

## PREDIKSI PERTUMBUHAN PENDUDUK KABUPATEN BOGOR MELALUI PENERAPAN MODEL LOGISTIK

**Fitriani Rahayu<sup>\*1</sup>, Arsyelina Husni Johan<sup>2</sup>, Rosa Andriani<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Universitas Terbuka, Tangerang Selatan, Indonesia

\*Corresponding Author: [arsyelina.husni.johan@ecampus.ut.ac.id](mailto:arsyelina.husni.johan@ecampus.ut.ac.id)

<p><b>Info Article</b></p> <p>Received : 01 Juni 2025</p> <p>Revised : 12 Juli 2025</p> <p>Accepted : 03 Agustus 2025</p> <p>Publication : 31 Agustus 2025</p> <hr/> <p><b>Keywords:</b> Logistics Model, Differential Equations, Population Growth</p> <p><b>Kata Kunci:</b> Model Logistik, Persamaan Diferensial, Pertumbuhan Penduduk</p> <hr/> <p><i>Licensed Under a Creative Commons Attribution 4.0 International License</i></p>	<p><b>Abstract:</b> <i>This study aims to predict population growth in Bogor Regency and evaluate the margin of error in the prediction results compared to actual data from the Central Statistics Agency (BPS). The method used in this study is the logistic model, a mathematical model that can represent population growth by considering environmental capacity constraints through a differential equation. This study uses data on the population of Bogor Regency from 2015 to 2024. Based on this historical data, a value of <math>K</math> of 6,000,000 is assumed, and the calculated value of <math>r = 0.01755</math> is obtained. The results show that the logistic model for predicting population growth in Bogor Regency is <math>N(t) = \frac{KN_0}{N_0 + (K - N_0)e^{-0.01755t}}</math> with an error value ranging from -0.00910 to 0.01350 and <math>R^2</math> of -0.7686. These results indicate that the logistic model has a low level of accuracy, especially in years where there are extreme events such as the Covid-19 pandemic. Thus, the logistic model can only be used to obtain a rough picture of the projected population, which can be used as material for consideration in decision-making related to development plans for Bogor Regency.</i></p> <p><b>Abstrak:</b> Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi jumlah pertumbuhan penduduk di Kabupaten Bogor serta mengevaluasi tingkat galat atas hasil prediksi dibandingkan dengan data aktual Badan Pusat Statistik (BPS). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah model logistik, yaitu suatu model matematika yang dapat merepresentasikan pertumbuhan suatu populasi dengan mempertimbangkan keterbatasan kapasitas lingkungan melalui suatu persamaan diferensial. Penelitian ini menggunakan data jumlah penduduk dari tahun 2015 hingga tahun 2024. Berdasarkan data historis tersebut diasumsikan nilai <math>K</math> sebesar 6.000.000 dan diperoleh hasil perhitungan nilai <math>r = 0.01755</math>. Hasil penelitian menunjukkan model logistik untuk prediksi pertumbuhan penduduk Kabupaten Bogor yang dibentuk adalah <math>N(t) = \frac{KN_0}{N_0 + (K - N_0)e^{-0.01755t}}</math> dengan nilai galat berkisar -0.00910 hingga 0.01350 dan <math>R^2</math> sebesar -0,7686. Hasil ini menunjukkan bahwa model logistik memiliki tingkat akurasi yang kurang baik, khususnya pada tahun dimana terdapat kejadian ekstrem seperti Pandemi Covid-19. Dengan demikian model logistik tersebut hanya dapat digunakan untuk memperoleh gambaran kasar atas proyeksi jumlah penduduk yang dapat menjadi bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan terkait rencana pembangunan Kabupaten Bogor.</p>
---	--

## INTRODUCTION

Kabupaten Bogor merupakan salah satu Kabupaten yang terdapat di Provinsi Jawa Barat dengan jumlah penduduk yang padat. Berdasarkan data BPS tahun 2020 diketahui bahwa dengan luas wilayah sebesar 2986,20 km<sup>2</sup>, Kabupaten Bogor terdiri dari 40 kecamatan, 19 kelurahan, dan 416 desa. Pada data yang sama diketahui pula untuk tahun 2016 jumlah penduduk di Kabupaten Bogor adalah sebesar 5.587.390 jiwa dan untuk tahun 2015 jumlahnya mencapai 5.458.668. Sehubungan dengan hal tersebut dapat terlihat bahwa dalam kurun waktu satu tahun terjadi peningkatan pertumbuhan jumlah penduduk sebesar 2.36%. Dengan demikian dari fenomena tersebut ditunjukkan bahwa adanya potensi peningkatan pertumbuhan penduduk di Kabupaten Bogor pada tahun berikutnya.

