

Perbandingan Model Eksponensial, Hiperbolik, Dan Logistik Dalam Memprediksi Pertumbuhan Populasi Kota Surakarta

M. Miftahul Huda^{1*}, Kresna Oktafianto²

¹ Mahasiswa Matematika, FMIPA, Universitas PGRI Ronggolawe, Tuban

² Matematika, FMIPA, Universitas PGRI Ronggolawe, Tuban

miftahullhuda53@gmail.com

Diterima:26-02-2026 ; Direvisi: 11-03-2026 ; Dipublikasi: 30-03-2026

Abstract

Population growth is a crucial factor in urban development planning. Surakarta City, as a rapidly developing city in Central Java Province, has experienced a continuous increase in population over time, making accurate population growth modeling essential. This study aims to model the population growth of Surakarta City using exponential, hyperbolic, and logistic models and to identify the best model based on prediction accuracy. The data used in this study are secondary population data of Surakarta City for the period 2017–2025 obtained from official publications of Badan Pusat Statistik. The parameters of each model are determined using the initial and final data of the observation period. Model performance is evaluated using the Mean Absolute Percentage Error (MAPE) to measure prediction errors. The results indicate that all three models adequately represent the population growth pattern of Surakarta City. The exponential model produces a MAPE value of 0.1632%, the hyperbolic model 0.1653%, and the logistic model 0.1664%. Based on these results, the exponential model is identified as the best model due to its lowest prediction error. Using the exponential model, the population of Surakarta City in 2026 is projected to reach 530,723 people. These findings are expected to support urban development planning and population policy decision-making.

Keywords: population growth, exponential model, hyperbolic model, logistic model, MAPE

Abstrak

Pertumbuhan populasi merupakan salah satu aspek penting dalam perencanaan pembangunan wilayah perkotaan. Kota Surakarta sebagai kota yang berkembang pesat di Provinsi Jawa Tengah mengalami peningkatan jumlah penduduk dari tahun ke tahun, sehingga diperlukan pemodelan yang akurat untuk memproyeksikan pertumbuhan populasinya. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan pertumbuhan populasi Kota Surakarta menggunakan model eksponensial, hiperbolik, dan logistik serta menentukan model terbaik berdasarkan tingkat akurasi prediksi. Data yang digunakan merupakan data sekunder jumlah penduduk Kota Surakarta periode 2017–2025 yang diperoleh dari publikasi resmi Badan Pusat Statistik. Parameter masing-masing model ditentukan berdasarkan data awal dan data akhir periode pengamatan. Selanjutnya, kinerja model dievaluasi menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) untuk mengukur tingkat kesalahan prediksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga model mampu merepresentasikan pola pertumbuhan populasi Kota Surakarta dengan baik. Model eksponensial menghasilkan nilai MAPE sebesar 0,1632%, model hiperbolik sebesar 0,1653%, dan model logistik sebesar 0,1664%. Berdasarkan nilai tersebut, model eksponensial merupakan model terbaik karena memiliki tingkat kesalahan prediksi paling kecil. Proyeksi jumlah penduduk Kota Surakarta pada tahun 2026 menggunakan model eksponensial diperkirakan mencapai 530.723 jiwa. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam perencanaan pembangunan dan kebijakan kependudukan.

Kata Kunci: pertumbuhan populasi, model eksponensial, model hiperbolik, model logistik, MAPE.

1. PENDAHULUAN

Kota Surakarta merupakan salah satu kota di Provinsi Jawa Tengah yang mengalami perkembangan pesat baik dari sisi ekonomi, pendidikan, maupun pariwisata. Kondisi tersebut berdampak langsung pada perubahan jumlah penduduk dari tahun ke tahun. Peningkatan populasi yang tidak diantisipasi dengan baik dapat menimbulkan berbagai permasalahan, seperti kepadatan penduduk, keterbatasan lahan, dan tekanan terhadap infrastruktur perkotaan (Salsabila & Fahreza, 2025). Oleh sebab itu, analisis dan pemodelan pertumbuhan populasi menjadi sangat penting sebagai dasar dalam perencanaan dan pengambilan kebijakan.

