya, yaitu ketika $t = 2$ dengan $P_2 = 710.000$ diperoleh $k = 0,280757$, sedangkan ketika $t = 3$ dengan $P_3 = 717.200$ diperoleh $k = 0,33485$.

Selanjutnya, setelah diperoleh nilai parameter k untuk masing-masing waktu t , dapat dibentuk beberapa model logistik yang akan digunakan untuk memprediksi jumlah penduduk Kota Balikpapan pada periode 2025–2029. Sebagai contoh pembentukan model logistik, ditunjukkan untuk Model Logistik I dengan melakukan substitusi nilai $k = 0,280628$, $P_0 = 695.300$, dan $K = 730.489$ ke persamaan (2) sehingga diperoleh:

$$\begin{aligned} P(t) &= \frac{K}{e^{-kt} \left(\frac{K}{P_0} - 1 \right) + 1} \\ P(t) &= \frac{730.489}{e^{-0,280628t} \left(\frac{730.489}{695.300} - 1 \right) + 1} \\ P(t) &= \frac{730.489}{e^{-0,280628t} (0,0505969) + 1} \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, diperoleh model logistik lainnya sebagai berikut:

Model Logistik II

$$P(t) = \frac{730.489}{e^{-0,280757t} (0,0505969) + 1}$$

Model Logistik III

$$P(t) = \frac{730.489}{e^{-0,33485t} (0,0505969) + 1}$$

Berdasarkan model logistik yang diperoleh, selanjutnya dihitung nilai prediksi jumlah penduduk untuk setiap periode waktu. Hasil prediksi dari masing-masing model logistik disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Model Logistik

Tahun	t	Model I	Model II	Model III
2021	0	695.300	695.300	695.300
2022	1	703.600	703.603	704.970
2023	2	709.995	710.000	712.048
2024	3	714.903	714.909	717.200

Berdasarkan Tabel 3, terlihat bahwa ketiga model logistik menghasilkan nilai prediksi yang relatif berdekatan pada setiap periode waktu. Untuk mengetahui model yang paling sesuai dengan data jumlah penduduk Kota Balikpapan, selanjutnya dilakukan analisis tingkat *error*.

Setelah dilakukan perhitungan nilai *error* pada masing-masing model logistik untuk setiap periode waktu, selanjutnya disusun rekapitulasi hasil prediksi beserta nilai *error* yang diperoleh. Rekapitulasi tersebut disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai *Error* Model Logistik

Hasil Model			Error Model		
Model I	Model II	Model III	I	II	III
695.300	695.300	695.300	0	0	0
703.600	703.603	704.970	0	3	1.370
709.995	710.000	712.048	5	0	2.048
714.903	714.909	717.200	2.297	2.291	0

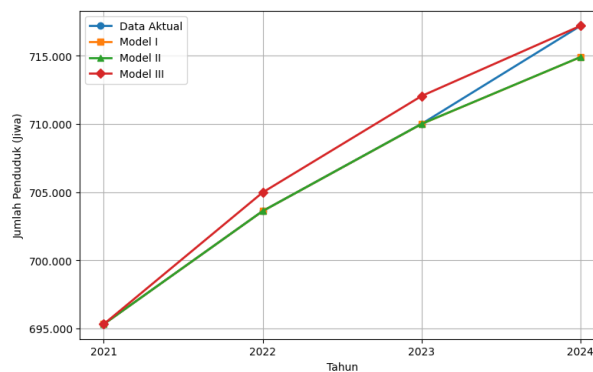
Untuk melihat tingkat kesesuaian model terhadap data aktual, hasil perhitungan dari masing-masing model kemudian dibandingkan dengan data jumlah penduduk Kota Balikpapan tahun 2021-2024 sebagaimana ditampilkan pada Tabel 5. Perbandingan ini bertujuan untuk mengidentifikasi model yang paling mendekati data aktual berdasarkan nilai prediksi dan *error* yang dihasilkan.

