

Penerapan Metode Regresi Linear Berganda Dalam Memprediksi Laju Pertumbuhan Penduduk Kota Pekanbaru

Application Of Multiple Linear Regression Method In Predicting Pekanbaru City's Population Growth Rate

Rezki Aulia^{a,1}, Noveri Lysbetty Marpaung^{b,2}

^{1,2}Informatics Engineering, Engineering Faculty, Riau University, Indonesia
rezki.aulia3790@student.unri.ac.id ¹, noveri.marpaung@eng.unri.ac.id ²

ABSTRAK

Pertumbuhan penduduk merupakan fenomena yang memiliki dampak signifikan terhadap pembangunan suatu daerah. Suatu tindakan diperlukan untuk mengantisipasi pertumbuhan penduduk yang semakin cepat ini, salah satunya adalah dengan melakukan prediksi jumlah penduduk. Penelitian ini bertujuan untuk mengaplikasikan metode Regresi Linear Berganda dalam memprediksi laju pertumbuhan penduduk di Kota Pekanbaru. Variabel jumlah kelahiran, jumlah laki-laki, dan jumlah perempuan digunakan sebagai prediktor dalam model regresi. Untuk mendapatkan model terbaik, dilakukan optimasi dengan metode Gradient Descent untuk meningkatkan akurasi prediksi. Proses optimasi pada penelitian ini dilakukan menggunakan metode Gradient Descent dengan learning rate sebesar 0.1 dan iterasi sebanyak 1000 kali. Data historis dari tahun 2003 hingga 2022 digunakan untuk melatih dan menguji model. Kriteria evaluasi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dan Root Mean Square Error (RMSE). Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model Regresi Linear Berganda yang dioptimalkan dengan Gradient Descent mampu memberikan prediksi yang akurat, dengan MAPE sebesar 1.35% yang semula 1.37% dan RMSE sebesar 0.200343 yang semula sebesar 0.20050. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model Regresi Linear Berganda yang dioptimasi menggunakan Gradient Descent mampu memberikan prediksi yang lebih akurat untuk laju pertumbuhan penduduk kota Pekanbaru. Dari model yang dihasilkan, penduduk Kota Pekanbaru pada tahun 2023 diprediksikan berjumlah 1.156.634 jiwa, pada tahun 2024 diprediksikan berjumlah 1.178.999 jiwa, dan pada tahun 2025 diprediksikan berjumlah 1.201.366 jiwa.

Kata Kunci: Regresi Linear Berganda, Pertumbuhan Penduduk, , Prediksi, Gradient Descent, Kota Pekanbaru.

ABSTRACT

Population growth is a phenomenon that has a significant impact on the development of a region. Action is needed to anticipate this increasingly rapid population growth, one of which is by predicting population numbers. This research aims to apply the Multiple Linear Regression method in predicting the rate of population growth in Pekanbaru City. The variables number of births, number of men, and number of women are used as predictors in the regression model. To get the best model, optimization was carried out using the Gradient Descent method to increase prediction accuracy. The optimization process in this research was carried out using the Gradient Descent method with a learning rate of 0.1 and 1000 iterations. Historical data from 2003 to 2022 is used to train and test the model. The evaluation results show that the Multiple Linear Regression model optimized with Gradient Descent is able to provide accurate predictions, with a MAPE of 1.35% which was originally 1.37% and an RMSE of 0.200343 which was previously 0.20050. The evaluation results show that the Multiple Linear Regression model optimized using Gradient Descent is able to provide more accurate predictions for the population growth rate of Pekanbaru city. From the resulting model, the population of Pekanbaru City in 2023 is predicted to be 1,156,634 people, in 2024 it is predicted to be 1,178,999 people, and in 2025 it is predicted to be 1,201,366 people.

Keywords: Multiple Linear Regression, Population Growth, Prediction, Gradient Descent, Pekanbaru City.

Disubmit:

Info Artikel :
Direview:

Diterima :

A. PENDAHULUAN

Setiap tahunnya, jumlah penduduk selalu mengalami peningkatan, dan fenomena ini menjadi salah satu faktor penting dalam pembangunan suatu daerah atau wilayah. Indonesia menempati peringkat keempat jumlah penduduk tertinggi di dunia setelah China, India, dan Amerika Serikat[1]. Secara umum, terdapat tiga faktor yang sulit untuk dielakkan yang menyebabkan pertumbuhan penduduk menjadi signifikan di Indonesia, yakni tingkat kelahiran (natalitas), tingkat kematian (mortalitas), dan perpindahan penduduk (migrasi)[2].