Pertumbuhan populasi adalah peningkatan jumlah penduduk di suatu wilayah dalam periode waktu tertentu, dipengaruhi utama oleh kelahiran (fertilitas), kematian (mortalitas), dan migrasi (Tambunan dkk., 2024). Pertumbuhan populasi merupakan salah satu fenomena demografis yang memiliki pengaruh signifikan terhadap berbagai aspek kehidupan, seperti perencanaan pembangunan, penyediaan fasilitas umum, kebijakan ekonomi, pendidikan, dan Kesehatan (Novita dkk., 2025). Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengantisipasi dampak negatif akibat peningkatan jumlah penduduk adalah dengan melakukan estimasi atau proyeksi pertumbuhan populasi (Pandu, 2020). Dalam melakukan proyeksi pertumbuhan penduduk terdapat beberapa model yang dapat digunakan, tiga model umum yang digunakan untuk memodelkan pertumbuhan populasi adalah model eksponensial, hiperbolik, dan logistik.

Model eksponensial menggambarkan pertumbuhan penduduk dengan laju pertumbuhan konstan tanpa mempertimbangkan keterbatasan sumber daya (Mangobi dkk., 2024). Model hiperbolik menunjukkan pertumbuhan yang semakin cepat seiring waktu, sedangkan model logistik memperhitungkan adanya batas maksimum populasi (daya dukung lingkungan) sehingga dianggap lebih realistis dalam jangka Panjang (Khairunnisa & Afifurrahman, 2025). Sejumlah studi menunjukkan bahwa masing-masing model memiliki kelebihan dan keterbatasan tergantung pada karakteristik wilayah, periode data, serta metode evaluasi yang digunakan.

Beberapa penelitian sebelumnya telah menggunakan model pertumbuhan populasi seperti model eksponensial, hiperbolik, dan logistik untuk menggambarkan dinamika populasi. Namun, beberapa penelitian tersebut lebih berfokus pada kemampuan model dalam melakukan proyeksi populasi jangka panjang sebagaimana dilakukan dalam penelitian (Nurmadhani dkk., 2022). Penelitian yang secara khusus membandingkan karakteristik kurva dari beberapa model pertumbuhan serta mengevaluasi tingkat kesesuaian model terhadap data aktual populasi Kota Surakarta secara kuantitatif masih relatif terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kinerja beberapa model pertumbuhan populasi dalam merepresentasikan data aktual

menggunakan ukuran kesalahan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) serta menganalisis karakteristik kurva yang dihasilkan oleh masing-masing model.

Data yang digunakan bersumber dari publikasi resmi Badan Pusat Statistik. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran model pertumbuhan populasi yang paling sesuai untuk Kota Surakarta serta menjadi referensi bagi pemerintah daerah dan pihak terkait dalam menyusun kebijakan pembangunan yang berkelanjutan.

2. METODE PELAKSANAAN

2.1 Model Pertumbuhan Eksponensial

Model pertumbuhan eksponensial merupakan model dasar dalam pemodelan populasi yang mengasumsikan bahwa laju pertumbuhan populasi sebanding dengan jumlah populasi itu sendiri (Wardhana dkk., 2024). Model ini menganggap tidak adanya keterbatasan sumber daya, sehingga populasi dapat tumbuh secara terus-menerus dengan laju pertumbuhan konstan. Menurut (Kurniawan dkk., 2017), model eksponensial dinyatakan dalam bentuk persamaan diferensial:

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

Solusi dari persamaan (1) adalah:

$$P(t) = P_0 e^{rt} \quad (2)$$

Keterangan:

$P(t)$: Jumlah populasi pada waktu t (jiwa)

P_0 : Jumlah populasi awal $t = 0$ (jiwa)

r : Laju pertumbuhan populasi (pertahun)

t : Waktu (tahun)

