



## Penerapan Metode Interpolasi Polinomial Newton dengan Selisih Terbagi untuk Estimasi Pertumbuhan Jumlah Penduduk di Kota Surakarta

Desintha Yura Saraswati <sup>a,1\*</sup>, Astutik Apriliyana <sup>a,2</sup>, Dhina Laras Ati <sup>a,3</sup>, Ari Wibowo <sup>a,4</sup>

<sup>a</sup> Tadris Matematika, Fakultas Ilmu Tarbiyah, Universitas Islam Raden Mas Said Surakarta, Jl. Pandawa, Pucangan, Kartasura, Sukoharjo, Jawa Tengah, Indonesia, 57168

<sup>1</sup> [deshintayura@gmail.com](mailto:deshintayura@gmail.com); <sup>2</sup> [astutikapriliyana53@gmail.com](mailto:astutikapriliyana53@gmail.com); <sup>3</sup> [dhinalarasati30@gmail.com](mailto:dhinalarasati30@gmail.com); <sup>4</sup> [ari.wibowo@staff.uinsaid.ac.id](mailto:ari.wibowo@staff.uinsaid.ac.id);

\* Penulis Koresponden

### INFO ARTIKEL

### ABSTRAK

#### Histori Artikel

Pengajuan 2026-04-30  
Diperbaiki 2026-05-26  
Diterima 2026-06-03

#### Kata Kunci

Selisih terbagi,  
Pertumbuhan penduduk, Metode numerik, Regresi linear, Pemodelan matematis

Pertumbuhan jumlah penduduk merupakan indikator penting dalam perencanaan pembangunan daerah karena memengaruhi aspek ekonomi, sosial, dan infrastruktur. Kota Surakarta mengalami peningkatan jumlah penduduk yang stabil sehingga diperlukan metode estimasi yang akurat. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi pertumbuhan jumlah penduduk menggunakan metode interpolasi polinomial Newton dengan selisih terbagi serta membandingkannya dengan regresi linear. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan data sekunder periode 2021–2025 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kota Surakarta. Analisis dilakukan melalui penyusunan tabel selisih terbagi, pembentukan polinomial Newton, serta model regresi linear dengan bantuan Python. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode interpolasi Newton menghasilkan estimasi jumlah penduduk tahun 2026 sebesar 540.943 jiwa dan tahun 2027 sebesar 583.103 jiwa, dengan nilai MAPE sebesar 0% dan RMSE sebesar 0. Sementara itu, regresi linear menghasilkan estimasi jumlah penduduk tahun 2026 sebesar 531.259 jiwa dan tahun 2027 sebesar 533.025 jiwa, dengan nilai MAPE sebesar 0,116% dan RMSE sebesar 694,5. Dengan demikian, metode interpolasi Newton lebih tepat digunakan untuk merepresentasikan data historis, sedangkan regresi linear lebih tepat digunakan untuk prediksi jangka panjang.

### ABSTRACT

#### Keyword

Differential equations,  
Population growth,  
Numerical methods,  
Linear regression,  
Mathematical modeling

Population growth is a key indicator in regional development planning because it affects economic, social, and infrastructure aspects. The city of Surakarta has experienced steady population growth, necessitating the use of accurate estimation methods. This study aims to estimate population growth using the Newton polynomial interpolation method with divided differences and to compare it with linear regression. This study employs a quantitative approach using secondary data from 2021 to 2025 obtained from the Central Statistics Agency of Surakarta City. The analysis was conducted by compiling a split-difference table, forming a Newton polynomial, and creating a linear regression model using Python. The results show that the Newton interpolation method produced population estimates of 540,943 people for 2026 and 583,103 people for 2027, with a MAPE of 0% and an RMSE of 0. Meanwhile, linear regression produced population estimates of 531,259 for 2026 and 533,025 for 2027, with a MAPE of 0.116% and an RMSE of 694.5. Thus, the Newton interpolation method is more appropriate for representing historical data, while linear regression is more appropriate for long-term predictions.

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).



## 1. Pendahuluan

Pertumbuhan jumlah penduduk merupakan indikator penting dalam perencanaan pembangunan daerah karena berdampak pada aspek ekonomi, sosial, dan penyediaan infrastruktur [1], [2] Kota Surakarta sebagai salah satu kota berkembang di Indonesia menunjukkan dinamika pertumbuhan penduduk yang terus meningkat dari tahun ke tahun. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan analitis yang mampu mengestimasi jumlah penduduk secara akurat guna mendukung perencanaan pembangunan yang efektif dan berkelanjutan [3].

Kota Surakarta memiliki karakteristik yang khas sebagai salah satu pusat budaya Jawa yang masih mempertahankan nilai-nilai tradisional di tengah perkembangan modernisasi [1]. Selain dikenal sebagai kota budaya, Surakarta juga berkembang pesat dalam sektor pariwisata, perdagangan, serta pendidikan yang menjadikannya sebagai salah satu kota tujuan mobilitas penduduk di Jawa Tengah (Pemerintah Kota Surakarta, 2022). Keberadaan berbagai fasilitas publik, pusat ekonomi, serta institusi pendidikan turut mendorong peningkatan jumlah penduduk baik secara alami maupun melalui urbanisasi. Kondisi ini menyebabkan dinamika pertumbuhan penduduk di Kota Surakarta menjadi semakin kompleks dan penting untuk dianalisis secara lebih mendalam. Selain itu, Kota Surakarta dipilih sebagai lokasi penelitian karena ketersediaan data kependudukan yang memadai serta relevansinya sebagai kota berkembang dengan pertumbuhan penduduk yang cukup signifikan.