Banyaknya penduduk yang terus bertambah, sebenarnya memiliki dampak positif, yakni dapat mendorong pertumbuhan industri dan produksi karena tenaga kerja yang melimpah. Namun, di sisi lain pertumbuhan penduduk yang pesat juga memiliki banyak dampak negatif jika tidak diimbangi dengan perekonomian suatu negara. Banyaknya penduduk menyebabkan persaingan yang ketat dalam mencari pekerjaan sehingga pada akhirnya menghasilkan tingkat pengangguran yang tinggi. Banyaknya masyarakat yang menganggur pada akhirnya menyebabkan banyak orang menjadi jatuh miskin bahkan melarat. Situasi ini pun pada akhirnya dapat memaksa beberapa orang untuk melakukan tindakan kriminal demi memenuhi kebutuhan finansialnya[3].

Tidak hanya sampai di sana, pertumbuhan penduduk yang pesat dapat meningkatkan kebutuhan akan sumber daya alam yang mampu menyebabkan degradasi lingkungan. Seperti penebangan hutan untuk pembangunan perumahan, kekurangan pasokan air bersih, hingga krisis pangan. Kondisi ini memiliki potensi untuk menimbulkan berbagai masalah lingkungan yang pada gilirannya dapat menyebabkan bencana alam dan merusak ekosistem. Selain itu, pertumbuhan penduduk yang cepat juga berpengaruh di bidang pendidikan, seperti peningkatan jumlah siswa yang dapat menyebabkan kekurangan fasilitas pendidikan seperti ruang kelas, buku pelajaran, dan peralatan, yang dapat memengaruhi kualitas pendidikan[4].

Dikarenakan banyak masalah yang dapat muncul dari pertumbuhan penduduk yang cepat, penting untuk melakukan prediksi laju pertumbuhan penduduk guna mengestimasi jumlah pertumbuhan penduduk setiap tahunnya. Dengan demikian, prediksi ini dapat membantu pemerintah dalam merencanakan pembangunan infrastruktur, layanan kesehatan, pendidikan, lapangan kerja, fasilitas umum serta perencanaan dalam pengelolaan sumber daya alam untuk memenuhi kebutuhan yang terus meningkat. Dengan adanya prediksi pertumbuhan penduduk, kebijakan yang lebih tepat dapat diambil untuk menjamin pemenuhan kebutuhan masyarakat di masa yang akan datang.

Kota Pekanbaru, sebagai salah satu kota terbesar di Provinsi Riau[5], juga termasuk satu dari beberapa kota di Indonesia yang menghadapi tantangan lajunya pertumbuhan penduduk ini. Kota Pekanbaru menyandang kota dengan jumlah penduduk terbesar di Provinsi Riau. Jumlah Penduduk Kota Pekanbaru pada tahun 2022 bersumber dari hasil proyeksi data Sensus Penduduk 2020 (SP2020), yaitu sebesar 994.585 jiwa, yang terdiri dari 500.330 penduduk laki-laki dan 494.255 penduduk perempuan. Sedangkan, rata-rata laju pertumbuhan penduduk Kota Pekanbaru pada tahun 2022 adalah 1,30%[6]. Mengingat begitu pesatnya pertumbuhan penduduk Kota Pekanbaru, maka perlu adanya prediksi jumlah penduduk Kota Pekanbaru agar pemerintah dapat mengambil kebijakan yang lebih tepat untuk memastikan terpenuhinya kebutuhan penduduk Kota Pekanbaru di masa mendatang. Salah satu cara yang dapat diupayakan untuk memprediksi laju pertumbuhan penduduk tersebut adalah dengan menggunakan metode Regresi Linear.

Metode prediksi yang dikenal sebagai Regresi Linear menggunakan garis lurus sebagai representasi hubungan antara dua variabel atau lebih. Ini digunakan untuk memproyeksikan nilai target berdasarkan sejumlah variabel masukan, termasuk variabel independen dan variabel dependen, dengan menggunakan model hubungan numerik[7]. Regresi Linear terdiri dari dua jenis persamaan, yakni Persamaan Regresi Linear Berganda yang terdiri dari dua atau lebih variabel independen, dan Persamaan Regresi Linear Sederhana terdiri dari satu variabel independen saja[8].

