Prediksi Pertumbuhan Jumlah Penduduk Indonesia Menggunakan Interpolasi Polinomial Lagrange

Michael Dolly Sianturi[1], Mery Christyn Lubis[2], Gizka Triyunita Sinaga[3], Jogi Nicholas Manihuruk[4]
[1,2,3,4]Universitas Negeri Medan
E-mail: michael.4233260010@mhs.unimed.ac.id [1], merchristine27@gmail.com [2], gizkatriyunita@gmail.com [3], jogimanihuruk02@gmail.com [4]

Article History:
Received: 10 Desember 2024
Revised: 14 Januari 2025
Accepted: 20 Januari 2025

Keywords: *interpolasi polinomial lagrange, prediksi, pertumbuhan penduduk*

Abstract: *Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi jumlah penduduk Indonesia pada periode 2016-2024 dengan menggunakan metode Interpolasi Polinomial Lagrange. Data populasi diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) yang kemudian dianalisis menggunakan perangkat lunak MATLAB. Hasil simulasi menunjukkan pola pertumbuhan yang stabil dengan rata-rata peningkatan jumlah penduduk sebesar 0.54% setiap enam bulannya. Metode intepolasi ini memungkinkan estimasi jumlah penduduk pada interval antar tahun yang tidak tersedia dalam data asli, sehingga memberikan wawasan komprehensif terkait tren demografis di Indonesia. Penelitian ini menunjukkan bahwa interpolasi polinomial Lagrange merupakan alat yang andal untuk prediksi populasi berdasarkan data historis, yang dapat menjadi dasar untuk pengambilan kebijakan strategis dalam pengelolaan sumber daya dan perencanaan infrastruktur.*

PENDAHULUAN

Pertumbuhan jumlah penduduk di Indonesia merupakan salah satu isu strategis yang memiliki dampak signifikan terhadap berbagai aspek kehidupan, termasuk ekonomi, sosial, lingkungan, dan tata ruang (Chalid 2020). Sebagai negara dengan populasi terbesar keempat di dunia, Indonesia menghadapi tantangan besar dalam memastikan bahwa kebutuhan penduduk dapat terpenuhi secara berkelanjutan. Untuk itu, perencanaan yang matang dan berbasis data menjadi kunci dalam pengelolaan pembangunan. Salah satu elemen penting dalam perencanaan tersebut adalah prediksi jumlah penduduk, yang memungkinkan pemangku kebijakan untuk mempersiapkan langkah-langkah antisipatif terhadap dinamika populasi (Manihuruk and Suharianto 2024).

Metode prediksi jumlah penduduk telah berkembang seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan, salah satunya melalui pendekatan matematis. Salah satu metode yang sering digunakan adalah interpolasi polinomial Lagrange, sebuah teknik matematis yang mampu memodelkan data populasi berdasarkan nilai-nilai data historis. Metode ini dikenal efektif dalam memproyeksikan pertumbuhan populasi pada periode tertentu dengan tingkat keakuratan yang tinggi, terutama ketika data yang tersedia terbatas atau tidak berurutan secara kontinu.

Berbagai penelitian sebelumnya telah membuktikan keunggulan metode interpolasi

polinomial Lagrange dalam memprediksi pertumbuhan jumlah penduduk. Penelitian di Provinsi Nusa Tenggara Timur menunjukkan bahwa metode ini mampu memproyeksikan pertumbuhan penduduk secara akurat berdasarkan data sensus dari beberapa dekade terakhir. Hasil penelitian ini mengindikasikan peningkatan jumlah penduduk dengan rata-rata pertumbuhan tahunan sebesar 2,107%, sekaligus menekankan perlunya intervensi kebijakan untuk mengendalikan pertumbuhan populasi (Hurit and Nanga 2022). Penelitian serupa di Kota Probolinggo juga menunjukkan hasil yang signifikan, di mana interpolasi Lagrange berhasil meramalkan tingkat pertumbuhan penduduk dengan rata-rata kenaikan sebesar 1,2333% per tahun, berdasarkan data sensus dalam rentang waktu tertentu (Rodliyah 2015). Studi lainnya di Provinsi Riau menegaskan bahwa metode ini tidak hanya efisien tetapi juga fleksibel dalam memanfaatkan data sensus untuk memberikan proyeksi jangka panjang (Fahmi and Karpen 2018).