2.2 Model Hiperbolik

Model pertumbuhan hiperbolik menggambarkan pertumbuhan populasi dengan laju yang meningkat secara nonlinier seiring bertambahnya waktu (Salsabila dkk., 2024). Model ini sering digunakan ketika data menunjukkan percepatan pertumbuhan yang lebih tajam dibandingkan model eksponensial. Menurut (Hathout, 2013), model hiperbolik dinyatakan dalam bentuk:

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

Untuk mempertahankan dimensi dalam persamaan, dapat dikatakan bahwa:

$$r(P) = \frac{rP}{P_0}, \text{ sehingga menjadi} \quad (3)$$

$$\frac{dP}{dt} = \frac{rP}{P_0}P$$

$$\frac{dP}{dt} = \frac{rP^2}{P_0}$$

Selanjutnya, selesaikan Persamaan (5) dengan pemisahan variabel kemudian integrasikan kedua sisi sehingga diperoleh solusi khusus model pertumbuhan hiperbolik yaitu:

$$P(t) = \frac{P_0}{1 - rt} \quad (4)$$

Keterangan:

- $P(t)$: Jumlah populasi pada waktu t (jiwa)
 P_0 : Jumlah populasi awal pada $t = 0$ (jiwa)
 r : Laju pertumbuhan populasi (per tahun)
 t : Waktu (tahun)

2.3 Model Logistik

Model pertumbuhan logistik dikembangkan sebagai penyempurnaan dari model eksponensial dengan memasukkan faktor keterbatasan sumber daya dan daya dukung lingkungan (Agma, 2025). Model ini mengasumsikan bahwa laju pertumbuhan populasi akan menurun ketika populasi mendekati kapasitas maksimum yang dapat ditopang oleh lingkungan (Rohaeni, 2017). Menurut (Marbun dkk., 2024), model logistik dinyatakan dalam bentuk persamaan diferensial:

$$\frac{dP}{dt} = r(P) \left(1 - \frac{P}{K}\right) \quad (5)$$

Solusi persamaan logistik dapat diperoleh dengan pemisahan variabel kemudian integrasikan kedua sisi sehingga diperoleh solusi umum model pertumbuhan logistik yaitu

$$P = \frac{Ke^{rt+c}}{1 + e^{rt+c}} \quad (6)$$

Setelah diperoleh Persamaan (6) asumsikan nilai awal $t = 0$ dan $P(0) = P_0$ kemudian substitusikan ke dalam Persamaan (6) sehingga diperoleh $c = \ln\left(\frac{P_0}{K-P_0}\right)$, kemudian nilai c disubstitusikan kembali ke dalam Persamaan (6), sehingga diperoleh solusi khusus dari model logistik sebagai berikut,

$$P(t) = \frac{K}{\left[1 + \left(\frac{K}{P_0} - 1\right)e^{-rt}\right]} \quad (7)$$

Dengan

- $P(t)$: Jumlah populasi pada waktu t (jiwa)
 P_0 : Jumlah populasi awal $t = 0$ (jiwa)
 K : Daya tampung (carrying capacity) (jiwa)
 r : Laju pertumbuhan populasi (per tahun)
 t : Waktu (tahun)

2.4 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) merupakan salah satu ukuran kesalahan (error) yang paling umum digunakan untuk mengevaluasi tingkat akurasi suatu model peramalan atau pemodelan numerik (Ahmad, 2020). Berikut adalah rumus MAPE:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - Y'_t|}{Y_t} \times 100\% \quad (8)$$

Keterangan:

Y_t : Jumlah penduduk sebenarnya pada waktu t (jiwa)

Y'_t : Jumlah penduduk proyeksi pada waktu t (jiwa)

n : Banyaknya data.