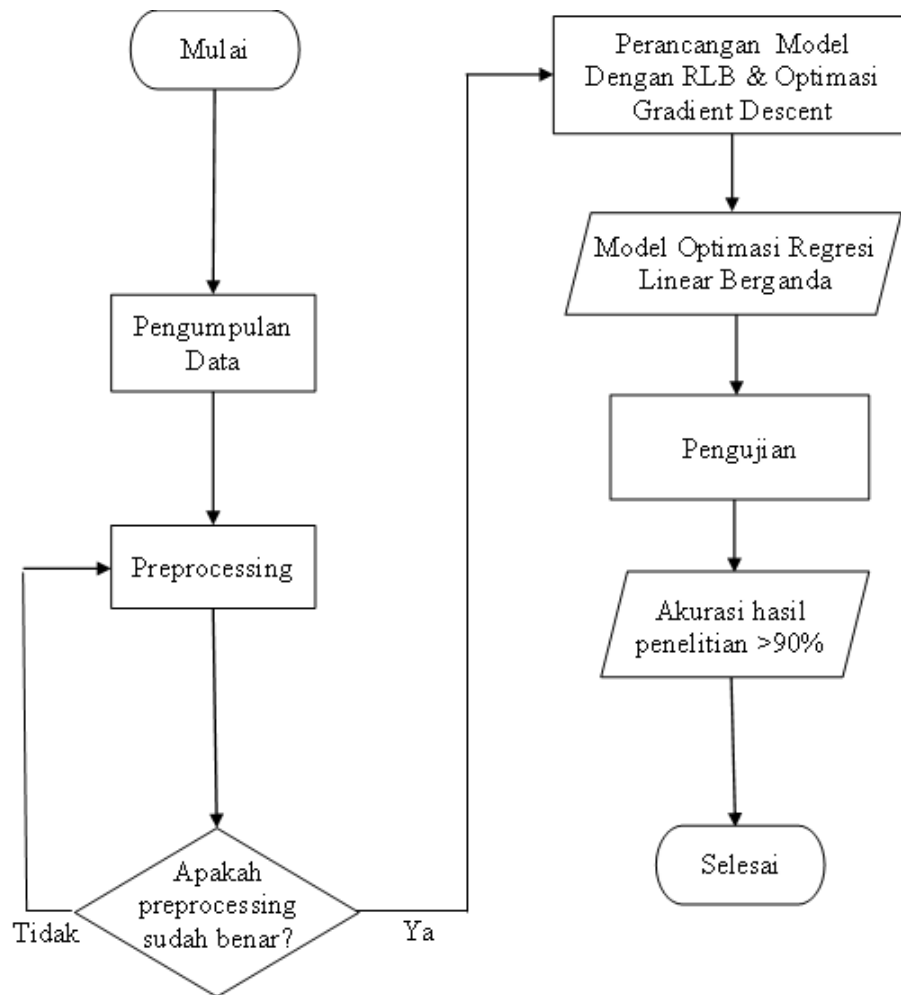
Dalam konteks penggunaan Regresi Linear Berganda untuk memprediksi laju pertumbuhan penduduk, optimasi model menjadi penting untuk memastikan bahwa model yang dikembangkan memiliki tingkat akurasi yang optimal. Salah satu metode optimasi yang umum digunakan adalah *Gradient Descent*. *Gradient Descent* adalah algoritma optimasi yang digunakan untuk mencari nilai minimum dari fungsi biaya dengan melakukan langkah-langkah iteratif berdasarkan gradien fungsi tersebut. Dalam konteks Regresi Linear, fungsi biaya yang ingin diminimalkan adalah selisih antara nilai aktual dan nilai prediksi dari model. Penggunaan *Gradient Descent* dalam konteks ini membantu dalam mencapai nilai-nilai parameter-model yang menghasilkan prediksi yang lebih akurat, dengan meminimalkan kesalahan antara nilai prediksi dan nilai aktual [9]

Studi sebelumnya, yang dilakukan oleh Anak Agung Ayu Putri Ardyanti dan Abdrianto pada tahun 2023, berjudul *Penerapan Data Mining untuk Mengestimasi Laju Pertumbuhan Penduduk Denpasar dengan Metode Regresi Linear Berganda*. Metode Regresi Linear Berganda digunakan dalam penelitian ini untuk memprediksi laju pertumbuhan penduduk Kota Denpasar. Variabel bebasnya adalah jumlah laki-laki (X_1) dan perempuan (X_2), dan variabel terikatnya adalah total jumlah penduduk (Y). Dalam hal ini, dataset digunakan adalah data penduduk Kota Denpasar pada tahun 2005–2022 untuk memprediksi jumlah penduduk pada tahun 2023 dan 2024. Setelah uji dilakukan, hasilnya menunjukkan bahwa pengujian estimasi jumlah penduduk menggunakan metode Regresi Linear Berganda adalah valid atau sukses. Hasil keakurasian model untuk data ini berkisar antara 85% dan 91%[10].