Pertumbuhan penduduk di suatu daerah yang bertambah seiring berjalannya waktu dapat mempengaruhi berbagai aspek kehidupan di daerah tersebut. Pertumbuhan jumlah penduduk yang tidak dikelola secara optimal dapat berdampak luas terhadap berbagai dimensi ekonomi dan sosial, khususnya dalam peningkatan kualitas hidup masyarakat, pengembangan sumber daya manusia, ketersediaan anggaran, layanan kesehatan, pendidikan, serta pemenuhan kebutuhan pangan (Ahmad, 2019). Pada tahun 2010 – 2020 di kabupaten agam, pertumbuhan penduduk terhadap berpenaruh positif dan signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi (Wulandari et.al., 2023).

Salah satu dampak nefatif dari tingginya pertumbuhan penduduk di suatu daerah yaitu meningkatnya kemiskinan yang diakibatkan sedikitnya lapangan pekerjaan dan banyaknya pengangguran. Dengan banyaknya pengangguran, secara tidak langsung akan berdampak pula pada perekonomian bahkan pada bidang pendidikan. Secara bersama-sama, tingkat pendidikan, laju pertumbuhan ekonomi, dan pertumbuhan penduduk memberikan pengaruh yang signifikan terhadap tingkat pengangguran (Mouren et al., 2022). Di lain sisi, dengan kebijakan yang tepat pertumbuhan jumlah penduduk dapat memberikan dampak positif dimana peningkatan jumlah penduduk dapat mengakibatkan jumlah tenaga kerja yang lebih besar, sehingga meningkatkan produktivitas dan output ekonomi (Jamir, 2022)

Untuk dapat mengantisipasi lonjakan pertumbuhan jumlah populasi penduduk di Kabupaten Bogor, maka perlu adanya prediksi pertumbuhan populasi penduduk di Kabupaten Bogor. Salah satu cara untuk memprediksi pertumbuhan penduduk yaitu menggunakan penerapan persamaan diferensial biasa melalui Model Logistik. Penerapan Persamaan Diferensial Biasa yaitu Model Logistik lebih akurat karena

memiliki galat terkecil dan paling dekat pendekatannya untuk menentukan prediksi jumlah penduduk Kota Surabaya (Kurniawan et al., 2017). Kelebihan dari Model Logistik adalah keefektifannya dalam memperkirakan populasi di wilayah yang mengalami peningkatan hingga titik jenuh dan mempertimbangkan faktor batasan wilayah (Marbun et al., 2024). Selain itu, model logistik dapat digunakan untuk memprediksi pertumbuhan populasi dalam jangka waktu panjang (Rina, Husna 2019). Berdasarkan hal tersebut diatas, dalam penelitian ini dilakukan pembentukan model untuk prediksi pertumbuhan penduduk Kabupaten Bogor yaitu melalui penggunaan Model Logistik. Untuk membentuk model logistik Kabupaten Bogor dan menghitung tingkat keakuratannya menggunakan excel. Tingkat keakuratan model logistik yang diperoleh dinilai menggunakan besaran nilai galat dan nilai  $R^2$ . Penerapan Persamaan Diferensial Biasa khususnya model logistik pada proses prediksi jumlah penduduk Kabupaten Bogor diharapkan dapat bermanfaat bagi pemerintah setempat bahkan pihak – pihak yang memerlukan data pertumbuhan jumlah penduduk disuatu tempat sebagai dasar dalam proses pengambilan keputusan.