Estimasi jumlah penduduk dapat dilakukan dengan berbagai metode, salah satunya adalah pendekatan numerik melalui interpolasi [4]. Metode interpolasi polinomial Newton dengan selisih terbagi merupakan teknik yang digunakan untuk membentuk fungsi polinomial berdasarkan data diskrit yang tersedia [5]. Keunggulan metode ini terletak pada fleksibilitasnya dalam menangani data yang tidak berjarak sama, kemudahan dalam penambahan titik data baru, serta efisiensi dalam proses perhitungan dibandingkan metode numerik lainnya [6].

Selain metode interpolasi, pendekatan statistik seperti regresi linear juga banyak digunakan dalam pemodelan pertumbuhan penduduk. Regresi linear berfungsi untuk menggambarkan hubungan antara variabel waktu dan jumlah penduduk dalam bentuk persamaan matematis yang sederhana. Metode ini mampu memberikan gambaran tren umum pertumbuhan data serta memiliki kemampuan generalisasi yang lebih baik untuk prediksi jangka panjang dibandingkan metode interpolasi yang cenderung mengikuti seluruh titik data [7]. Oleh karena itu, regresi linear dapat digunakan sebagai metode pembanding untuk mengevaluasi hasil estimasi yang diperoleh dari interpolasi Newton.

Berbagai penelitian sebelumnya telah menggunakan metode interpolasi untuk keperluan estimasi dan prediksi dalam berbagai bidang [8]. Namun demikian, sebagian besar penelitian terkait prediksi pertumbuhan penduduk masih berfokus pada metode regresi dan deret waktu yang memerlukan asumsi tertentu terhadap pola data [9]. Sementara itu, penerapan metode interpolasi polinomial Newton dengan selisih terbagi pada estimasi jumlah penduduk di tingkat kota, khususnya Kota Surakarta, masih jarang dilakukan sehingga potensi metode ini belum dimanfaatkan secara optimal [10].

Berdasarkan kondisi tersebut, terdapat kesenjangan penelitian (*research gap*) berupa terbatasnya kajian yang mengaplikasikan metode interpolasi polinomial Newton dengan selisih terbagi dalam mengestimasi pertumbuhan jumlah penduduk di Kota Surakarta periode 2021 – 2025. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa metode interpolasi lebih banyak digunakan pada bidang Teknik dan komutasi dibandingkan pada analisis kependudukan [11]. Selain itu, penelitian terkait prediksi pertumbuhan penduduk masih di dominasi oleh metode regresi dan deret waktu yang memerlukan asumsi terhadap pola data [12]. Oleh karena itu, penelitian ini menghadirkan kebaruan berupa penerapan metode interpolasi Newton dengan selisih terbagi yang diimplementasikan menggunakan bantuan Python sebagai alat komputasi, serta dikombinasikan dengan model regresi linear sebagai pembanding untuk meningkatkan keandalan hasil estimasi [13], [14].

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk menerapkan metode interpolasi polinomial Newton dengan selisih terbagi dalam mengestimasi pertumbuhan jumlah penduduk di Kota Surakarta tahun 2021 -2025. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisis

tingkat keakuratan metode tersebut serta membandingkannya dengan model regresi linear dalam memprediksi pertumbuhan penduduk. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai metode prediksi yang paling sesuai, serta menjadi referensi ilmiah bagi perencanaan pembangunan daerah yang berbasis data [15], [16]. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan metode numerik serta menjadi referensi ilmiah bagi perencanaan pembangunan daerah yang berbasis data.

## 2. Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain deskriptif analitik. Tujuannya adalah untuk memperkirakan pertumbuhan jumlah penduduk dan membuat model matematika menggunakan metode interpolasi polinomial Newton dengan selisih terbagi. Menurut [17], metode kuantitatif digunakan untuk meneliti data angka dengan tujuan menguji hipotesis. Selain itu, [18] menyatakan bahwa desain deskriptif analitik tidak hanya menggambarkan data, tapi juga menganalisis dan menarik kesimpulan dari data tersebut. Oleh sebab itu, desain ini dipakai untuk membuat fungsi interpolasi yang bisa digunakan untuk memperkirakan data berdasarkan data yang sudah ada.

Objek penelitian ini adalah jumlah penduduk di Kota Surakarta dengan data tahunan periode 2021 – 2025 yang diperoleh dari publikasi resmi Badan Pusat Statistik [1] melalui situs <https://surakartakota.bps.go.id/id>. Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa data deret waktu (*time series*) yang menggambarkan perkembangan jumlah penduduk setiap tahun. Data yang digunakan dipilih berdasarkan kelengkapan dan relevansinya terhadap tujuan penelitian, serta mencerminkan kondisi pertumbuhan penduduk terkini. Data dari BPS dipilih karena telah melalui proses verifikasi sehingga memiliki tingkat validitas dan reliabilitas yang tinggi, serta konsistensi antar tahun yang memungkinkan analisis dilakukan secara akurat.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui teknik dokumentasi dengan mengakses laporan resmi Badan Pusat Statistik (BPS). Teknik dokumentasi merupakan metode pengumpulan data dengan cara mencatat dokumen yang relevan dengan penelitian. Menurut [17], teknik dokumentasi digunakan untuk memperoleh data yang sudah tersedia dalam bentuk publikasi resmi yang dapat dipertanggungjawabkan. Dalam penelitian ini, proses pengumpulan data dilakukan dengan mengunduh data jumlah penduduk Kota Surakarta periode 2021 – 2025 dari situs resmi BPS, kemudian menyusun dan mengelompokkan data tersebut dalam bentuk tabel agar mudah dianalisis. Teknik ini digunakan untuk memperkirakan pertumbuhan jumlah penduduk menggunakan metode interpolasi polinomial Newton dengan selisih terbagi.