Oleh sebab itu, untuk membantu memprediksi laju pertumbuhan penduduk Kota Pekanbaru, penelitian ini menggunakan Metode Regresi Linear Berganda dengan data yang digunakan adalah data jumlah kelahiran, jumlah penduduk laki-laki, jumlah penduduk perempuan, serta total jumlah penduduk Kota Pekanbaru selama tahun 2003-2022 untuk memprediksi jumlah penduduk Kota Pekanbaru pada tahun 2023 hingga 2025. Untuk hasil penelitian sebelumnya peneliti meningkatkan hasil akurasi pengujian melalui penambahan dataset dan menambah variabel bebas yang menjadi kunci utama lajunya pertumbuhan penduduk, serta melakukan optimasi model Regresi Linear Berganda dengan metode optimasi *Gradient Descent*.

B. METODE

Dalam penelitian ini, untuk memprediksi laju pertumbuhan penduduk Kota Pekanbaru menggunakan Metode Regresi Linear Berganda melalui serangkaian tahapan. Tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini digambarkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

A. Pengumpulan Data

Data yang ada, didapat melalui publikasi resmi Badan Pusat Statistik Kota Pekanbaru yakni “Pekanbaru Dalam Angka” setiap tahunnya yang dapat diakses pada situs <https://pekanbarukota.bps.go.id/>. Selain dari Badan Pusat Statistik, data juga diperoleh dalam publikasi “Profil Kesehatan Provinsi Riau” oleh Dinas Kesehatan Provinsi Riau setiap tahunnya. Data yang berhasil dikumpulkan penulis adalah data Jumlah Kelahiran, Jumlah Penduduk Laki-Laki, dan Jumlah Penduduk Perempuan yang ada di Kota Pekanbaru selama tahun 2003 sampai 2022. Dataset ini kemudian dibagi menjadi dua bagian, 80% data training dan 20% data testing. Data training yang digunakan penulis adalah data selama tahun 2003-2018. Sedangkan untuk data testing adalah data selama tahun 2019-2022.

B. Preprocessing

Data yang telah dikumpulkan selanjutnya dilakukan preprocessing. Preprocessing pada penelitian ini terdiri dari :

- Pembersihan data, untuk mengatasi nilai-nilai yang hilang (*missing value*). Dimana pada penelitian ini, data yang hilang (*missing value*) terdapat pada data jumlah kelahiran tahun

2009, hal ini diatasi menggunakan metode interpolasi linear untuk mengisi nilai yang hilang.

- b) Normalisasi data, untuk mengubah skala fitur-fitur input ke rentang yang seragam dengan tujuan untuk meningkatkan konvergensi dan mencegah masalah numerik dalam proses optimasi nanti. Dalam hal ini, fitur-fitur dinormalisasi menggunakan z-score normalization.

C. Implementasi Model

Dalam penelitian ini, model Regresi Linear Berganda digunakan untuk membangun hubungan antara variabel independen (jumlah kelahiran, jumlah laki-laki, dan jumlah perempuan) dengan variabel dependen (jumlah penduduk) kota Pekanbaru. Langkah-langkah implementasi model tersebut adalah sebagai berikut:

- a) Pembentukan Model Regresi Linear Berganda
Regresi Linear Berganda adalah regresi yang memiliki variabel bebas (variabel independen) lebih dari satu. Variabel bebas (variabel independen) adalah variabel yang menjelaskan atau mempengaruhi variabel lain, seperti dalam kasus pertumbuhan penduduk, contoh variabel yang mempengaruhinya adalah Kelahiran (X_1), Jumlah Penduduk Perempuan (X_2), dan Jumlah Penduduk Laki-Laki (X_3). Variabel terikat (dependen) adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel independen seperti Total Jumlah Penduduk Kota Pekanbaru (Y). Persamaan regresi linear Berganda yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

$$Y = a + b_1.X_1 + b_2.X_2 + b_3.X_3 \quad (1)$$

Dimana :

Y = Jumlah Penduduk
 X_1 = Jumlah Kelahiran
 X_2 = Jumlah Laki-Laki
 X_3 = Jumlah Perempuan
 a = Nilai Konstanta
 b_1, b_2, b_3 = Koefisien Regresi

- b) Optimasi Menggunakan Gradient Descent
Model regresi linear berganda dioptimasi menggunakan metode optimasi gradient descent. Proses optimasi bertujuan untuk menemukan parameter-model yang meminimalkan nilai fungsi biaya (cost function). Dalam penelitian ini, dilakukan iterasi sebanyak 1000 kali dengan nilai learning rate sebesar 0.1.