Metode interpolasi Lagrange menawarkan beberapa keunggulan, di antaranya adalah kemampuannya untuk memanfaatkan data yang tidak berurutan dan menghasilkan model matematis yang sederhana namun kuat (Mansyur 2024). Hal ini sangat relevan dalam konteks Indonesia, di mana data sensus penduduk seringkali tersedia dalam interval tertentu dan tidak selalu lengkap. Dengan menggunakan metode ini, analisis tren populasi dapat dilakukan secara lebih akurat, sehingga mendukung pengambilan keputusan yang berbasis bukti.

Dalam kajian ini, data historis populasi akan digunakan untuk membangun model prediksi yang diharapkan mampu memberikan proyeksi yang akurat. Hasil penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada pengembangan pendekatan baru dalam analisis data populasi, serta menjadi acuan bagi pengambil kebijakan dalam merancang program pembangunan yang berorientasi pada keberlanjutan. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya relevan secara akademis tetapi juga memiliki implikasi praktis yang luas dalam konteks pembangunan nasional.

LANDASAN TEORI

Metode Interpolasi Polinomial Lagrange merupakan salah satu teknik analisis numerik yang digunakan untuk memperkirakan nilai fungsi pada titik tertentu berdasarkan sekumpulan data diskret. Metode ini membangun polinomial yang melalui semuatitik yang diberikan, sehiingga hasil prediksi bersifat akurat untuk data yang terdistribusi secara kontinu dan halus (F. Pangruruk and P. Barus 2022). Metode ini sangat berguna dalam konteks demografi, di mana prediksi jumlah peduduk pada interval waktu yang tidak tercakupdalam data di observasi menjadi kebutuhan penting untuk mendukung perencanaan strategis.

Interpolasi polynomial Lagrange menggunakan formula berikut untuk menghitung nilai polilonomial $P_{(x)}$ pada suatu titik x :

$$P_{(x)} = \sum_{i=0}^{n} y_i L_i(x) \; (1)$$

dengan

$$L_i(x) = \prod_{\substack{j=0 \\ j \neq 0}}^{n} \frac{x - x_j}{x_i - x_j} \; (2)$$

di mana x_i dan y_i adalah titik data yang dikeatuhui, $L_i(x)$ merupakan fungsi basis Lagrange yang memastikan polynomial melewati semua titik data yang diberikan. Formula ini penting karena memungkinkan nilai pada titik tertentu dihitung berdasarkan data yang ada, tanpa memerlukan pendekatan iteratif.

Prinsip utama interpolasi Lagrange adalah konstruksi polynomial menggunakan basis

Lagrange, yang memastikan bahwa nilai polinomial pada titik data yang diketahui sesuai dengan nilai aslinya. Metode ini telah diaplikasikan secara luas dalam berbagai bidang, seperti prediksi jumlah kasus kesehatan (Ulan Rahmawati et al. 2023) dan estimasi tren pendidikan (Syamsudin and Ma n.d.). Dalam konteks prediksi demografi, interpolasi Lagrange menawarkan Solusi efisien untuk memodelkan pola pertumbuhan penduduk berdasarkan data historis.

Selain itu, penggunaan pernagkat lunak seperti MATLAB dalam implementasi metode ini semakin mempermudah perhitungan kompleks, serta analisis grafik. MATLAB juga memungkinkan validasi hasil dengan membandingkan polynomial interpolasi terhadap data aktual, seperti yang diterapkan pada penelitian terkait estimasi angka partisipasi sekolah di Provinsi Banten (Nurhanifa and Pujiastuti 2020). Dengan kombinasi metode numerik dan perangkat lunak canggih, interpolasi Langrange dapat memberikan proyeksi yang andal untuk data dikret seperti jumlah penduduk.

Metode interpolasi juga relevan untuk mendukung kebijakan public di Indonesia, mengingat pentingnya data jumlah penduduk dalam perencanaan infastruktur, kesehatan, dan pendidikan. Penelitian sebelumnya menunjukkan metode ini dapat diadaptasi untuk berbagai jenis data numerik, termasuk yang bersifat nonlinier, dengan tetap mempertahakan akurasi prediksi (Muhammad Julian, Lukita Ambarwati, and Yudi Mahatma 2022).