Instrumen penelitian menggunakan perangkat komputasi berupa bahasa pemrograman Python yang digunakan untuk mengolah data dan melakukan perhitungan numerik. Implementasi Python dalam penelitian ini meliputi proses input data tahun dan jumlah penduduk, perhitungan tabel selisih terbagi secara otomatis, pembentukan fungsi polinomial Newton, perhitungan model regresi linear, serta perhitungan nilai estimasi pada tahun tertentu. Selain itu, Python juga digunakan untuk memvisualisasikan data dalam bentuk tabel maupun grafik guna mempermudah interpretasi hasil. Penggunaan Python dalam penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi, ketelitian, dan mengurangi potensi kesalahan dalam perhitungan manual, sehingga hasil yang diperoleh lebih akurat dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Teknik analisis data merupakan langkah-langkah yang digunakan untuk mengolah dan memahami data agar dapat dijadikan informasi dan prediksi. Menurut [17], analisis data kuantitatif bertujuan untuk mengubah data angka menjadi informasi yang jelas sehingga dapat digunakan untuk mengambil kesimpulan atau memperkirakan suatu kondisi. Dalam penelitian ini, teknik analisis data digunakan untuk memperkirakan pertumbuhan jumlah penduduk Kota Surakarta menggunakan dua pendekatan, yaitu metode interpolasi polinomial Newton dengan selisih terbagi dan model regresi linear sebagai pembanding. Metode ini dipilih karena bisa membuat model matematika dari data yang sudah ada, sehingga jumlah penduduk di tahun berikutnya bisa diprediksi dengan lebih akurat. Tahap – tahap analisis data dilakukan sebagai berikut:

1. Data jumlah penduduk disusun dalam bentuk pasangan titik  $(x,y)$ , dimana  $x$  menyatakan tahun dan  $y$  menyatakan jumlah penduduk. Data yang digunakan merupakan data periode 2021 – 2025.
2. Selanjutnya dilakukan perhitungan selisih terbagi untuk memperoleh koefisien polinomial newton. Proses ini dilakukan secara interatif menggunakan bantuan program python sehingga perhitungan menjadi lebih efisien dan meminimalkan kesalahan.
3. Berdasarkan nilai selisih terbagi yang diperoleh. Dibentuk fungsi polinomial newton dengan bentuk umum.

$$P(x) = f[x_0] + f[x_0, x_1](x - x_0) + f[x_0, x_1, x_2](x - x_0)(x - x_1) + \dots$$

Fungsi ini merepresentasikan model matematis pertumbuhan jumlah penduduk berdasarkan data yang tersedia.

4. Selain itu, dilakukan pemodelan menggunakan regresi linear sederhana untuk memperoleh hubungan antara variabel tahun dan jumlah penduduk. Model regresi linear dinyatakan dalam bentuk:

$$\hat{y} = a + bx$$

dengan  $a$  sebagai konstanta dan  $b$  sebagai koefisien regresi yang menunjukkan laju pertumbuhan penduduk. Nilai parameter regresi dihitung menggunakan metode kuadrat terkecil (*least squares*) dengan bantuan Python.

5. Model polinomial Newton dan model regresi linear yang telah terbentuk digunakan untuk menghitung estimasi jumlah penduduk pada tahun tertentu dengan memasukkan nilai  $x$  ke dalam masing-masing model. Dalam penelitian ini, estimasi dilakukan untuk tahun yang belum diketahui, seperti tahun 2026 dan 2027.
6. Seluruh proses perhitungan, mulai dari penyusunan data, perhitungan selisih terbagi, pembentukan polinomial Newton, hingga pembentukan model regresi linear dan estimasi nilai dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Python. Selain itu, Python juga digunakan untuk menampilkan hasil dalam bentuk tabel dan grafik.
7. Untuk mengukur tingkat akurasi model, digunakan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* dan *Root Mean Square Error (RMSE)* dengan membandingkan hasil prediksi terhadap data aktual. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa baik model dalam merepresentasikan data yang ada.

Dengan tahapan tersebut, penelitian ini tidak hanya menghasilkan estimasi kuantitatif, tetapi juga menyediakan dua model matematis, yaitu interpolasi Newton dan regresi linear, yang dapat digunakan untuk menggambarkan pola pertumbuhan penduduk secara sistematis serta membandingkan tingkat keakuratan keduanya.

### 3. Hasil dan Analisis

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data jumlah penduduk Kota Surakarta pada periode tahun 2021 hingga 2025 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS). Data tersebut digunakan sebagai dasar dalam pembentukan model interpolasi menggunakan metode polinomial newton dengan selisih terbagi. Pemilihan rentang waktu selama lima tahun (2021–2025) didasarkan pada ketersediaan data terbaru yang lengkap dan konsisten. Selain itu, rentang waktu tersebut dinilai cukup representatif untuk menggambarkan tren pertumbuhan penduduk dalam jangka pendek, serta dapat meminimalkan pengaruh fluktuasi ekstrem yang berpotensi terjadi pada periode yang lebih panjang [7]. Berikut data jumlah penduduk kota surakarta yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1 :

**Tabel 1.** Jumlah Penduduk Kota Surakarta 2021-2025

Tahun	Jumlah Penduduk
2021	522.728
2022	523.088
2023	526.870
2024	528.044
2025	529.079

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa jumlah penduduk Kota Surakarta dari tahun 2021 hingga 2025 mengalami peningkatan yang stabil setiap tahun, yaitu dari 522.728 pada tahun 2021 menjadi 529.079 pada tahun 2025. Rata-rata pertumbuhannya tahunan sekitar 1.000–2.000 orang, sehingga dapat dikatakan bahwa tren pertumbuhannya bersifat kontinu dan cenderung meningkat tanpa fluktuasi besar.