D. Pengujian

Tahap pengujian melibatkan pengujian validitas dan kehandalan model yang telah dibuat, termasuk memeriksa apakah model dapat digeneralisasi dengan baik untuk melakukan prediksi laju pertumbuhan penduduk yang akurat. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil yang dikeluarkan oleh sistem dengan nilai sebenarnya. Ini dilakukan dengan menggunakan *Root Mean Squared Error* (RMSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). RMSE dan MAPE dihitung menggunakan rumus berikut:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum |D_t - F_t|^2}{n}} \quad (2)$$

$$MAPE = \frac{\sum \frac{|D_t - F_t|}{D_t}}{n} \times 100\% \quad (3)$$

Dimana :

D_t = Data Aktual

F_t = Nilai Prediksi

n = Jumlah Data

Dimana semakin besar nilai RMSE dan MAPE yang dihasilkan maka keakuratan suatu model semakin sedikit atau tidak akurat, sedangkan semakin kecil nilai RMSE maka semakin baik akurasi suatu model tersebut.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Dataset

Data yang dikumpulkan peneliti dari publikasi resmi Badan Pusat Statistik Kota Pekanbaru dan Dinas Kesehatan Provinsi Riau yang dihimpun dari tahun 2003 – 2022 yang kemudian digunakan sebagai bahan perhitungan Regresi Linear Berganda disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Kelahiran, Penduduk Laki-Laki, Penduduk Perempuan, dan Total Jumlah Penduduk dari tahun 2003-2022

Tahun	Jumlah Kelahiran	Jumlah Laki-Laki	Jumlah Perempuan	Jumlah Penduduk
2003	16.560	333.116	320.319	653.453
2004	16.934	350.623	339.211	689.834
2005	17.780	363.687	356.510	720.197
2006	18.630	380.993	373.474	754.467
2007	21.060	389.972	389.972	779.889
2008	19.624	400.505	398.704	799.213
2009	...	403.900	398.888	802.788
2010	19.978	456.386	441.382	897.768
2011	18.326	477.151	460.788	937.939
2012	20.931	490.339	474.219	964.558
2013	20.636	508.961	490.070	999.031
2014	21.692	519.515	491.952	1.011.467
2015	20.734	533.217	504.901	1.038.118
2016	20.658	546.400	518.166	1.064.566
2017	21.575	559.917	513.171	1.091.088
2018	23.160	573.206	544.153	1.117.359
2019	23.231	586.299	557.060	1.149.359
2020	23.286	495.117	488.255	938.356
2021	19.609	500.330	494.255	994.585
2022	19.613	506.231	501.309	1.007.540

Pada Tabel 1 merupakan dataset yang digunakan dalam penelitian ini, yang meliputi data time series jumlah kelahiran, jumlah penduduk laki-laki, jumlah penduduk perempuan, dan jumlah penduduk Kota Pekanbaru selama 20 tahun dari tahun 2003-2022.

Adapun penetapan variabel dari data yang didapat oleh peneliti untuk digunakan sebagai bahan perhitungan dalam metode regresi linier berganda dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Penetapan Variabel

No.	Data	Jenis Variabel	Variabel
1.	Jumlah Penduduk	Dependen	Y
2.	Jumlah Kelahiran	Independen	X1
3.	Jumlah Laki-Laki	Independen	X2
4.	Jumlah Perempuan	Independen	X3

Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa data jumlah penduduk ditetapkan sebagai variabel dependen (Y), data kelahiran ditetapkan sebagai variabel independen (X1), data jumlah laki-laki ditetapkan sebagai variabel independen (X2), dan data jumlah perempuan ditetapkan sebagai variabel independen (X3).

B. *Preprocessing*

Dari dataset yang ada pada Tabel 1, terdapat data yang hilang (*missing value*) yakni data jumlah kelahiran tahun 2009, hal ini diatasi menggunakan metode interpolasi linear untuk mengisi nilai yang hilang. Persamaan interpolasi linear dapat dilihat pada Persamaan 4.

$$\frac{y - y_0}{x - x_0} = \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} \quad (4)$$

Dimana :

y = nilai yang ingin diprediksi

x = titik dimana ingin memperkirakan y

x_0 dan x_1 = koordinat x dari dua titik data yang diketahui

y_0 dan y_1 = koordinat y dari dua titik data yang diketahui

Maka, ketika angka yang ada pada data dimasukkan ke dalam persamaan 4 adalah sebagai berikut :

$$\frac{y - y_0}{x - x_0} = \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0}$$

$$\frac{y - 19624}{2009 - 2008} = \frac{19978 - 19624}{2010 - 2008}$$

$$\frac{y - 19624}{1} = \frac{354}{2}$$

$$(y - 19624)(2) = (354)(1)$$

$$2y - 39248 = 354$$

$$y = 19801$$

Jadi, hasil interpolasi untuk jumlah kelahiran tahun 2009 adalah sekitar 19.801.