## **METHOD**

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif yaitu dengan menggunakan referensi literatur dari penelitian sebelumnya. Metode penelitian ini dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

1. Melakukan studi literatur terkait teori mengenai Persamaan Diferensial Biasa khususnya Model Logistik.
2. Mengumpulkan data statistik jumlah penduduk Kabupaten Bogor melalui [situs Badan Pusat Statistik Bogor](#).
3. Menyusun model prediksi jumlah penduduk Kabupaten Bogor melalui Persamaan Diferensial Biasa Model Logistik.
4. Melakukan tahap penyelesaian perhitungan dengan menggunakan *excel*.
5. Membandingkan data jumlah penduduk yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) dengan hasil dari prediksi model logistik melalui tabel dan grafik.

## **Model Pertumbuhan Malthus**

Model Pertumbuhan Malthus merupakan salah satu model yang dapat digunakan untuk menggambarkan suatu perubahan populasi. Model tersebut menunjukkan laju perubahan penduduk suatu waktu yang ditunjukkan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\frac{dN}{dt} = rN \quad (1)$$

dengan :

$N(t)$  = Jumlah populasi saat  $t$

$r$  = Laju pertumbuhan Intrinsik

### Model Logistik

Model pertumbuhan penduduk logistik merupakan model pertumbuhan populasi yang mempertimbangkan faktor kepadatan, sehingga mencerminkan adanya pengaruh persaingan intraspesifik (Fitriani&Purnomo, 2013). Model logistik merupakan model matematika yang dapat menunjukkan pertumbuhan dari suatu populasi dengan asumsi adanya keterbatasan daya dukung lingkungan. Daya dukung lingkungan (*carrying capacity*) adalah kemampuan suatu lingkungan dalam menunjang kehidupan makhluk hidup dalam periode waktu yang panjang. Model ini merupakan pengembangan dari model pertumbuhan Malthus yang dilakukan oleh Pierre Franscois Verhulst dengan cara menambahkan faktor kompetisi akibat adanya keterbatasan daya dukung lingkungan ( $K$ ). Dari model Malthus dapat ditulis menjadi:

$$\frac{dN}{dt} = rN$$

$$\frac{dN}{dt} = f(N)N$$

Jika  $N$  kecil, maka  $f(N) \cong r > 0$  dan jika  $N$  besar, maka  $f(N) \cong r < 0$ . Dengan demikian dapat dirumuskan:

$$f(N) = r - aN, \text{ dengan } a \text{ konstanta positif}$$

Maka, model Malthus dapat diubah menjadi:

$$\frac{dN}{dt} = (r - aN) N, \text{ dengan } a \text{ merupakan tingkat persaingan individu}$$

Jika di definisikan sebuah konstanta  $K$  yang merupakan daya dukung lingkungan

$$K = \frac{r}{a}$$

Maka Model Logistik dapat ditulis menjadi:

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

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

$$\int \frac{KdN}{N(K - N)} = \int rdt$$

$$\int \frac{1}{N} dN + \frac{1}{K - N} dN = \int rdt$$

Setelah di integralkan menjadi:

$$\ln|N| - \ln|K - N| = kt + C$$

$$\ln \left| \frac{N}{K - N} \right| = kt + C$$

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

Dapat dituliskan:

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

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

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

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

$$N = \frac{Ke^{kt+C}}{1 + e^{kt+C}}$$

Jika diberikan syarat awal  $N(0) = N_0$ , Maka:

$$N_0 = \frac{KC^*}{1 - C^*}$$

$$N_0 + N_0C^* = KC^*$$

$$N_0 = (K - N_0)C^*$$

$$C^* = \frac{N_0}{(K - N_0)}$$

Sehingga penyelesaian khususnya menjadi:

$$N(t) = \frac{KC^*e^{rt}}{1 + C^*e^{rt}}$$

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

Diperoleh :

$$N(t) = \frac{KN_0e^{rt}}{K - N_0 + N_0e^{rt}}$$

Sehingga model logistik adalah:

$$N(t) = \frac{KN_0}{N_0 + (K - N_0)e^{rt}} \tag{2}$$

**Galat/Error**

Tingkat keakuratan model penelitian ini dinilai berdasarkan besar nilai galat dan nilai  $R^2$ . Suatu model matematis dapat dikatakan baik apabila nilai galatnya mendekati 0 (nilai galat kecil) dan nilai  $R^2$  mendekati 1 (nilai  $R^2$  tinggi) (Gujarati, 2009). Nilai galat merupakan suatu nilai yang menyatakan besar selisih antara nilai aktual dengan nilai yang dihasilkan oleh metode numerik (Ermawati, 2017). Dalam hal ini yang dimaksud dengan hail oleh metode numerik adalah hasil dari perhitungan model. Nilai galat dihitung menggunakan formula galat relatif berikut:

$$\text{Galat Relatif} = \frac{\text{nilai prediksi} - \text{nilai aktual}}{\text{nilai aktual}} \tag{3}$$