Pola ini menunjukkan bahwa jumlah penduduk secara umum meningkat setiap tahun, sehingga data ini dapat digunakan sebagai dasar untuk membuat model prediksi menggunakan metode interpolasi polinomial Newton dengan selisih terbagi. Selain itu, karena data diperoleh dari BPS, sehingga memiliki tingkat validitas dan reliabilitas yang tinggi, serta dapat digunakan untuk analisis deret waktu dan prediksi jumlah penduduk di masa mendatang [1].

Dalam penelitian ini, digunakan metode interpolasi polinomial Newton dengan selisih terbagi untuk membuat model matematis. Metode ini dipilih karena mampu membentuk polinomial interpolasi dari sekumpulan data yang diketahui, serta fleksibel dalam menambahkan titik data baru tanpa harus membangun ulang seluruh polinomial dari awal. Metode interpolasi polinomial Newton bekerja dengan menghitung selisih terbagi dari data yang tersedia, kemudian membentuk fungsi polinomial untuk memperkirakan jumlah penduduk pada tahun yang belum memiliki data pengamatan [10].

Prosedur seperti dijelaskan terdahulu dapat digunakan untuk membentuk polinomial orde  $n$  dari  $n + 1$  titik data. Bentuk umum polinomial orde  $n$  adalah:

$$f_n(x) = b_0 + b_1(x - x_0) + \dots + b_n(x - x_0)(x - x_1) \dots (x - x_{n-1}) \dots \dots \dots (3.3)$$

Seperti yang dilakukan dengan interpolasi linier dan kuadrat, titik-titik data dapat digunakan untuk mengevaluasi koefisien  $b_0, b_1, \dots, b_n$ . Untuk polinomial orde  $n$ , diperlukan  $n + 1$  titik data  $x_0, x_1, x_2, \dots, x_n$ . Dengan menggunakan titik-titik data tersebut, persamaan berikut digunakan untuk mengevaluasi koefisien  $b_0, b_1, \dots, b_n$ :

$$b_0 = f(x_0) \dots \dots \dots (3.4)$$

$$b_1 = f[x_1, x_0] \dots \dots \dots (3.5)$$

$$b_2 = f[x_2, x_1, x_0] \dots \dots \dots (3.6)$$

.

.

$$b_n = f[x_n, x_{n-1}, \dots, x_1, x_0] \dots \dots \dots (3.7)$$

dengan definisi fungsi berkurung ( $[ \dots ]$ ) adalah pembagian beda hingga, misalnya pembagian beda hingga pertama adalah:

$$f[x_i, x_j] = \frac{f(x_i) - f(x_j)}{x_i - x_j} \dots \dots \dots (3.8)$$

Pembagian beda hingga kedua adalah:

$$f[x_i, x_j, x_k] = \frac{f(x_i, x_j) - f(x_j, x_k)}{x_i - x_k} \dots \dots \dots (3.9)$$

Pembagian beda hingga ke  $n$  adalah:

$$f[x_n, x_{n-1}, \dots, x_1, x_0] = \frac{f(x_n, x_{n-1}, \dots, x_1) - f(x_{n-1}, x_{n-2}, \dots, x_0)}{x_n - x_0} \dots \dots \dots (3.9)$$

Bentuk pembagian beda hingga ke n tersebut dapat digunakan untuk mengevaluasi koefisien-koefisien dalam persamaan (3.4) sampai (3.7), yang kemudian disubstitusikan ke persamaan (3.3) untuk mendapatkan interpolasi polinomial orde n.

$$f_n(x) = f[x_0] + f[x_1, x_0](x - x_0) + f[x_2, x_1, x_0](x - x_0)(x - x_1) + \dots + f[x_n, x_{n-1}, \dots, x_1, x_0](x - x_0)(x - x_1) \dots (x - x_{n-1}) \dots \dots \dots (3.10)$$

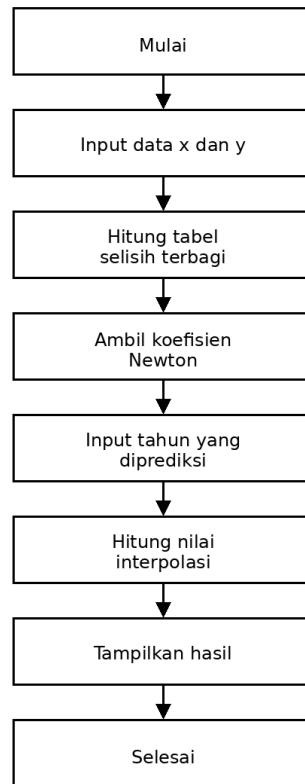
Berdasarkan bentuk umum interpolasi diatas, dapat digunakan untuk menghitung estimasi jumlah pertumbuhan penduduk dan seluruh perhitungan interpolasi, mulai dari penyusunan data, pembuatan tabel selisih terbagi, pembentukan polinomial Newton, hingga estimasi jumlah penduduk, serta penerapan metode polinomial Newton dengan selisih terbagi dalam penelitian ini dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Python. Penggunaan Python memungkinkan perhitungan iteratif dilakukan secara cepat dan sistematis, terutama dalam menghitung nilai polinomial pada titik-titik yang diinginkan. Selain itu, pemanfaatan Python juga membantu meminimalkan kesalahan perhitungan manual, sehingga estimasi jumlah penduduk yang diperoleh lebih akurat dan efisien.