Dengan demikian, interpolasi Lagrange menjadi alat analisis penting dalam pengembangan studi prediktif, khususnya dalam konteks perencanaan demografis. Studi ini mengintegrasikan metode matematis, pengumpulan data dari BPS, dan simulasi numerik untuk memberikan pemahaman yang komprehensif tentang dinamika populasi Indonesia.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan fokus pada analisis numerik, khususnya metode prediktif untuk memahami dinamika pertumbuhan jumlah penduduk (Sugiyono 2018). Pendekatan ini diwujudkan melalui penerapan interpolasi polinomial Lagrange, yang digunakan untuk memprediksi pertumbuhan penduduk Indonesia berdasarkan data resmi dari Badan Pusat Statistik (BPS). Data yang digunakan mencakup periode 2016–2024, dikumpulkan melalui studi dokumentasi dari publikasi resmi. Penelitian ini termasuk dalam tipe proyektif demografis, yang bertujuan untuk memproyeksikan perubahan populasi dengan pendekatan matematis yang sistematis. Analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak MATLAB sebagai alat untuk simulasi dan perhitungan numerik, serta perangkat keras berupa komputer atau laptop dengan spesifikasi standar untuk menjalankan aplikasi tersebut.

Tahapan analisis dimulai dengan pengumpulan dan seleksi data dari BPS untuk memastikan akurasi dan konsistensi informasi. Data yang terkumpul kemudian diolah menggunakan metode interpolasi polinomial Lagrange, yang dirancang untuk menghasilkan polinomial yang melewati seluruh titik data. Simulasi dilakukan dengan MATLAB untuk memprediksi nilai populasi pada interval tahun yang belum diketahui. Langkah selanjutnya adalah validasi hasil prediksi dengan membandingkannya terhadap data aktual, serta analisis matematis untuk mengidentifikasi pola pertumbuhan penduduk. Perhitungan metrik seperti persentase peningkatan setengah tahunan dan laju pertumbuhan tahunan digunakan untuk memberikan gambaran komprehensif mengenai dinamika populasi selama periode penelitian. Hasil yang diperoleh akan menjadi dasar untuk memberikan prediksi yang lebih presisi mengenai perubahan populasi di masa mendatang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data

Untuk melakukan analisis terkait jumlah penduduk di Indonesia pada periode 2016–2024, digunakan data hasil sensus penduduk selama rentang waktu tersebut. Informasi lengkap mengenai hasil sensus penduduk di Indonesia dari tahun 2016 hingga 2024 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Jumlah Penduduk Pertengahan Tahun 2016-2024

Tahun	Jumlah Penduduk
2016	258.496,50
2017	261.355,50
2018	264.161,60
2019	266.911,90
2020	270.203,90
2021	272.682,50
2022	275.773,80
2023	278.696,20
2024	281.603,80

Tabel 1. menunjukkan jumlah penduduk tiap tahun, terhitung peningkatan dari tahun 2016-2024. Data dari tabel 1 akan dianalisis menggunakan polinomial lagrange. Dalam menggunakan metode lagrange memerlukan dua data yaitu, data x dan data y.

Dengan x = tahun, y = jumlah perengahan penduduk di Indonesia

Tabel 2. Hasil Sensus Penduduk Berdasarkan Tahun (X) dan Jumlah Penduduk Pertengahan Indonesia (Y)

X	Y	(X, Y)
2016	258.496,50	$(x_0, y_0) = (2016, 258.496{,}50)$
2017	261.355,50	$(x_1, y_1) = (2017, 261.355{,}50)$
2018	264.161,60	$(x_2, y_2) = (2018, 264.161{,}60)$
2019	266.911,90	$(x_3, y_3) = (2019, 266.911{,}90)$
2020	270.203,90	$(x_4, y_4) = (2020, 270.203{,}90)$
2021	272.682,50	$(x_5, y_5) = (2021, 272.682{,}50)$
2022	275.773,80	$(x_6, y_6) = (2022, 275.773{,}80)$
2023	278.696,20	$(x_7, y_7) = (2023, 278.696{,}20)$
2024	281.603,80	$(x_8, y_8) = (2024, 281.603{,}80)$