Selain menangani *missing value*, preprocessing pada penelitian ini juga melakukan skalasi dan normalisasi data untuk memastikan bahwa model dapat berfungsi dengan baik. Skalasi dilakukan dengan membagi variabel jumlah penduduk dengan 100.000 untuk mengurangi nilai RMSE yang besar. Normalisasi dilakukan dengan menghitung rata-rata dan standar deviasi dari dataset *training* dan menggunakan nilai-nilai tersebut untuk menormalkan dataset *training* dan *testing*.

C. Penerapan Metode Regres Linear Berganda

Metode regresi linear berganda digunakan untuk membangun model prediktif yang menghubungkan variabel independen (jumlah kelahiran, jumlah laki-laki, jumlah perempuan) dengan variabel dependen (jumlah penduduk kota Pekanbaru). Perhitungan Regresi Linear Berganda memerlukan banyak perhitungan perkalian dan perpangkatan, seperti yang ditunjukkan oleh data yang telah dikumpulkan.

Sebelum dilakukan optimasi, model awal dibangun menggunakan Regresi Linear Berganda tanpa *Gradient Descent*. Hasil model awal tanpa *Gradient Descent* adalah sebagai berikut :

- MAPE sebesar 1.37867%
- RMSE sebesar 0.20050

Hal ini menunjukkan bahwa model awal sudah cukup baik dalam memprediksi jumlah penduduk, tetapi masih ada ruang untuk perbaikan melalui optimasi.

D. Optimasi Menggunakan *Gradient Descent*

Gradient Descent digunakan untuk meminimalkan fungsi biaya (*cost function*) dengan cara memperbarui parameter model secara iteratif. Proses ini dilakukan dengan menghitung gradien dari fungsi biaya dan memperbarui parameter model (*theta*) berdasarkan gradien tersebut. Proses optimasi dilakukan menggunakan metode *gradient descent* dengan parameter sebagai berikut:

- *Learning rate*: 0.1
- Jumlah iterasi: 1000

Model yang telah dioptimasi dievaluasi menggunakan dataset testing. Metrik evaluasi yang digunakan adalah MAPE dan RMSE. Hasil evaluasi model setelah optimasi adalah sebagai berikut:

- MAPE: 1.09 % (menunjukkan bahwa rata-rata kesalahan absolut dalam prediksi adalah 1.09% dari nilai aktual).
- RMSE: 0.20618 (menunjukkan tingkat penyimpangan standar dari kesalahan prediksi).

E. Analisis Hasil

Perbandingan hasil sebelum dan sesudah optimasi menunjukkan bahwa optimasi menggunakan *gradient descent* memberikan peningkatan pada MAPE, meskipun RMSE sedikit meningkat. Tabel perbandingan hasil evaluasi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Hasil Evaluasi

Metrik	Sebelum Optimasi	Setelah Optimasi
MAPE	1.3787 %	1.09 %
RMSE	0.2005	0.20618

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model Regresi Linear Berganda yang dioptimasi menggunakan *Gradient Descent* mampu memberikan prediksi yang lebih akurat untuk laju pertumbuhan penduduk kota Pekanbaru. Nilai MAPE yang lebih rendah setelah optimasi menunjukkan bahwa kesalahan absolut rata-rata dalam prediksi menurun, sehingga prediksi menjadi lebih akurat. Meskipun RMSE sedikit

meningkat, nilai ini masih berada dalam rentang yang dapat diterima, mengingat bahwa MAPE menunjukkan perbaikan.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa optimasi menggunakan Gradient Descent berhasil meningkatkan akurasi prediksi model Regresi Linear Berganda dalam memprediksi jumlah penduduk kota Pekanbaru. Adapun persamaan Regresi Linear Berganda yang optimal yang didapat adalah :