Menurut (Terttiaavini & Saputra, 2020) Kriteria dalam MAPE ditentukan sebagai berikut :

(1) $MAPE < 10\%$: Pendugaan sangat baik

(2) $10\% \leq MAPE \leq 20\%$: Pendugaan baik

(3) $20\% \leq MAPE \leq 50\%$: Pendugaan cukup baik atau dapat diterima

(4) $MAPE > 50\%$: Pendugaan buruk.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kota Surakarta. Data yang digunakan dalam penelitian ini dibatasi pada periode 2017–2025 untuk menjaga konsistensi pola pertumbuhan populasi. Penggunaan rentang data yang terlalu panjang berpotensi mencakup adanya perubahan struktural seperti perubahan kebijakan kependudukan, dinamika migrasi, maupun perubahan kondisi sosial ekonomi yang dapat mempengaruhi pola pertumbuhan populasi. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan data yang lebih baru agar pola pertumbuhan yang dianalisis lebih konsisten. Data tersebut dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Penduduk Kota Surakarta

Tahun	Jumlah Penduduk
2017	516102
2018	517887
2019	519587
2020	522364
2021	522728
2022	523008
2023	526870
2024	524044
2025	529079

Sumber: BPS Kota Surakarta (BPS, 2019, 2020, 2021, 2022, 2024a, 2024b, 2025)

Tujuan utama penelitian ini bukan untuk melakukan proyeksi populasi jangka panjang, melainkan untuk membandingkan kinerja beberapa model pertumbuhan dalam merepresentasikan data aktual. Oleh karena itu, periode data yang relatif lebih

pendek masih memadai untuk mengevaluasi performa model melalui ukuran kesalahan seperti Mean Absolute Percentage Error (MAPE).

3.1 Metode Eksponensial

Proyeksi penduduk Kota Surakarta model Eksponensial dengan asumsi pada tahun 2017 ($t = 0$) dan tahun 2025 ($t = 8$) jumlah penduduk awal ($P(0)$) sebanyak 516.102 jiwa dan jumlah penduduk ($P(8)$) sebanyak 529.079 jiwa. Sehingga nilai laju pertumbuhan populasi (r) diperoleh:

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

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

$$r = \frac{\ln\left(\frac{P(t)}{P_0}\right)}{t} = \frac{\ln\left(\frac{529.079}{516.102}\right)}{8} = 0,003104$$

Setelah didapat nilai r , substitusikan nilai P_0 dan r ke persamaan (2), sehingga diperoleh:

$$P(t) = 516.102e^{(0,003104)t} \quad (9)$$

Selanjutnya, hitung proyeksi penduduk pada tahun yang akan dicari dengan Persamaan (9) dan dicari galatnya untuk hitung nilai MAPE dengan bantuan Software Matlab. Hasil perhitungan secara lengkap proyeksi penduduk Kota Surakarta model eksponensial dengan nilai $r = 0,003104$ dapat dilihat pada table 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan dengan Model Eksponensial

Tahun	Aktual	Model Eksponensial	Galat
2017	516102	516102	0
2018	517887	517707	180
2019	519587	519316	271
2020	522364	520931	1433
2021	522728	522550	178
2022	523008	524175	1167
2023	526870	525804	1066
2024	524044	527439	3395
2025	529079	529079	0

Berdasarkan Tabel 2, model eksponensial menghasilkan nilai estimasi populasi yang relatif mendekati data aktual pada sebagian besar tahun pengamatan. Meskipun demikian, masih terdapat selisih antara nilai model dan data aktual yang menunjukkan adanya galat dalam proses pemodelan.