Tabel 2. Di atas menunjukkan hasil sensus berdasarkan tahun dari jumlah penduduk pertengahan di Indonesia dari tahun 2016-2024

Analisis Data dengan Simulasi MATLAB

Anaisis polinomial lagrange dalam memprediksi jumlah penduduk dilakukan secara numerik. Selanjutnya akan dicari perhitungan jumlah populasi penduduk pada setiap tahunnya yang belum diketahui dan berada pada interval data tahun 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021,

2022, 2023, dan 2024. Hal ini dikarenakan data di atas hanya menyajikan jumlah populasi penduduk pada tiap tahunnya. Berdasarkan data tersebut, terdapat sembilan data yang disajikan, sehingga dalam analisis data menggunakan polinomial lagrange. Data pada tabel 1 dapat diprediksi dengan menggunakan progrma Matlab yang ada pada Gambar 1 dibawah ini. Data pada tabel 1 dapat diprediksi dengan menggunakan progrma Matlab yang ada pada Gambar 1 dibawah ini.

```
x = [2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022 2023 2024];
y = [258496.5 261355.5 264161.6 266911.9 270203.9 272682.5 275773.8 278696.2 281603.8];
n = length(x);
% Array untuk titik yang akan diprediksi
xp_values = 2016.5:1:2023.5; % Interval 0.5 tahun dari 2016.5 hingga 2023.5
predictions = zeros(size(xp_values)); % Array untuk menyimpan hasil prediksi
% Loop untuk menghitung interpolasi di setiap xp
for k = 1:length(xp_values)
    xp = xp_values(k); % Tahun yang sedang dihitung
    sm = 0; % Inisialisasi hasil interpolasi

    for i = 1:n
        pr = 1; % Inisialisasi produk
        for j = 1:n
            if j ~= i
                pr = pr * (xp - x(j)) / (x(i) - x(j));
            end
        end
        sm = sm + y(i) * pr; % Tambahkan ke jumlah akhir
    end

    predictions(k) = sm; % Simpan hasil prediksi
end
% Menampilkan hasil
disp('Prediksi populasi:');
for k = 1:length(xp_values)
    disp(['Tahun ', num2str(xp_values(k)), ': ', num2str(predictions(k))]);
end
```

```
Command Window
Prediksi populasi:
Tahun 2016.5: 258959.2069
Tahun 2017.5: 263039.2285
Tahun 2018.5: 265365.5489
Tahun 2019.5: 268627.7777
Tahun 2020.5: 271503.5866
Tahun 2021.5: 274054.3273
Tahun 2022.5: 277544.6387
Tahun 2023.5: 279108.7898
```

Gambar 1. Hasil Perhitungan Matlab

Berikut ini adalah data populasi penduduk di Indonesia dari tahun 2016 hingga 2024, yang disajikan secara per setengah tahun yang belum diketahui dan dimasukkan ke dalam Tabel 3.

Tabel 3. Jumlah Penduduk Setiap Setengah Tahun (2016-2024)

Tahun	Jumlah Penduduk	Tahun	Jumlah Penduduk
2016	258496.5	2020.5	271503.5866
2016.5	258959.2069	2021	272682.5
2017	261355.5	2021.5	274054.3273
2017.5	263039.2285	2022	275773.8
2018	264161.6	2022.5	277544.6387
2018.5	265365.5489	2023	278696.2
2019	266911.9	2023.5	279108.7898
2019.5	268627.7777	2024	281603.8
2020	270203.9		

Setiap setengah tahun, jumlah penduduk Indonesia mengalami peningkatan rata-rata sebesar 0.54%. Ini menunjukkan adanya pertumbuhan populasi yang stabil, di mana dalam setiap enam bulan jumlah penduduk bertambah hampir setengah persen dari periode sebelumnya. Peningkatan ini dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti tingkat kelahiran yang lebih tinggi, migrasi masuk, serta perbaikan dalam pencatatan data penduduk. Jika tren ini berlanjut, Indonesia akan menghadapi tantangan dalam menyediakan sumber daya dan infrastruktur yang memadai untuk mendukung pertumbuhan populasi yang terus meningkat.