Untuk mempermudah proses perhitungan serta meningkatkan ketelitian dalam penerapan metode interpolasi polinomial Newton, digunakan bantuan bahasa pemrograman Python sebagai alat komputasi. Sebelum menampilkan hasil output, terlebih dahulu dilakukan penyusunan kode program Python untuk mengolah data jumlah penduduk menggunakan metode interpolasi polinomial Newton dengan selisih terbagi. Proses ini dilakukan secara sistematis agar perhitungan dapat berjalan dengan akurat dan efisien. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam program tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Mengimpor *library* yang diperlukan  
 Pada tahap awal, program mengimpor *library* yang mendukung perhitungan numerik, seperti *NumPy*, yang digunakan untuk mempermudah pengolahan data dalam bentuk array serta operasi matematika.
- b. Mendefinisikan data variabel independen (x)  
 Data tahun dimasukkan ke dalam variabel x dalam bentuk array, misalnya tahun 2021 hingga 2025. Variabel ini berfungsi sebagai variabel bebas dalam pemodelan.
- c. Mendefinisikan data variabel dependen (y)  
 Data jumlah penduduk dimasukkan ke dalam variabel y yang berpasangan dengan variabel x. Nilai y ini merepresentasikan nilai fungsi dari setiap titik data yang digunakan dalam proses interpolasi.
- d. Menyusun tabel selisih terbagi (*divided differences*)  
 Program kemudian menghitung selisih terbagi secara bertahap untuk setiap pasangan titik data. Proses ini dilakukan secara iteratif untuk memperoleh koefisien-koefisien polinomial Newton yang akan digunakan dalam pembentukan model.
- e. Membentuk fungsi polinomial Newton  
 Berdasarkan koefisien yang diperoleh dari tabel selisih terbagi, program menyusun fungsi polinomial Newton dalam bentuk bertingkat. Fungsi ini merupakan model matematis yang digunakan untuk merepresentasikan hubungan antara tahun dan jumlah penduduk.
- f. Melakukan perhitungan estimasi  
 Nilai estimasi jumlah penduduk dihitung dengan memasukkan nilai tahun yang ingin diprediksi (misalnya tahun 2026 dan 2027) ke dalam fungsi polinomial Newton yang telah terbentuk.
- g. Menampilkan hasil output  
 Program kemudian menampilkan hasil perhitungan berupa nilai estimasi jumlah penduduk serta informasi tambahan lainnya, seperti koefisien polinomial atau tabel selisih terbagi, sehingga memudahkan dalam interpretasi hasil.

Dengan tahapan tersebut, proses perhitungan tidak hanya menjadi lebih sistematis, tetapi juga mampu meminimalkan kesalahan yang mungkin terjadi pada perhitungan manual serta meningkatkan efisiensi dalam analisis data. Adapun flowchart untuk menunjukkan alur proses

interpolasi Newton yang digunakan untuk memperkirakan jumlah penduduk pada Gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 1. Gambar Flowchart pemograman Python

Berdasarkan Flowchart pemograman Python tersebut, Python akan menampilkan data input yang digunakan berupa jumlah penduduk pada beberapa tahun sebelumnya (misalnya dari tahun 2021 hingga 2025) yang kemudian diolah menggunakan metode interpolasi polinomial Newton. Nilai tahun dijadikan sebagai variabel ( $x$ ), sedangkan jumlah penduduk sebagai nilai fungsi ( $f(x)$ ).

Dari data input ini dibentuk tabel selisih terbagi untuk mendapatkan koefisien polinomial, yaitu  $a_0 = 522.728$ ,  $a_1 = 360$ ,  $a_2 = 1711$ ,  $a_3 = -1005$ , dan  $a_4 = 354.125$ . Selanjutnya, koefisien tersebut digunakan untuk menyusun persamaan polinomial Newton yang mampu merepresentasikan pola pertumbuhan data. Dengan memasukkan nilai tahun yang ingin diprediksi ke dalam polinomial tersebut, diperoleh estimasi jumlah penduduk tahun 2026 sebesar 540.943 jiwa dan tahun 2027 sebesar 583.103 jiwa, sehingga menunjukkan bahwa data input berperan penting dalam menentukan akurasi hasil estimasi. Berikut grafik pertumbuhan jumlah penduduk kota Surakarta:



Gambar 2. Grafik Pertumbuhan Jumlah Penduduk Kota Surakarta

Berdasarkan grafik pada Gambar 2, jumlah penduduk Kota Surakarta menunjukkan tren peningkatan selama periode 2021–2025. Nilai penduduk bertambah dari sekitar 522.728 jiwa pada tahun 2021 menjadi sekitar 529.079 jiwa pada tahun 2025. Kenaikan ini terjadi secara bertahap setiap tahun dengan selisih yang relatif kecil, sehingga menggambarkan pola pertumbuhan yang cenderung stabil.