3.2 Model Hiperbolik

Proyeksi penduduk Kota Surakarta model Hiperbolik dengan asumsi pada tahun 2017 ($t = 0$) dan tahun 2025 ($t = 8$) jumlah penduduk awal ($P(0)$) sebanyak 516.102 jiwa dan jumlah penduduk ($P(8)$) sebanyak 529.079 jiwa. Sehingga nilai laju pertumbuhan populasi (r) diperoleh:

$$P(t) = \frac{P_0}{1 - rt}$$

$$(1 - rt)P(t) = P_0$$

$$rt = 1 - \frac{P_0}{P(t)}$$

$$r = \frac{\left(1 - \frac{P_0}{P(t)}\right)}{t} = \frac{\left(1 - \frac{516.102}{529.079}\right)}{8} = 0,0030$$

Setelah didapat nilai r , substitusikan nilai P_0 dan r ke persamaan (4), sehingga diperoleh:

$$P(t) = \frac{516.102}{1 - (0,0030)t} \quad (10)$$

Selanjutnya, hitung proyeksi penduduk pada tahun yang akan dicari dengan Persamaan (10) dan dicari galatnya untuk hitung nilai MAPE dengan bantuan Software Matlab. Hasil perhitungan secara lengkap proyeksi penduduk Kota Surakarta model hiperbolik dengan nilai $r = 0,0030$ dapat dilihat pada table 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan dengan Model Hiperbolik

Tahun	Aktual	Model Hiperbolik	Galat
2017	516102	516102	0
2018	517887	517689	198
2019	519587	519286	301
2020	522364	520893	1471
2021	522728	522510	218
2022	523008	524137	1129
2023	526870	525774	1096
2024	524044	527421	3377
2025	529079	529079	0

Berdasarkan Tabel 3, hasil estimasi menggunakan model hiperbolik menunjukkan adanya perbedaan antara nilai proyeksi model dengan data aktual pada beberapa tahun pengamatan. Selisih tersebut menggambarkan tingkat galat yang dihasilkan oleh model hiperbolik dalam merepresentasikan data populasi.

3.3 Metode Logistik

Untuk menyelesaikan model pertumbuhan logistik hal pertama yang harus dilakukan adalah mencari nilai K terlebih dahulu. Dengan nilai K diperoleh dari

$$K = \frac{P(1)(P(1)P(0) - 2(P(0)P(2)) + P(1)P(2))}{P(1)^2 - P(0)P(2)} \quad (11)$$

Dari persamaan (11) tersebut substitusikan nilai $P(0) = 516.102, P(1) = 517.887, P(2) = 519.587$ kedalam persamaan sehingga diperoleh nilai $K = 551.285$ jiwa.

Setelah diperoleh nilai K selanjutnya menentukan nilai r dengan persamaan 7, sehingga diperoleh persamaan model berikut

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

$$r = -\frac{1}{t} \ln \left(\frac{\frac{K}{P_t} - 1}{\frac{K}{P_0} - 1} \right) \quad (12)$$

Proyeksi penduduk Kota Surakarta model Hiperbolik dengan asumsi pada tahun 2017 ($t = 0$) dan tahun 2025 ($t = 8$) jumlah penduduk awal ($P(0)$) sebanyak 516.102 jiwa dan jumlah penduduk ($P(8)$) sebanyak 529.079 jiwa. Sehingga nilai laju pertumbuhan populasi (r) diperoleh:

$$r = -\frac{1}{t} \ln \left(\frac{\frac{K}{P_t} - 1}{\frac{K}{P_0} - 1} \right)$$

$$r = -\frac{1}{8} \ln \left(\frac{\frac{551.285}{529.079} - 1}{\frac{551.285}{516.102} - 1} \right)$$

$$r = 0,0607$$

Setelah nilai r diperoleh, selanjutnya substitusikan ke persamaan (7) sehingga diperoleh model logistik berikut

$$P(t) = \frac{551.285}{\left[1 + \left(\frac{551.285}{516.102} - 1\right) e^{-(0,0607)t}\right]} \quad (13)$$

Selanjutnya, hitung proyeksi penduduk pada tahun yang akan dicari dengan Persamaan (7) dan dicari galatnya untuk hitung nilai MAPE dengan bantuan Software matlab. Hasil perhitungan secara lengkap proyeksi penduduk Kota Surakarta model logistik dengan nilai $r = 0,0607$ dapat dilihat pada table 4