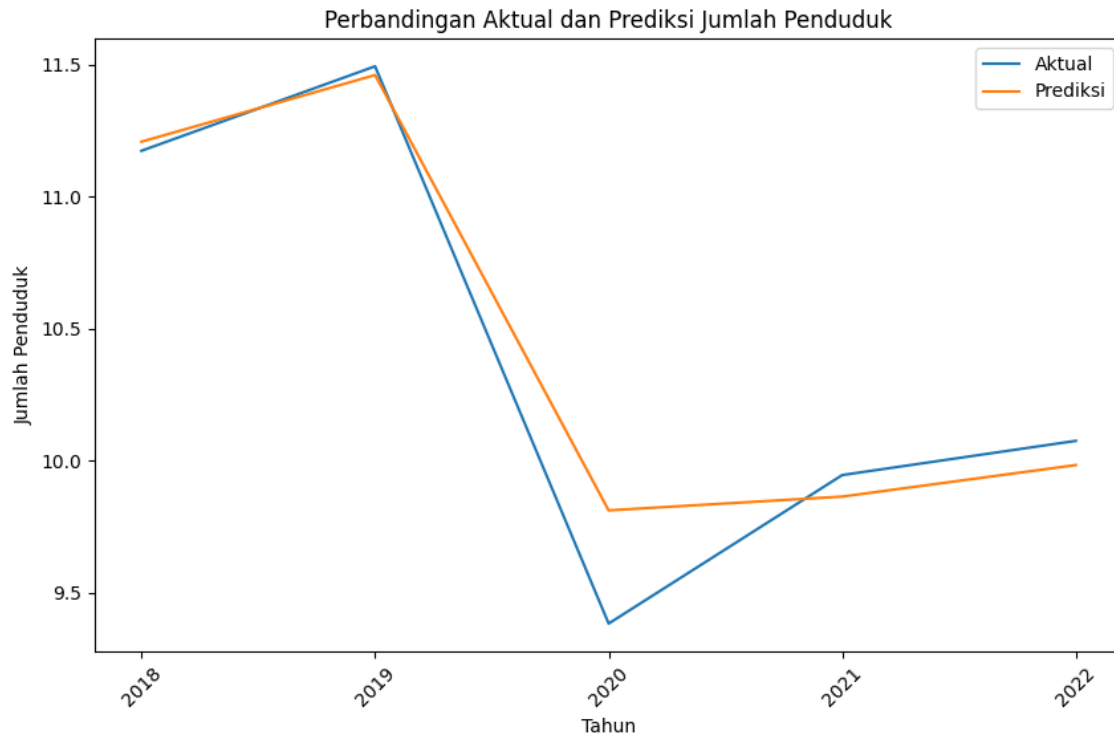
$$Y = 8.9510 + 0.0029 \cdot X_1 + 0.8649 \cdot X_2 + 0.62254 \cdot X_3$$

Untuk bisa memprediksi jumlah penduduk Kota Pekanbaru tahun 2022 – 2025, harus diketahui Jumlah Kelahiran (X1), Jumlah Laki-Laki (X2), dan Jumlah Perempuan (X3) dari tahun yang ingin diprediksi. Dalam hal ini, tentu jumlah dari ketiga variabel untuk tahun 2023 – 2025 belum diketahui karena belum terjadi. Sehingga untuk mendapatkan nilai ketiga variabel tersebut, bisa memanfaatkan pola dan trend dari ketiga variabel yang tersedia dari tahun 2003 – 2022. Masing-masing variabel bisa dicari nilainya dengan menggunakan metode Regresi Linear Sederhana, dimana tahun sebagai variabel independennya. Setelah dicari, didapatlah nilai variabel untuk Jumlah Kelahiran, Jumlah Laki-Laki, dan Jumlah Perempuan tahun 2023 – 2025 seperti pada Tabel 3. Lalu, dari persamaan Regresi Linear Berganda yang telah dioptimasi tadi, nilai X1, X2, dan X3 disubstitusi ke dalam persamaan, dan didapat hasil prediksi pertumbuhan penduduk Kota Pekanbaru pada tahun 2019 – 2025 dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Prediksi Jumlah Penduduk Pekanbaru Tahun 2019 - 2025

Tahun	Jumlah Kelahiran	Jumlah Laki-Laki	Jumlah Perempuan	Jumlah Penduduk Sebenarnya	Jumlah Penduduk Prediksi
2019	23.231	586.299	557.060	1.149.359	1.146.805
2020	23.286	495.117	488.255	938.356	984.687
2021	19.609	500.330	494.255	994.585	995.918
2022	19.613	506.231	501.309	1.007.540	1.013.184
2023	22608	590785	566723	-	1.161.860
2024	22838	602403	577569	-	1.174.888
2025	23068	614021	588415	-	1.203.960

Berikut tampilan grafik perbandingan nilai aktual dan prediksi jumlah penduduk Kota Pekanbaru dari tahun 208-2022 yang ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Perbandingan Nilai Aktual dan Prediksi Jumlah Penduduk Tahun 2021 – 2022

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa hasil prediksi data penduduk kota Pekanbaru diperoleh hasil prediksi jumlah penduduk pada tahun 2023 sebanyak 1.161.860, tahun 2024 diprediksi menghasilkan 1.174.888 jiwa, dan tahun 2025 sebesar 1.203.960 jiwa. Lalu, hasil data prediksi jumlah penduduk pada data testing juga tidak berbeda jauh dengan data jumlah penduduk sebenarnya, atau dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian prediksi pada jumlah data penduduk Kota Pekanbaru menggunakan metode Regresi Linier Berganda valid atau sukses. Yakni dengan nilai RMSE sebesar 0.20618, dan MAPE sebesar 1.09% yang artinya akurasi dari model yang didapat adalah 98.91%.

