

PROYEKSI PERTUMBUHAN PENDUDUK KABUPATEN LAMPUNG SELATAN UNTUK PERENCANAAN PEMBANGUNAN SUMBER DAYA MANUSIA MENUJU INDONESIA EMAS TAHUN 2045

Tonny Putra Yoga, Lilis Fitriani, Yoga Andriyanto, Dear Michiko Mutiara Noor, Rifky Fauzi*
Program Studi Matematika, Institut Teknologi Sumatera, Lampung, Indonesia

**Penulis korespondensi: rifky.fauzi@ma.itera.ac.id*

ABSTRAK

Kabupaten Lampung Selatan merupakan daerah yang memiliki jumlah penduduk dengan usia produktif yang tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa Kabupaten Lampung Selatan berada pada masa bonus demografi berdasarkan jumlah penduduk usia produktif. Momentum ini dapat dimanfaatkan untuk persiapan pembangunan era Indonesia emas tahun 2045. Salah satu hal yang menjadi fokus perencanaan adalah tentang pengelolaan pertumbuhan penduduk. Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah memprediksi pertumbuhan jumlah penduduk Kabupaten Lampung Selatan pada masa yang akan datang. Penelitian ini menggunakan model logistik dan model numerik, kedua model tersebut dibangun dengan menggunakan data jumlah penduduk dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Lampung Selatan. Setelah itu, akan digunakan data proyeksi Badan Pusat Statistik tahun 2023-2035 sebagai acuan pembandingan hasil proyeksi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan secara numerik lebih baik digunakan dalam rentang waktu yang singkat, hal ini dikarenakan pendekatan model numerik pada penelitian ini tidak memiliki batasan sehingga saat disimulasikan untuk rentang waktu yang panjang model numerik ini bertambah lebih pesat dibanding dengan model logistik. Terlepas dari itu pertumbuhan penduduk akan terus bertambah secara signifikan hingga tahun 2045. Oleh karena itu, pemerintah dituntut untuk dapat mengambil tindakan antisipatif dalam pencegahan permasalahan yang akan ditimbulkan. Proyeksi pertumbuhan penduduk dapat menjadi kunci dalam perencanaan jangka panjang terutama dalam aspek pendidikan, kesehatan dan lapangan pekerjaan.

Kata kunci: proyeksi penduduk, pemodelan, numerik, logistik

1 PENDAHULUAN

Sebagai negara yang memiliki jumlah penduduk terpadat ke-4 di dunia, Indonesia seperti dihadapkan dengan dua mata pisau, yaitu keuntungan karena memiliki sumber daya manusia yang melimpah, sekaligus menghadirkan sejumlah tantangan yang masih menjadi masalah hingga saat ini. Tantangan tersebut seperti: masih minimnya penyediaan layanan kesehatan yang layak, tidak meratanya penjaminan mutu pendidikan di berbagai wilayah Indonesia, dan juga tingginya tingkat pengangguran. Dengan kepadatan penduduk yang tinggi, pemerintah Indonesia dituntut untuk dapat mengambil tindakan antisipatif dalam pencegahan permasalahan yang akan ditimbulkan dari lonjakan pertumbuhan penduduk melalui kebijakan yang harmonis, baik dari segi kelembagaan maupun dari segi kebijakan yang diterapkan. Pemerintah memainkan peran utama dalam merespon dan mengelola berbagai perkembangan yang terjadi. Kebijakan yang baik dan responsif dapat membantu mengatasi berbagai tantangan khususnya mengenai kesehatan yang merupakan pilar penopang kehidupan dan pendidikan yang merupakan pilar keberlanjutan. Selain dari pihak pemerintah, sebagai masyarakat kita juga dapat berkontribusi dengan memperluas lapangan pekerjaan.