Tabel 4. Hasil Perhitungan dengan Model Logistik

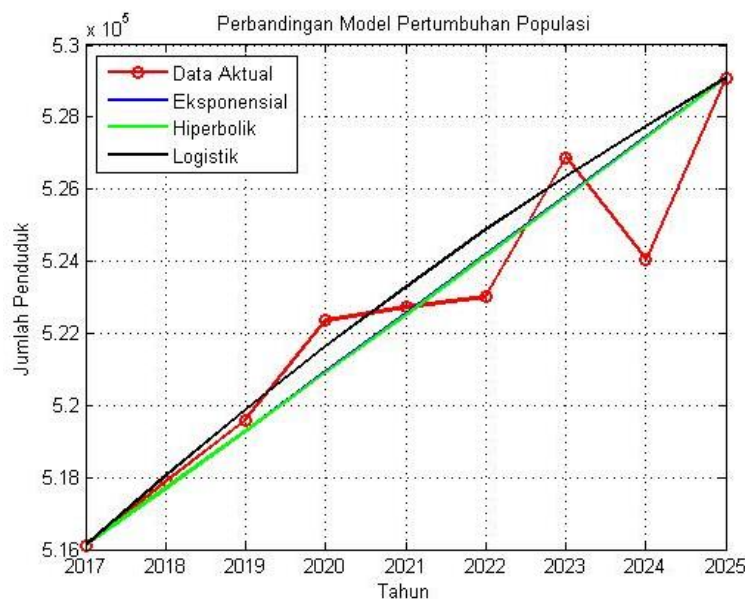
Tahun	Aktual	Model Logistik	Galat
2017	516102	516102	0
2018	517887	518047	160
2019	519587	519891	304
2020	522364	521638	726

2021	522728	523294	566
2022	523008	524862	1854
2023	526870	526346	524
2024	524044	527750	3706
2025	529079	529079	0

Berdasarkan Tabel 4, hasil estimasi menggunakan model logistik menunjukkan bahwa nilai proyeksi populasi cenderung mengikuti pola data aktual. Hal ini menunjukkan bahwa model logistik mampu menggambarkan dinamika pertumbuhan populasi dengan mempertimbangkan adanya batas kapasitas lingkungan.

3.4 Evaluasi Model

Evaluasi model dilakukan untuk mengetahui tingkat kesesuaian antara hasil proyeksi model dengan data aktual jumlah penduduk Kota Surakarta. Pada penelitian ini digunakan tiga model pertumbuhan populasi, yaitu model eksponensial, model hiperbolik, dan model logistik. Perbandingan antara data aktual dengan hasil pemodelan dari ketiga model tersebut dapat dilihat pada grafik perbandingan kurva pertumbuhan populasi yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Perbandingan Model Pertumbuhan Populasi

Berdasarkan Gambar 1, terlihat bahwa ketiga model mampu menggambarkan pola pertumbuhan populasi Kota Surakarta pada periode pengamatan. Namun demikian, terdapat perbedaan tingkat kedekatan antara kurva model dengan data aktual pada beberapa tahun pengamatan. Model eksponensial menunjukkan pola pertumbuhan yang cenderung meningkat secara konstan, sedangkan model hiperbolik memperlihatkan kecenderungan pertumbuhan yang semakin cepat seiring

bertambahnya waktu. Sementara itu, model logistik menghasilkan kurva pertumbuhan yang lebih stabil karena mempertimbangkan adanya batas daya dukung lingkungan.

Untuk mengetahui tingkat akurasi masing-masing model, digunakan ukuran kesalahan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Perbandingan nilai MAPE dari ketiga model pertumbuhan populasi disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan Nilai MAPE

Model	Mape
Eksponensial	0,1632%
Hiperbolik	0,1653%
Logistik	0,1664%

Berdasarkan Tabel 5, dapat diketahui bahwa model dengan nilai MAPE terkecil merupakan model yang memiliki tingkat kesalahan paling rendah dalam memproyeksikan jumlah penduduk Kota Surakarta. Semakin kecil nilai MAPE yang dihasilkan oleh suatu model, maka semakin baik kemampuan model tersebut dalam merepresentasikan data aktual.