D. KESIMPULAN

1. Model Regresi Linear Berganda yang dioptimalkan menggunakan metode *Gradient Descent* mampu memprediksi laju pertumbuhan penduduk Kota Pekanbaru dengan akurasi yang sangat baik. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan performa model setelah optimasi, dengan RMSE sebesar 0.20618 dan MAPE sebesar 1.09% yang artinya akurasi dari model yang didapat adalah 98.91%.
2. Kelebihan utama dari penelitian ini adalah kemampuan model dalam memberikan prediksi yang akurat terhadap laju pertumbuhan penduduk, yang dapat menjadi landasan bagi pengambilan keputusan pemerintah daerah dalam perencanaan pembangunan kota.
3. Meskipun demikian, penelitian ini memiliki beberapa kelemahan. Salah satunya adalah ketergantungan pada data historis yang mungkin tidak mencakup semua faktor yang memengaruhi pertumbuhan penduduk. Variabel independen yang digunakan juga dapat diperluas untuk meningkatkan akurasi prediksi.
4. Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan untuk memperluas cakupan variabel independen yang digunakan, seperti faktor sosial ekonomi, infrastruktur, atau faktor lingkungan. Penggunaan metode

optimasi yang lebih canggih atau penggunaan model regresi non-linear juga dapat dieksplorasi untuk meningkatkan akurasi prediksi.

REFERENSI

- [1] P. Kurniawan *et al.*, “Prediksi Jumlah Penduduk Jakarta Selatan Menggunakan Metode Regresi Linear Berganda,” *J. Sist. dan Teknol. Inf.*, vol. 10, no. 4, p. 518, 2022, doi: 10.26418/justin.v10i4.48331.
- [2] A. Lasarudin and R. Maku, “Prediksi Pertumbuhan Jumlah Penduduk Menggunakan Algoritma Neural Network,” *J. Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 2, p. 37, 2022, doi: 10.31314/juik.v2i2.1715.
- [3] N. C. Putri and N. Nurwati, “Pengaruh Laju Pertumbuhan Penduduk Berdampak Pada Tingginya Angka Kemiskinan Yang Menyebabkan Banyak Eksploitasi Anak Di Indonesia,” *J. Ilmu Kesejaht. Sos. Humanit.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–15, 2021, doi: 10.23969/humanitas.v3i1.2827.
- [4] Ramadan *et al.*, “Analisis Masalah Kependudukan Di Indonesia,” *J. Econ. Educ.*, vol. 2, no. 1, pp. 29–37, 2023.
- [5] N. U. Hartati Rismauli, “Peranan Herman Abdullah Dalam Membangun Kota Pekanbaru Tahun 2001–2011,” *J. Pendidik. dan Konseling*, vol. 4, pp. 1349–1358, 2022.
- [6] BPS, “Kota Pekanbaru dalam Angka Tahun 2023,” *Badan Pus. Stat. Kota Pekan Baru*, p. 93, 2023, [Online]. Available: <https://pekanbarukota.bps.go.id/>
- [7] M. Masruroh and K. F. Mauladi, “Penerapan Metode Regresi Linear Berganda Dalam Sistem Prediksi Nilai Ujian Nasional Siswa Smp,” *J. Tek.*, vol. 12, no. 1, p. 1, 2020, doi: 10.30736/jt.v12i1.393.
- [8] Sugiyono, *Statistika untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta, 2007.
- [9] N. R. Saputra and E. R. Widasari, “Implementasi Metode Gradient Descent untuk Peningkatan Kinerja Database pada Sistem perekaman Kelelahan Mental Berbasis Sinyal Electroencephalography,” vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2023.
- [10] A. A. A. P. Ardyanti and A. Abdriando, “Penerapan Data Mining Untuk Mengestimasi Laju Pertumbuhan Penduduk Denpasar Menggunakan Metode Regresi Linier Berganda,” *JBASE - J. Bus. Audit Inf. Syst.*, vol. 6, no. 1, pp. 37–44, 2023, doi: 10.30813/jbase.v6i1.4317.