Grafik tersebut memperlihatkan tren naik yang konsisten, yang mengindikasikan bahwa perubahan jumlah penduduk selama periode pengamatan relatif mendekati pola linear. Kondisi tersebut menjadi dasar pertimbangan penggunaan regresi linear untuk menangkap kecenderungan pertumbuhan jangka panjang. Sementara itu, interpolasi polinomial Newton digunakan untuk merepresentasikan variasi data secara lebih rinci antar-titik pengamatan. Selanjutnya, hasil estimasi pada tahun 2026 menunjukkan peningkatan jumlah penduduk yang lebih besar dibanding kenaikan pada tahun-tahun sebelumnya, sejalan dengan perhitungan menggunakan model interpolasi.

Selain menggunakan metode interpolasi polinomial Newton dengan selisih terbagi, dalam penelitian ini juga dilakukan pemodelan menggunakan regresi linear sebagai metode pembandingan. Regresi linear digunakan untuk melihat kecenderungan umum pertumbuhan jumlah penduduk berdasarkan hubungan antara variabel waktu dan jumlah penduduk, sehingga dapat memberikan gambaran tren jangka panjang yang lebih stabil.

Model regresi linear yang digunakan berbentuk:

$$\hat{y} = a + bx$$

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode kuadrat terkecil (*least squares*) dengan bantuan Python, diperoleh persamaan regresi linear sebagai berikut:

$$\hat{y} = 520664,4 + 1765,8x$$

Model ini menunjukkan bahwa setiap kenaikan satu tahun akan diikuti dengan peningkatan jumlah penduduk sekitar 1.766 jiwa. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan penduduk Kota Surakarta cenderung stabil dan mengikuti pola linear.

Selanjutnya, model regresi linear digunakan untuk melakukan prediksi jumlah penduduk pada tahun yang belum diketahui. Dengan memasukkan nilai  $x = 6$  (tahun 2026) dan  $x = 7$  (tahun 2027), diperoleh hasil estimasi sebagai berikut:

- Tahun 2026 = 531.259 jiwa
- Tahun 2027 = 533.025 jiwa

Perhitungan *Root Mean Square Error (RMSE)* dilakukan untuk mengukur tingkat kesalahan model dalam memprediksi data aktual. RMSE dihitung menggunakan bantuan bahasa pemrograman Python dengan memanfaatkan pustaka NumPy. Nilai RMSE diperoleh dari akar rata-rata kuadrat selisih antara nilai aktual dan nilai prediksi.

Selain RMSE, dalam penelitian ini juga digunakan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* untuk mengukur tingkat akurasi model dalam bentuk persentase. MAPE dihitung dari rata-rata nilai absolut persentase kesalahan antara data aktual dan hasil prediksi. Penggunaan MAPE

bertujuan untuk memberikan interpretasi yang lebih mudah terkait tingkat keakuratan model, karena dinyatakan dalam bentuk persentase. Berikut kode program Python perhitungan *Root Mean Square Error (RMSE)* dan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*:

```
Installing collected packages: threadpoolctl, scipy, joblib, scikit-learn
Successfully installed joblib-1.5.3 scikit-learn-1.8.0 scipy-1.17.1 threadpoolctl-3.6.0
PS C:\Users\ASUS\Documents\semester 5\studio visual> ^C
PS C:\Users\ASUS\Documents\semester 5\studio visual>
PS C:\Users\ASUS\Documents\semester 5\studio visual> c:; cd 'c:\Users\ASUS\Documents\semester 5\studio visual'; & 'C:\Users\ASUS\AppData\Local\Programs\Python\Python311\python.exe' 'c:\Users\ASUS\.vscode\extensions\ms-python.debugpy-2025.18.0-win32-x64\bundled\libs\debugpy\launcher' '61981' '--' 'c:\Users\ASUS\Documents\semester 5\studio visual\REME.py'
=== HASIL PERBANDINGAN ===

Metode Newton:
RMSE : 0.0
MAPE : 0.0 %

Regresi Linear:
RMSE : 694.6959622742403
MAPE : 0.115881984619865 %
PS C:\Users\ASUS\Documents\semester 5\studio visual> █
```

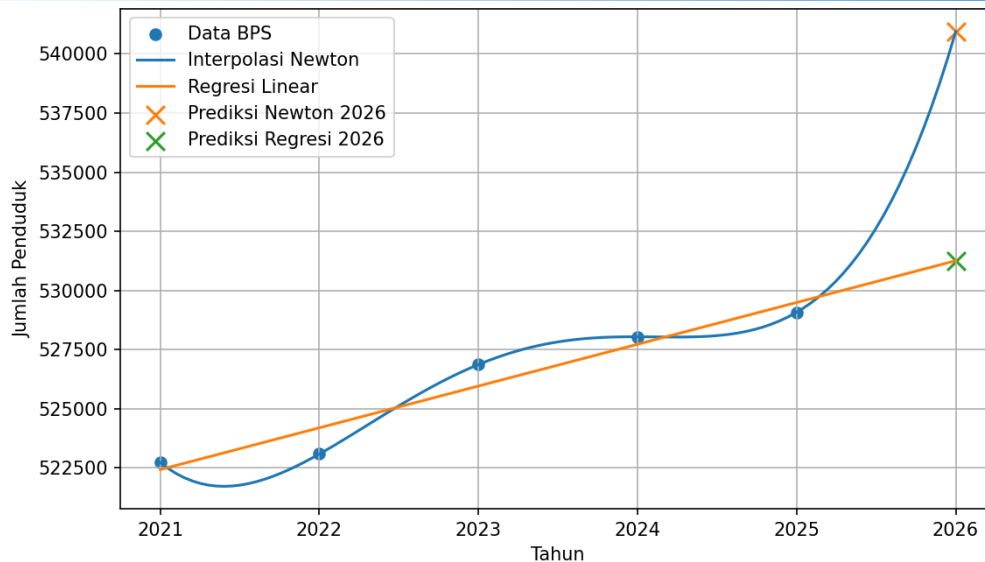
Gambar 3. *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* dan *Root Mean Square Error (RMSE)* Pada Metode Newton dan Regresi Linear