Berdasarkan hasil evaluasi menggunakan nilai MAPE serta kesesuaian kurva terhadap data aktual, model eksponensial dapat dianggap sebagai model yang paling sesuai dalam merepresentasikan pertumbuhan populasi Kota Surakarta pada periode pengamatan.

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan model eksponensial, diperoleh bahwa jumlah penduduk Kota Surakarta pada tahun 2026 diperkirakan sebesar 530.723 jiwa. Estimasi tersebut diperoleh dengan mensubstitusikan nilai $t = 9$ (tahun 2026) ke dalam persamaan model pertumbuhan yang telah diperoleh sebelumnya. Hasil proyeksi ini memberikan gambaran awal mengenai kecenderungan pertumbuhan populasi pada periode selanjutnya dan dapat menjadi salah satu referensi dalam perencanaan pembangunan daerah, khususnya yang berkaitan dengan penyediaan fasilitas publik, infrastruktur, serta perencanaan tata ruang wilayah.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, model eksponensial, hiperbolik, dan logistik telah berhasil dikonstruksi untuk memproyeksikan populasi Kota Surakarta. Model eksponensial dinyatakan dengan $P(t) = 516.102e^{(0,003104)t}$ dengan nilai MAPE sebesar 0,1632%, sedangkan model hiperbolik dengan persamaan $P(t) = \frac{516.102}{1-(0,0030)t}$ memiliki nilai MAPE sebesar 0,1653%, serta model logistik dengan persamaan $P(t) = \frac{551.285}{1 + \left(\frac{551.285}{516.102} - 1\right)e^{-(0,0607)t}}$ memiliki nilai MAPE sebesar 0,1664%.

Dari ketiga model yang diterapkan pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa model eksponensial adalah model dengan estimasi terbaik dengan nilai MAPE 0,1632%. Serta proyeksi penduduk pada tahun 2026 sebanyak 530.723 jiwa.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyusunan artikel ini, baik secara langsung maupun tidak langsung. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada para penulis dan peneliti yang karya ilmiahnya menjadi rujukan dalam kajian ini.

6. REKOMENDASI

Berdasarkan hasil pemodelan pertumbuhan populasi Kota Surakarta menggunakan model eksponensial, hiperbolik, dan logistik, serta evaluasi akurasi menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE), beberapa rekomendasi dapat disampaikan sebagai berikut.

Pertama, pemerintah daerah dan instansi terkait disarankan untuk menggunakan hasil proyeksi populasi sebagai bahan pertimbangan dalam perencanaan pembangunan wilayah. Model eksponensial yang menunjukkan tingkat kesalahan prediksi paling kecil dalam penelitian ini dapat dijadikan acuan awal dalam melakukan estimasi jumlah penduduk jangka pendek.

Kedua, penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengembangkan model dengan memasukkan variabel tambahan, seperti tingkat kelahiran, kematian, dan migrasi, atau menggunakan metode evaluasi lain selain MAPE untuk meningkatkan akurasi dan ketepatan hasil analisis.

7. REFERENSI

- Agma, A. R. (2025). Pemodelan Matematika untuk Prediksi Pertumbuhan Populasi Menggunakan Metode Logistik Regression. *Jurna Matematika dan Aplikasi*, 1(1), 8–14.
- Ahmad, F. (2020). PENENTUAN METODE PERAMALAN PADA PRODUKSI PART NEW GRANADA BOWL ST Di PT.X. *Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 7(Februari), 31–39.
- BPS, K. S. (2019). Surakarta Dalam Angka 2019. In *BPS Kota Surakarta*.
- BPS, K. S. (2020). *Kota Surakarta Dalam Angka 2020*.
- BPS, K. S. (2021). *Kota Surakarta Dalam Angka 2021*.
- BPS, K. S. (2022). *Kota Surakarta Dalam Angka 2022*.
- BPS, K. S. (2024a). *Kota Surakarta dalam Angka 2023*.
- BPS, K. S. (2024b). *Kota Surakarta Dalam Angka 2024*.
- BPS, K. S. (2025). *Kota Surakarta dalam Angka 2025* (Vol. 49).
- Hathout, D. (2013). Modeling Population Growth: Exponential and Hyperbolic Modeling. *Applied*