Nilai  $R^2$  merupakan koefisien determinasi yang menggambarkan seberapa cocok model terhadap data aktual. Nilai  $R^2$  dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2} \tag{4}$$

**RESULT AND DISCUSSION**

Dari data Badan Pusat Statistik Kabupaten Bogor diperoleh data pertumbuhan penduduk mulai dari tahun 2015 hingga 2024 yaitu sebagai berikut:

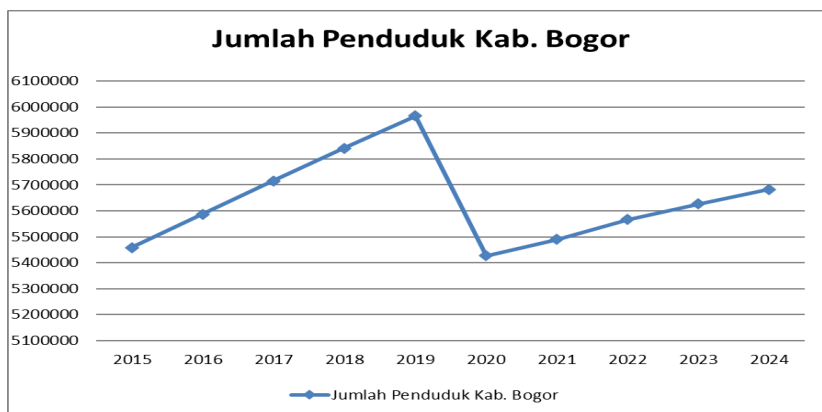
**Tabel 1 Pertumbuhan Penduduk Kabupaten Bogor**

c	Tahun	Jumlah Penduduk ( $N(t)$ )	Persentase Pertumbuhan
0	2015	5.458.668	2.39%
1	2016	5.587.390	2.36%
2	2017	5.715.009	2.28%
3	2018	5.840.907	2.20%
4	2019	5.965.410	2.13%
5	2020	5.427.068	-9.02%
6	2021	5.489.536	1.15%
7	2022	5.566.838	1.41%
8	2023	5.627.021	1.08%
9	2024	5.682.303	0.98%

P

ada tabel data pertumbuhan penduduk terlihat bahwa terdapat penurunan jumlah penduduk di tahun 2019 ke tahun 2020 sebesar 9.02%. Seperti yang kita ketahui, bahwa

telah terjadi Pandemi COVID-19 pada tahun tersebut dan mengakibatkan banyaknya pasien yang terjangkit virus COVID-19 dan akhirnya meninggal. Sehingga pada tahun 2020 jumlah penduduk Kabupaten Bogor mengalami penurunan yang signifikan. Namun demikian, jumlah penduduk kembali meningkat pada tahun berikutnya, dimana kondisi Pandemi COVID-19 sudah mulai dapat diatasi. Untuk lebih jelasnya, dapat kita lihat pada grafik berikut:



Gambar 1 Pertumbuhan Penduduk Kabupaten Bogor 2015-2024

Pada Gambar 1 terlihat jelas bahwa terjadi secara umum jumlah penduduk di Kabupaten Bogor-memiliki tren peningkatan setiap tahunnya, namun terjadi penurunan jumlah penduduk secara ekstrem di tahun 2020. Setelah tahun 2020, tren peningkatan jumlah penduduk kembali terjadi setiap tahunnya. Berdasarkan gambar tersebut dapat disampaikan bahwa secara normal tanpa kejadian ekstrem maka, jumlah penduduk Kabupaten Bogor setiap tahunnya meningkat.

Berdasarkan data historis jumlah penduduk Kabupaten Bogor periode 2015 – 2024 diasumsikan nilai  $K = 6.000.000$ . Dengan menggunakan nilai  $K$  tersebut diperoleh hasil data hasil perolehan nilai  $y_i$  berdasarkan pada  $x_i$  sebagaimana Tabel 2.