Berdasarkan Tabel 5, dapat dilihat bahwa ada model yang mengalami peningkatan maupun penurunan, sehingga dari ketiga model yang dimiliki, model II merupakan model yang hasilnya benar-benar mendekati data jumlah penduduk Balikpapan pada tahun 2021-2024. Hal tersebut juga diperkuat dengan nilai *error* yang dimiliki, yakni bahwa hasil perhitungan dari model II mendekati data jumlah penduduk Balikpapan walaupun di tahun terakhir *error* semakin besar. Berbeda dengan model II, model III justru memiliki *error* yang kecil pada tahun terakhir, namun pada tahun kedua dan ketiga terjadi *error* yang cukup besar.

Tabel 5. Model Logistik dengan Data Jumlah Penduduk Balikpapan

Tahun	Data Aktual	Model I	Model II	Model III
2021	695.300	695.300	695.300	695.300
2022	703.600	703.600	703.603	704.970
2023	710.000	709.995	710.000	712.048
2024	717.200	714.903	714.909	717.200

Setelah dilakukan perhitungan nilai prediksi dan *error* untuk masing-masing model logistik, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis secara visual. Analisis ini bertujuan untuk melihat kesesuaian pola pertumbuhan yang dihasilkan oleh model terhadap data jumlah penduduk aktual Kota Balikpapan. Berikut disajikan grafik perbandingan data aktual dan hasil model logistik yang dapat dilihat pada Gambar 1.

**Gambar 1.** Grafik Model Logistik

Berdasarkan Gambar 1, terlihat bahwa ketiga model logistik yang diperoleh memiliki pola pertumbuhan yang relatif serupa dan mengikuti kecenderungan peningkatan jumlah penduduk dari tahun ke tahun. Secara umum, kurva yang dihasilkan menunjukkan pola pertumbuhan yang semakin melambat ketika jumlah penduduk mendekati nilai kapasitas daya tampung (K). Hal ini sesuai dengan karakteristik model logistik yang menggambarkan bahwa pertumbuhan populasi tidak berlangsung secara eksponensial terus-menerus, melainkan dibatasi oleh kapasitas lingkungan.

Selain itu, perbandingan antara data aktual dan hasil model menunjukkan bahwa model logistik mampu mendekati pola pertumbuhan jumlah penduduk Kota Balikpapan dengan cukup baik. Oleh karena itu, model logistik tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam pembentukan persamaan diferensial pertumbuhan penduduk yang akan diselesaikan menggunakan metode numerik.

Persamaan Logistik

Berdasarkan model logistik yang telah diperoleh sebelumnya, pertumbuhan jumlah penduduk Kota Balikpapan dapat dimodelkan menggunakan persamaan diferensial logistik. Persamaan ini menggambarkan hubungan antara laju perubahan jumlah penduduk terhadap jumlah penduduk itu sendiri serta kapasitas daya tampung lingkungan. Bentuk umum persamaan diferensial model logistik dinyatakan sebagai berikut:

$$\frac{dP}{dt} = k \left(1 - \frac{P}{K} \right) P = 0,280757 \left(1 - \frac{P}{730.489} \right) P \quad (4.1)$$

Persamaan ini menggambarkan bahwa laju perubahan jumlah penduduk ($\frac{dP}{dt}$) berbanding lurus dengan jumlah penduduk pada waktu tertentu (P) dan menurun secara proporsional terhadap rasio jumlah penduduk terhadap kapasitas daya tampung (K).

Ukuran Langkah

Pada model logistik akan ditentukan ukuran langkah dengan selang waktu yang digunakan yaitu $0 \leq t \leq 8$, kemudian menggunakan persamaan (4) untuk menghitung ukuran langkah, dimana n banyaknya iterasi yang diinginkan yaitu 8, a adalah batas bawah interval yaitu 0, dan b adalah batas atas interval yaitu 8, dengan interval $[0, 8]$. Ukuran langkah dapat ditentukan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$h = \frac{b - a}{n} = \frac{8 - 0}{8} = 1$$