- Mathematics*, 04(02), 299–304. <https://doi.org/10.4236/am.2013.42045>
- Khairunnisa, J., & Afifurrahman. (2025). *Penerapan Model Eksponensial dan Model Logistik untuk Memproyeksikan Jumlah Penduduk Kabupaten Lombok Timur*. 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. <https://doi.org/10.30651/must.v2i1.529>
- Mangobi, J. U. L., Salajang, S. M., & Goguyu, I. (2024). *Penerapan Model Populasi Kontinu Pada Perhitungan Proyeksi Penduduk (Studi Kasusdi Kecamatan Sinonsayang) Application Of Continuous Population Model In Population Projection Calculation (Case Study In Sinonsayang Sub-District)*. 7(2).
- Marbun, blessya V. ., Amiruddin, M. N. ., Lestari, F., Padilla, W. N., Lestari, L., & Rasyid, M. H. A. (2024). Proyeksi Pertumbuhan Penduduk Sulawesi Tenggara Dengan Menggunakan Model Eksponensial Dan Model Logistik Blessya. *Jurnal Aplikasi Fisika*, 20(2), 24–30. <https://doi.org/10.62749/jaf.v20i01.p24-30>
- Novita, H., Hasanah, I., Samora, R., & Bonaraja. (2025). Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Demografi: Fertilitas, Mortalitas, dan Migrasi Dalam Konteks Perilaku Konsumen Hannisa. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 11(2017), 112–119.
- Nurmadhani, N., Matematika, P. S., & Madura, U. I. (2022). *Penerapan Model Pertumbuhan Logistik Dalam*. 8(2).
- 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>
- Rohaeni, O. (2017). Model Pertumbuhan Populasi Satu Spesies Dengan Tundaan Waktu Diskrit. *Matematika*, 16(1), 1–7. <https://doi.org/10.29313/jmtm.v16i1.2541>
- Salsabila, Bayu Prihandono, & Meliana Pasaribu. (2024). Pemodelan Pertumbuhan Populasi Kota Singkawang. *Bimaster*, 13(6), 793–802.
- Salsabila, M. N., & Fahreza, M. A. (2025). Kepadatan Penduduk : Masalah Dan Solusinya. *Jurnal Pendidikan Sosial dan Humaniora*, 4(3), 1123–1129.
- Tambunan, B. A. Y., Darayani, F., & Harahap, I. (2024). Hubungan Antara Fertilitas, Mortalitas dan Migrasi Terhadap Laju Pertumbuhan Penduduk di Indonesia. *MANTAP: Journal of Management Accounting, Tax and Production*, 2(2), 432–441. <https://doi.org/10.57235/mantap.v2i2.2885>
- Terttiaavini, T., & Saputra, T. S. (2020). Analisa Akurasi Penggunaan Metode Single Eksponensial Smoothing untuk Perkiraan Penerimaan Mahasiswa Baru Pada Perguruan Tinggi XYZ. *Jurnal Ilmiah Informatika Global*, 11(1), 64–68. <https://doi.org/10.36982/jig.v11i1.1075>
- Wardhana, A. K., Muhtadin, A., & Kurniawan. (2024). Aplikasi Persamaan Diferensial Dalam Mengestimasi Jumlah Penduduk dengan Menggunakan Model Eksponensial dan Logistik. *Jurnal Riset Pecinta Matematika*, 1(2), 109–120. <https://doi.org/10.29303/griya.v1i1.7>