Tabel 2 Data Perolehan Nilai y dan x

$y_i = \ln\left(\frac{N(t)}{K - N(t)}\right)$	$x_i = t$
2,31092731393659	0
2,60576471503498	1
2,99839355020816	2
3,60315243509241	3
5,15016844350417	4
2,24838726790279	5
2,37527889760839	6
2,55347069572518	7
2,71381333364191	8
2,88401378892564	9

Dengan model Logistik yang ditunjukkan pada persamaan (2) nilai  $r$  ditentukan sebagai berikut:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Dengan menggunakan nilai  $y_i$  dan nilai  $x_i$  di Tabel 2, dapat diperoleh nilai  $r$  yaitu sebesar 0.01755. Selanjutnya dengan nilai  $r$ ,  $k$  dan nilai  $N_0$  sebesar 5.458.668 (jumlah penduduk Kabupaten Bogor Tahun 2015), diperoleh model logistik yang menggambarkan jumlah penduduk Kabupaten Bogor berdasarkan tahun ( $N(t)$ ) yaitu sebagai berikut:

$$N(t) = \frac{KN_0}{N_0 + (K - N_0)e^{-0.01755t}}$$

Dengan menggunakan model tersebut dihitung prediksi jumlah penduduk tahun berikutnya yaitu tahun 2016 hingga 2024:

1. Prediksi Jumlah Penduduk Tahun 2016 ( $t = 1$ ) yaitu  $N(1)$

$$N(1) = \frac{(6.000.000)(5.458.668)}{(5.458.668) + (6.000.000 - 5.458.668)e^{(-0.01755)(1)}} = 5.467.249$$

2. Prediksi Jumlah Penduduk Tahun 2017 ( $t = 2$ ) yaitu  $N(2)$

$$N(2) = \frac{(6.000.000)(5.458.668)}{(5.458.668) + (6.000.000 - 5.458.668)e^{(-0.01755)(2)}} = 5.475.708$$

3. Prediksi Jumlah Penduduk Tahun 2018 ( $t = 3$ ) yaitu  $N(3)$

$$N(3) = \frac{(6.000.000)(5.458.668)}{(5.458.668) + (6.000.000 - 5.458.668)e^{(-0.01755)(3)}} = 5.484.045$$

4. Prediksi Jumlah Penduduk Tahun 2019 ( $t = 4$ ) yaitu  $N(4)$

$$N(4) = \frac{(6.000.000)(5.458.668)}{(5.458.668) + (6.000.000 - 5.458.668)e^{(-0.01755)(4)}} = 5.492.262$$

5. Prediksi Jumlah Penduduk Tahun 2020 ( $t = 5$ ) yaitu  $N(5)$

$$N(5) = \frac{(6.000.000)(5.458.668)}{(5.458.668) + (6.000.000 - 5.458.668)e^{(-0.01755)(5)}} = 5.500.360$$

6. Prediksi Jumlah Penduduk Tahun 2021 ( $t = 6$ ) yaitu  $N(6)$

$$N(6) = \frac{(6.000.000)(5.458.668)}{(5.458.668) + (6.000.000 - 5.458.668)e^{(-0.01755)(6)}} = 5.508.340$$

7. Prediksi Jumlah Penduduk Tahun 2022 ( $t = 7$ ) yaitu  $N(7)$

$$N(7) = \frac{(6.000.000)(5.458.668)}{(5.458.668) + (6.000.000 - 5.458.668)e^{(-0.01755)(7)}} = 5.516.204$$

8. Prediksi Jumlah Penduduk Tahun 2023 ( $t = 8$ ) yaitu  $N(8)$

$$N(8) = \frac{(6.000.000)(5.458.668)}{(5.458.668) + (6.000.000 - 5.458.668)e^{(-0.01755)(8)}} = 5.523.953$$

9. Prediksi Jumlah Penduduk Tahun 2024 ( $t = 9$ ) yaitu  $N(9)$

$$N(9) = \frac{(6.000.000)(5.458.668)}{(5.458.668) + (6.000.000 - 5.458.668)e^{(-0.01755)(9)}} = 5.531.589$$