KESIMPULAN

Metode interpolasi polinomial Lagrange terbukti efektif dalam memprediksi jumlah penduduk Indonesia untuk periode 2016-2024. Simulasi yang dilakukan menggunakan MATLAB menunjukkan bahwa rata-rata pertumbuhan jumlah penduduk mencapai 0.54% setiap enam bulan, mencerminkan pola yang stabil. Penelitian ini menunjukkan bahwa metode interpolasi dapat memberikan hasil prediktif yang akurat untuk mengisi kekosongan data historis, sekaligus memberikan wawasan penting terkait dinamika demografis di Indonesia. Temuan ini dapat digunakan untuk merumuskan kebijakan yang lebih baik dalam perencanaan sumber daya dan pembangunan infrastruktur untuk mendukung pertumbuhan populasi yang terus meningkat.

DAFTAR REFERENSI

Chalid, Pheni. 2020. “Sosiologi Ekonomi.” *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents* 12–26.

F. Pangruruk, Anton, and Simon P. Barus. 2022. “Prediksi Jumlah Orang Terpapar Covid-19 Menggunakan Metode Interpolasi Lagrange.” *Jurnal Keguruan Dan Ilmu Pendidikan* 11(1):1–12. doi: 10.47178/jkip.v11i1.1476.

Fahmi, Ferdiansyah, and Karpen. 2018. “Penerapan Metode Interpolasi Untuk Proyeksi Pertumbuhan Penduduk Di Provinsi Riau.” *SATIN - Sains Dan Teknologi Informasi* 4(1):11–19.

Hurit, Roberta Uron, and Maria Yustina Nanga. 2022. “Penerapan Metode Interpolasi Lagrange Dalam Memprediksi Jumlah Penduduk Provinsi Nusa Tenggara Timur.” *Math Educa Journal* 6(1):57–62.

Manihuruk, Frido Evindey, and Joko Suharianto. 2024. “Analisis Pengaruh IPM, TPT, Dan UMR Terhadap Jumlah Penduduk Miskin Di Indonesia Dengan Menggunakan Regresi Data Panel.” *Jurnal Pendidikan Ekonomi* 18(2):245–57. doi: 10.19184/jpe.v18i2.47262.

Mansyur, Nurul Nahdahfajriani. 2024. “Penerapan Metode Interpolasi Lagrange Dalam Meramalkan Jumlah Pendapatan Pada Percetakan (Studi Kasus: Gevira Advertising).” *Jurnal Matematika Komputasi Dan Statistika* 4(1):540–46. doi: 10.33772/jmks.v4i1.80.

Muhammad Julian, Lukita Ambarwati, and Yudi Mahatma. 2022. “Penentuan Derajat Optimum Interpolasi Pada Metode Lagrange Dan Metode Newton Gregory Dalam Mengestimasi Kasus Pasien Sembuh Dari Covid-19 Di Indonesia.” *JMT : Jurnal Matematika Dan Terapan* 4(1):11–18. doi: 10.21009/jmt.4.1.2.

Nurhanifa, Nurhanifa, and Heni Pujiastuti. 2020. “Prediksi Angka Partisipasi Sekolah (APS) Di Provinsi Banten Dengan Menggunakan Interpolasi Lagrange.” *Sainmatika: Jurnal Ilmiah*

Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam 17(1):72. doi: 10.31851/sainmatika.v17i1.3822.

Rodliyah, Iesyah. 2015. "Aplikasi Interpolasi Lagrange Dan Ekstrapolasi Dalam Peramalan Jumlah Penduduk." *Seminar Nasional Matematika Dan Pendidikan Matematika UNY 2015* 265–72.

Sugiyono. 2018. *Metode Penelitian Bisnis: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, Kombinasi, Dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Syamsudin, Ahmad, and M. Syamsul Ma. n.d. "A Comparative Study of Lagrange and Gregory Forward Interpolation Techniques for Estimating New Student Enrollment Trends in the Faculty of Tarbiyah at IAIN Kediri." 3511:173–89.

Ulan Rahmawati, Resnawati, Maulidyani Abu, and Juni Wijayanti Puspita. 2023. "Prediksi Jumlah Kasus Schistosomiasis Di Kabupaten Poso Sulawesi Tengah." *Jurnal Ilmiah Matematika Dan Terapan* 20(2):199–209. doi: 10.22487/2540766x.2023.v20.i2.16378.