sehingga diperoleh ukuran langkah $h = 1$

Dengan menggunakan ukuran langkah $h = 1$ dan kondisi awal yang telah ditentukan, selanjutnya dilakukan perhitungan solusi numerik dari persamaan diferensial model logistik menggunakan metode Runge–Kutta orde lima. Perhitungan dilakukan secara iteratif untuk setiap nilai waktu t sehingga diperoleh pendekatan nilai jumlah penduduk pada setiap periode waktu. Hasil pendekatan solusi numerik yang diperoleh untuk periode tahun 2021–2024 disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Solusi Numerik Model Logistik dengan Metode Runge-Kutta Orde Lima

t	Tahun	Data Aktual	Prediksi Jumlah Penduduk Metode Runge-Kutta (Jiwa)
0	2021	695.300	695.300
1	2022	703.600	703.596,737
2	2023	710.000	709.994,957
3	2024	717.200	714.904,627

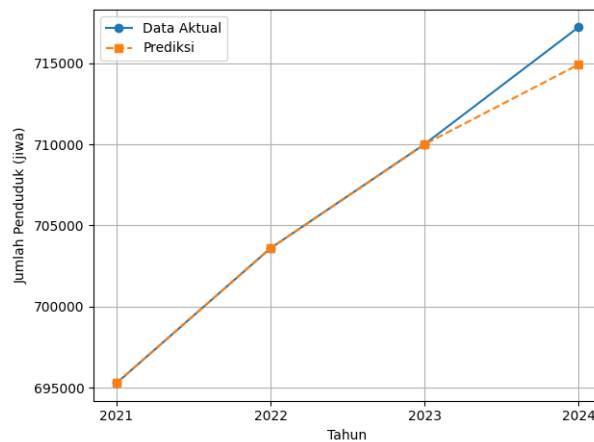
Untuk mengetahui tingkat akurasi hasil prediksi yang diperoleh, dilakukan pengukuran kesalahan menggunakan MAPE. Hasil perhitungan nilai MAPE metode Runge-Kutta orde lima disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil MAPE Metode Runge-Kutta Orde Lima

t	Tahun	Nilai Aktual (Jiwa)	Nilai Prediksi (Jiwa)	Error Absolut $ A_t - F_t $	MAPE (%)
0	2021	695.300	695.300	0	0
1	2022	703.600	703.596,737	3,263	0,0005
2	2023	710.000	709.994,957	5,043	0,001
3	2024	717.200	714.904,627	2.295,373	0,32
Rata-rata MAPE					0,08

Berdasarkan Tabel 6 dan Tabel 7, terlihat bahwa hasil solusi numerik menggunakan metode Runge-Kutta orde lima menghasilkan nilai prediksi yang sangat mendekati data aktual pada periode 2021–2024. Nilai rata-rata MAPE sebesar 0,08% menunjukkan bahwa tingkat kesalahan prediksi yang dihasilkan sangat kecil sehingga metode Runge-Kutta orde lima mampu

memberikan pendekatan solusi numerik yang sangat baik terhadap model logistik pertumbuhan penduduk. Untuk memperjelas perbandingan antara data aktual dan hasil prediksi tersebut, hubungan keduanya juga disajikan dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Perbandingan Nilai Aktual dan Prediksi pada Metode Runge-Kutta Orde Lima

Gambar 2 menunjukkan perbandingan antara data jumlah penduduk aktual dan hasil prediksi menggunakan metode Runge-Kutta orde lima. Berdasarkan grafik tersebut, terlihat bahwa kurva prediksi hampir berimpit dengan data aktual pada setiap periode waktu. Hal ini menunjukkan bahwa model logistik yang diselesaikan menggunakan metode Runge-Kutta orde lima mampu merepresentasikan pola pertumbuhan jumlah penduduk Kota Balikpapan dengan baik.