Berdasarkan gambar 3, hasil perhitungan evaluasi model ditunjukkan melalui nilai *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* dan *Root Mean Square Error (RMSE)* menggunakan Python untuk dua pendekatan, yaitu interpolasi polinomial Newton dan regresi linear. Berdasarkan output tersebut, metode interpolasi Newton menghasilkan nilai MAPE = 0% dan RMSE = 0. Nilai ini menunjukkan bahwa model interpolasi Newton mampu memodelkan data pengamatan secara tepat, karena polinomial yang dibentuk menggunakan seluruh titik data yang tersedia sehingga error terhadap data asli tidak muncul.

Namun demikian, nilai error yang sangat kecil ini tidak selalu menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan prediksi yang baik, terutama untuk data di luar rentang pengamatan. Hal ini dikarenakan interpolasi polinomial cenderung mengalami overfitting dan dapat menghasilkan estimasi yang tidak stabil pada titik ekstrapolasi. Oleh karena itu, meskipun metode interpolasi Newton efektif dalam merepresentasikan data historis, penggunaannya dalam prediksi jangka panjang perlu dikombinasikan dengan analisis tambahan atau metode lain agar hasil yang diperoleh lebih reliabel.

Sebaliknya, metode regresi linear menghasilkan MAPE = 0,116% dan RMSE = 694,5. Nilai ini menunjukkan bahwa regresi linear masih memiliki tingkat akurasi yang sangat tinggi, meskipun tidak menghasilkan kesesuaian sempurna terhadap seluruh titik data seperti pada interpolasi Newton. Meskipun demikian, regresi linear tetap lebih sesuai digunakan untuk melihat kecenderungan jangka panjang, karena menghasilkan prediksi yang lebih stabil ketika digunakan untuk data di luar titik pengamatan (ekstrapolasi terbatas).

Jika dibandingkan dengan metode lain seperti regresi linear, metode interpolasi Newton memiliki karakteristik yang berbeda. Interpolasi Newton unggul dalam merepresentasikan data diskrit secara tepat karena membentuk fungsi yang melalui seluruh titik data. Hal ini menjadikan metode ini sangat akurat untuk analisis dalam rentang data yang tersedia. Berikut grafik perbandingan metode newton dan regresi linear jumlah penduduk kota Surakarta dari data BPS:



Gambar 4. Grafik Perbandingan Metode Interpolasi Newton dan Regresi Linear terhadap Data BPS

Berdasarkan gambar 4, diperoleh bahwa Perbandingan antara data aktual, hasil interpolasi Newton, dan regresi linear dapat dilihat pada grafik yang telah disajikan. Berdasarkan grafik tersebut, terlihat bahwa data aktual (BPS) menunjukkan pola kenaikan yang relatif stabil setiap tahun. Garis regresi linear mengikuti pola tersebut dalam bentuk garis lurus yang meningkat secara konsisten. Sementara itu, kurva interpolasi Newton mengikuti seluruh titik data, namun menunjukkan kenaikan yang lebih tajam pada titik prediksi. Hal ini terlihat jelas pada tahun 2026, di mana hasil interpolasi Newton berada lebih tinggi dibandingkan hasil regresi linear.

Dengan demikian, grafik tersebut memperkuat bahwa metode interpolasi Newton lebih akurat dalam merepresentasikan data historis dan lebih tepat digunakan untuk estimasi dalam rentang data yang terbatas, sedangkan regresi linear lebih mampu memberikan prediksi yang jangka panjang karena memiliki kemampuan generalisasi yang lebih baik, stabil dan realistis. Oleh karena itu, penggunaan kedua metode secara bersamaan dapat memberikan hasil yang lebih komprehensif dalam analisis pertumbuhan jumlah penduduk.

#### 4. Simpulan

Penelitian yang telah dilakukan bertujuan untuk mengestimasi pertumbuhan jumlah penduduk Kota Surakarta menggunakan metode interpolasi polinomial Newton dengan selisih terbagi serta membandingkannya dengan regresi linear. Berdasarkan hasil dan analisis yang telah dilakukan, diperoleh bahwa metode interpolasi Newton menghasilkan estimasi jumlah penduduk tahun 2026 sebesar 540.943 jiwa dan tahun 2027 sebesar 583.103 jiwa dengan nilai MAPE sebesar 0% dan RMSE sebesar 0. Sementara itu, metode regresi linear menghasilkan estimasi jumlah penduduk tahun 2026 sebesar 531.259 jiwa dan tahun 2027 sebesar 533.025 jiwa dengan nilai MAPE sebesar 0,116% dan RMSE sebesar 694,5. Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode interpolasi Newton mampu merepresentasikan data historis tahun 2021–2025 dengan sangat akurat, sedangkan regresi linear memberikan hasil prediksi yang lebih stabil untuk jangka panjang.