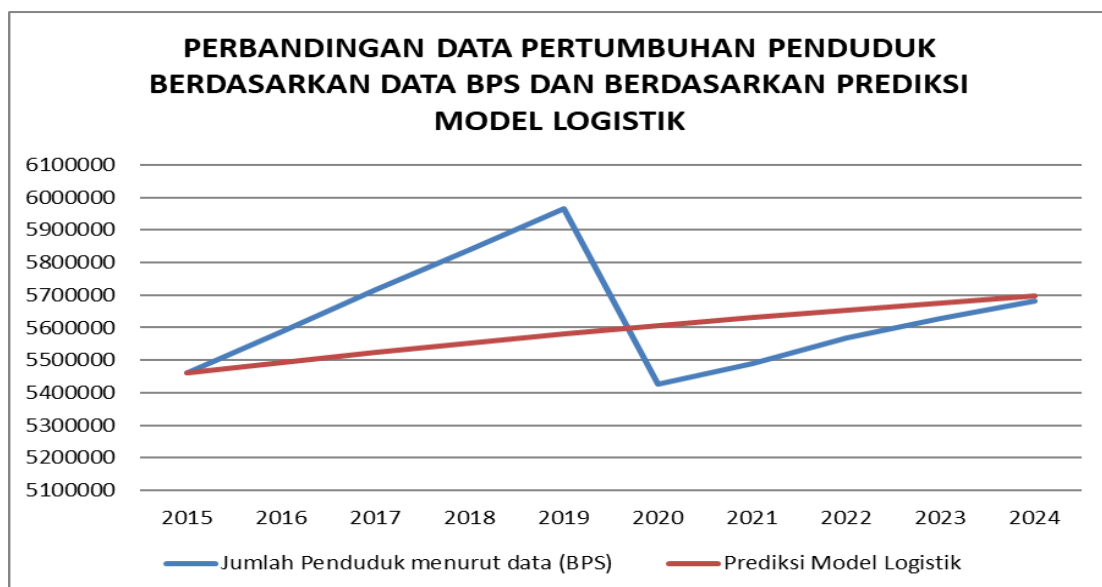
Dari hasil prediksi model logistik di atas, diperoleh data perbandingan jumlah penduduk dan galatnya menggunakan yaitu sebagai berikut :

Tabel 3 Perbandingan jumlah Penduduk Kabupaten Bogor dan Galatnya

Tahun	Jumlah Penduduk menurut data (BPS)	Prediksi Model Logistik	Galat	$R^2$
2015	5,458,668	5,458,668	0	-0.7686
2016	5,587,390	5,467,249	(0.02150)	
2017	5,715,009	5,475,708	(0.04187)	
2018	5,840,907	5,484,045	(0.06110)	
2019	5,965,410	5,492,262	(0.07932)	
2020	5,427,068	5,500,360	0.01350	
2021	5,489,536	5,508,340	0.00343	
2022	5,566,838	5,516,204	(0.00910)	
2023	5,627,021	5,523,953	(0.01832)	
2024	5,682,303	5,531,589	(0.02652)	

r

kan hasil perhitungan galat, diperoleh galat model logistik model pertumbuhan Kabupaten Bogor sebesar -0.00910 hingga 0,01350. Galat terburuk diperoleh pada tahun 2020 dimana berdasarkan tabel 1. Terdapat kontradiksi antara hasil model dengan aktual dimana seharusnya hasil model meningkat sebagaimana data aktual. Perlu diingat bahwa hal ini disebabkan pada tahun 2020 di tahun aktual terdapat penurunan jumlah penduduk akibat adanya wabah COVID-19 maka galat prediksi pertumbuhan penduduk menjadi besar, terutama pada tahun tersebut. Untuk lebih jelasnya di sajikan dalam grafik berikut:



Gambar 2. Perbandingan Data Aktual & Prediksi Pertumbuhan penduduk Kab. Bogor

Berdasarkan gambar tersebut terlihat perbedaan dimana pada model logistik pola pertumbuhan terlihat yang stabil dan konsisten, tanpa fluktuasi ekstrem dari tahun 2015 hingga tahun 2024. Model ini tidak menangkap adanya kejadian luar biasa yaitu pandemi Covid-19 di tahun 2020. Peningkatan tiap tahun pada model logistik tidak sebesar peningkatan tiap tahun dari data aktual. Jika dilihat dari nilai  $R^2$  (koefisien determinasi) maka model logistik ini tidak cocok untuk menangkap pola pertumbuhan dengan adanya fluktuatif di data aktual.