Setelah diperoleh hasil pendekatan solusi numerik yang mendekati data aktual, model logistik selanjutnya digunakan untuk melakukan prediksi jumlah penduduk pada periode selanjutnya. Dengan menggunakan metode Runge-Kutta orde lima dan parameter yang telah ditentukan sebelumnya, diperoleh hasil prediksi jumlah penduduk Kota Balikpapan untuk periode 2025–2029 sebagaimana disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Prediksi Jumlah Penduduk Menggunakan Metode Runge-Kutta Orde Lima

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)
2025	718.658
2026	721.518
2027	723.694
2028	725.345
2029	726.598

Berdasarkan Tabel 8, terlihat bahwa jumlah penduduk Kota Balikpapan diprediksi terus mengalami peningkatan pada periode 2025–2029, namun dengan laju pertumbuhan yang semakin melambat. Kondisi ini menunjukkan bahwa pertumbuhan jumlah penduduk cenderung mendekati kapasitas daya tampung yang telah ditentukan dalam model logistik. Pola tersebut sejalan dengan karakteristik model logistik yang menggambarkan pertumbuhan populasi yang pada akhirnya akan mendekati kondisi keseimbangan.

4. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa metode Runge-Kutta orde lima dapat digunakan untuk memperoleh solusi numerik dari model persamaan diferensial yang merepresentasikan pertumbuhan jumlah penduduk Kota Balikpapan berdasarkan data historis yang tersedia. Hasil penerapan metode tersebut menghasilkan prediksi jumlah penduduk yang mampu mengikuti pola pertumbuhan data sehingga metode Runge-Kutta orde lima dapat digunakan sebagai pendekatan numerik dalam memprediksi jumlah penduduk Kota Balikpapan. Hasil prediksi tersebut diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi pemerintah Kota Balikpapan dalam perencanaan kependudukan, seperti penyediaan fasilitas pendidikan, layanan kesehatan, perumahan, serta infrastruktur publik agar pertumbuhan penduduk dapat diimbangi dengan ketersediaan sarana dan prasarana yang memadai. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan menggunakan periode data yang lebih panjang serta mempertimbangkan faktor-faktor demografis, seperti tingkat kelahiran, tingkat kematian, dan migrasi penduduk guna meningkatkan akurasi hasil prediksi.

Daftar Pustaka

- [1] H. Rachma, M. Nafisah, and N. Hidayati, "Estimasi laju pertumbuhan penduduk di kabupaten jepara dengan pendekatan regresi linier berganda," *Jurnal Sistem Informasi dan Informatika (Simika)*, vol. 8, pp. 57–66, 2025.
- [2] Danil and N. Rochayati, "Analisis dinamika penduduk dan perubahan komposisi demografi di indonesia: Implikasi bagi perencanaan pembangunan," *Education, Social Sciences, and Linguistics: Conference Series*, vol. 1, pp. 106–111, 2025.
- [3] Muliati, E. U. A. Gaffar, Y. Aprianti, Auliansyah, I. Cahyana, and A. Sulindrina, "Penyuluhan pengembangan kesejahteraan ditinjau dari komposisi kependudukan di kota balikpapan," *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, vol. 4, pp. 32–38, 2025.
- [4] Y. Karyana and N. Rusliana, "Proyeksi penduduk jawa barat tahun 2025–2035 menggunakan metode campuran dengan data dasar sensus penduduk 2020," *WELFARE Jurnal Ilmu Ekonomi*, vol. 2, pp. 26–35, 2021.
- [5] C. D. Pratiwi, "Aplikasi persamaan diferensial model populasi logistik untuk mengestimasi penduduk di kota balikpapan," *AdMathEdu : Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Ilmu Matematika dan Matematika Terapan*, vol. 10, pp. 63–76, 2021.
- [6] F. Agustin, T. F. B. Panjaitan, Y. Khairunisa, and P. M. Fadilah, "Modifikasi persamaan diferensial biasa dengan metode runge kutta orde lima," *Katalis Pendidikan: Jurnal Ilmu Pendidikan dan Matematika*, vol. 1, pp. 45–52, 2024.
- [7] Rosiyanti and A. Sugandha, "Aplikasi model pertumbuhan logistik dalam menentukan proyeksi penduduk di kabupaten banyumas," *Perwira Journal of Science & Engineering*, vol. 2, pp. 25–31, 2022.
- [8] A. Hajjah and Y. N. Marlim, "Analisis error terhadap peramalan data penjualan," *Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 20, pp. 1–9, 2021.