#### Pengakuan dan Penghargaan

Pemberian terimakasih kepada instansi/afiliasi yang telah mendukung proses penelitian baik secara finansial maupun secara administratif.

Penelitian ini didukung oleh Laboratorium Saluran Transmisi dan Gelombang Mikro, Teknik Elektro, Universitas Merdeka Malang dan ucapan terimakasih kepada Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia yang telah memberikan dukungan finansial pada penelitian ini.

## Referensi

- [1] Badan Pusat Statistik Kota Surakarta, *Kota Surakarta dalam Angka 2023*. Surakarta: BPS, 2023.
- [2] J. E. Cohen, "Human population: The next half century," *Science (1979)*, vol. 302, no. 5648, pp. 1172–1175, 2003.
- [3] R. Lee, "The outlook for population growth," *Science (1979)*, vol. 333, no. 6042, pp. 569–573, 2011, doi: 10.1126/science.1208859.
- [4] S. C. Chapra and R. P. Canale, *Numerical Methods for Engineers*, 7th ed. New York: McGraw-Hill, 2015.
- [5] R. L. Burden and J. D. Faires, *Numerical Analysis*, 10th ed. Boston: Cengage Learning, 2016.
- [6] C. De Boor, "Divided differences," *Surveys in Approximation Theory*, vol. 1, pp. 46–69, 2005.
- [7] S. Abbasbandy and C. Bervillier, "Newton interpolation method revisited," *Appl. Math. Comput.*, vol. 218, no. 3, pp. 1066–1075, 2011.
- [8] Q. Li and J. S. Racine, *Nonparametric Econometrics: Theory and Practice*. Princeton: Princeton University Press, 2007.
- [9] J. M. Carnicer, Y. Khair, and J. M. Peña, "Inverse central ordering for the Newton interpolation formula," *Numer. Algorithms*, 2022.
- [10] R. H. Shumway and D. S. Stoffer, *Time Series Analysis and Its Applications*. Springer, 2021. doi: 10.1007/978-3-030-57163-2.
- [11] S. Naveen and V. Parthiban, "Application of Newton's polynomial interpolation scheme for variable order fractional derivative," *Sci. Rep.*, vol. 14, 2024, doi: 10.1038/s41598-024-66494-z.
- [12] P. Virtanen and others, "SciPy 1.0: Fundamental algorithms for scientific computing in Python," *Nat. Methods*, vol. 17, pp. 261–272, 2020.
- [13] R. O. Hutapea, M. R. T. Sinaga, M. S. I. Lubis, and M. F. Aqil, "Prediction of increase in house prices using Newton's divided difference method," *Holistic Science*, vol. 4, no. 3, pp. 412–416, 2024, doi: 10.56495/hs.v4i3.771.
- [14] C.-S. Liu, E. R. El-Zahar, and C.-W. Chang, "A two-dimensional variant of Newton's method and Hermite interpolation," *Mathematics*, vol. 11, no. 21, p. 4529, 2023, doi: 10.3390/math11214529.
- [15] Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta, 2019.
- [16] S. Arikunto, *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*, Revisi. Jakarta: Rineka Cipta, 2018.



Desintha Yura Saraswati, lahir di Boyolali, 25 Desember 2004. Saat ini sedang menempuh pendidikan S1 Program Studi Tadris Matematika di UIN Raden Mas Said Surakarta Angkatan 2023. Minat penelitiannya meliputi Aplikasi Sains dan Komputer serta Matematika Terapan. Penulis juga memiliki pengalaman dalam publikasi artikel ilmiah di bidang pendidikan Islam.



Astutik Apriliyana, lahir di Kota Karanganyar, 09 April 2005. Sedang menempuh Pendidikan S1 Tadris Matematika di UIN Raden Mas Said Surakarta Angkatan 2023. Minat penelitiannya adalah Aplikasi Sains dan Komputer dan Matematika Terapan

Alamat Email: [astutikapriliyana53@gmail.com](mailto:astutikapriliyana53@gmail.com)



Dhina Laras Ati, lahir di Kota Sragen, 30 Juli 2005. Sedang menempuh Pendidikan S1 Tadris Matematika di UIN Raden Mas Said Surakarta Angkatan 2023. Minat penelitiannya adalah Aplikasi Sains dan Komputer dan Matematika Terapan

Alamat Email: [dhinalarasati30@gmail.com](mailto:dhinalarasati30@gmail.com)



Ari Wibowo, S.Si., M.Pd., M.Si., lahir di Wonogiri pada 12 Januari 1980, merupakan dosen Program Studi Tadris Matematika Fakultas Ilmu Tarbiyah di UIN Raden Mas Said Surakarta dengan jabatan fungsional Lektor dan pangkat Penata Tingkat I (III/d). Beliau menyelesaikan pendidikan S1 Matematika dan S2 Pendidikan Matematika di Universitas Sebelas Maret, serta S2 Statistika Terapan di Institut Pertanian Bogor. Bidang keahlian yang ditekuni meliputi Statistika Terapan, Matematika Terapan, serta pengembangan media pembelajaran berbasis digital. Dalam lima tahun terakhir, beliau aktif melakukan penelitian, publikasi artikel ilmiah terakreditasi SINTA, penulisan buku, perolehan sertifikat HAKI, serta kegiatan pengabdian kepada masyarakat terutama dalam bidang pembelajaran matematika, media ICT, HOTS, dan pelatihan penulisan karya ilmiah.

Alamat Email: [ari.wibowo@staff.uinsaid.ac.id](mailto:ari.wibowo@staff.uinsaid.ac.id)