## CONCLUSION

Penelitian ini menerapkan persamaan diferensial biasa model logistik untuk memodelkan pertumbuhan penduduk Kabupaten Bogor secara matematis. Hasil pemodelan kemudian dianalisis untuk mengevaluasi kesesuaian model terhadap data aktual. Dari persamaan diferensial biasa, model Logistik diperoleh untuk memprediksi pertumbuhan penduduk Kabupaten Bogor. Hasil dari aplikasi persamaan diferensial biasa model logistik ini memiliki nilai galat sebesar -0.00910 hingga 0,01350. Galat terbesar diperoleh pada tahun 2020 dikarenakan adanya penurunan penduduk secara signifikan yang diakibatkan oleh wabah COVID -19. Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat diketahui bahwa Model Logistik tersebut belum dapat menangkap penurunan tajam yang diakibatkan oleh kejadian ekstrem. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model logistik dapat digunakan untuk tren jangka panjang namun tidak akurat dalam memodelkan fluktuasi pertumbuhan populasi. Selanjutnya pada penelitian berikutnya dengan topik yang sama, diharapkan melakukan validasi data melalui parameter RMSE (*Root Mean Squared Error*) atau MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*).

## REFERENCES

- Ahmad, A. (2019). PEMODELAN MATEMATIKA DENGAN MENGGUNAKAN PERSAMAAN DIFERENSIAL PADA PERTUMBUHAN PENDUDUK DI INDONESIA. *Prosiding Sendika*, 5(2), 1.
- Erma, E., Rahayu, P., & Zuhairoh, F. (2017). PERBANDINGAN SOLUSI NUMERIK INTEGRAL LIPAT DUA PADA FUNGSI FUZZY DENGAN METODE ROMBERG DAN SIMULASI MONTE CARLO. *Jurnal MSA (Matematika dan Statistika serta Aplikasinya)*, 5(2), 14–14.

- Fitriani, V. N., & Purnomo, K. D. (2013). SOLUTION ESTIMATION OF LOGISTIC GROWTH MODEL WITH ENSEMBLE KALMAN FILTER METHOD. *Jurnal Ilmu Dasar*, 14(2), 85–90.
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2009). BASIC ECONOMETRICS (5th ed.). McGraw-Hill/Irwin.
- Jamir, C. (2022). POPULATION GROWTH AND ITS IMPACT ON ECONOMIC DEVELOPMENT IN NAGALAND: AN EMPIRICAL ANALYSIS. *Journal of Economic Impact*, 4(2), 91–104.
- 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.
- Marbun, B. V., Amiruddin, M. N., Lestari, F., Padila, W. N., Lestari, L., & Al Rasyid, M. H. (2024). PROYEKSI PERTUMBUHAN PENDUDUK SULAWESI TENGGARA DENGAN MENGGUNAKAN MODEL EKSPONENSIAL DAN MODEL LOGISTIK. *Jurnal Aplikasi Fisika*, 20(2), 24–30.
- Mouren, V., Lapian, A. L. C. P., & Tumangkeng, S. Y. (2022). PENGARUH TINGKAT PENDIDIKAN, PERTUMBUHAN EKONOMI, DAN JUMLAH PENDUDUK TERHADAP PENGANGGURAN DI KABUPATEN TORAJA UTARA. *Jurnal Berkala Ilmiah Efisiensi*, 22(5), 133–144.
- Rina, I., & Husna, R. (2019). APLIKASI PERSAMAAN DIFERENSIAL PADA MODEL PERTUMBUHAN POPULASI DENGAN PERTUMBUHAN TERBATAS. *Sainstek: Jurnal Sains dan Teknologi*, 11(1), 22–27.
- Wulandari, F. F. W., Zuriyani, E., & Afryansih, N. (2023). ANALISIS PENGARUH PERTUMBUHAN PENDUDUK TERHADAP PERTUMBUHAN EKONOMI WILAYAH. *EL-JUGHRAFIYAH*, 3(2), 113–121.