Pada beberapa tahun yang akan datang, Indonesia dicanangkan akan mendapat bonus demografi. Bonus Demografi merupakan kondisi dimana terjadi ledakan jumlah penduduk usia produktif yang dapat menjadi modal dasar dalam pembangunan (Sutikno, 2020). Bonus demografi dapat memberikan kesempatan besar bagi Indonesia untuk mengoptimalkan sumber daya manusia. Salah satu daerah yang memiliki jumlah penduduk dengan usia produktif tinggi adalah Kabupaten Lampung Selatan. Kabupaten ini memiliki luas wilayah 2110 km² dan memiliki penduduk sebanyak 1071727 jiwa (2021). Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Lampung Selatan, komposisi penduduk Kabupaten Lampung Selatan pada tahun 2021 menurut kelompok umur adalah berusia muda (umur 0-14 tahun) sebanyak 283194 jiwa (28,42%), berusia produktif (umur 15-64 tahun) sebanyak 728818 jiwa (68%) dan berusia lanjut (Umur 65 tahun ke atas) sebanyak 59715 jiwa (5,57%). Berdasarkan persentase tersebut didapat jumlah usia produktif (umur 15-64 tahun) lebih banyak dari pada usia nonproduktif (umur 0-14 dan 65 tahun ke atas). Hal ini menunjukkan bahwa Kabupaten Lampung Selatan berada pada masa bonus demografi berdasarkan jumlah penduduk diusia produktif. Meningkatnya jumlah penduduk usia produktif diperkirakan terjadi saat Indonesia berusia 100 tahun, momentum ini sering disebut juga sebagai era Indonesia emas tahun 2045. Momentum ini tentu saja perlu dipersiapkan dengan baik, persiapan yang baik melibatkan pemahaman mendalam terkait proyeksi pertumbuhan penduduk dan demografi.

Proyeksi pertumbuhan penduduk dapat menjadi kunci dalam perencanaan jangka panjang terutama dalam penyediaan fasilitas pendidikan, kesehatan, dan lapangan pekerjaan. Proyeksi pertumbuhan penduduk membantu untuk merencanakan kapasitas sekolah yang memadai. Pada bidang kesehatan, proyeksi pertumbuhan penduduk dapat membantu perencanaan fasilitas kesehatan yang layak, pengelolaan persediaan obat, ketersediaan tenaga medis dan masih banyak lagi (Nasional, 2024). Persiapan lapangan kerja yang mencukupi juga dapat dilakukan dengan adanya proyeksi pertumbuhan penduduk. Upaya pendekatan kuantitatif dalam proyeksi pertumbuhan penduduk sendiri telah dikaji dalam penelitian (Pandu, 2020) yang menyimpulkan bahwa model pertumbuhan logistik dapat dijadikan sebagai pendekatan matematis proyeksi pertumbuhan penduduk. Selain itu, proyeksi pertumbuhan penduduk juga dapat diselesaikan dengan menggunakan metode integrasi numerik. Metode tersebut digunakan untuk memproyeksikan pertumbuhan penduduk berdasarkan data dari tahun-tahun sebelumnya dengan parameter tertentu. Metode Integrasi numerik digunakan dalam (Puspita *et al.*, 2023) untuk mengkaji penyebaran penyakit DBD di Palu. Contoh pendekatan lain mengenai integrasi numerik juga dibahas oleh (Side *et al.*, 2019) pada estimasi pertumbuhan hasil panen padi. Metode lain yang dapat digunakan adalah neural network (Sianturi & Fauzi, 2023) atau recurrent neural network (Ghozi *et al.*, 2022). Namun kelemahan dari metode ini adalah bahwa modelnya sulit dijelaskan karena berupa model *black box*. Model lain yang dapat digunakan dalam melakukan *forecast* adalah ARIMA (Louisa *et al.*, 2022), namun model ini mengharuskan adanya asumsi data yang stasioner.

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah memprediksi pertumbuhan jumlah penduduk Kabupaten Lampung Selatan pada masa yang akan datang dengan menggunakan data-data dari tahun sebelumnya. Untuk memprediksi hal tersebut penelitian ini menggunakan model numerik dan model logistik, Kedua model tersebut akan menggunakan data jumlah penduduk dari Badan Pusat Statistik untuk membangun model proyeksi pertumbuhan penduduk. Selain itu, akan digunakan data proyeksi dari Badan Pusat Statistik sebagai acuan perbandingan hasil proyeksi. Pertumbuhan penduduk dapat diproyeksikan secara numerik dengan integrasi numerik. Pemodelan ini dapat dilakukan dengan melakukan turunan numerik terlebih dahulu untuk mencari perubahan populasi penduduk setiap tahunnya. Selanjutnya data perubahan populasi tersebut akan digunakan untuk membangun model matematika dengan integrasi numerik. Pemodelan numerik dapat menggambarkan tren pertumbuhan penduduk. Hasil dari proyeksi model tersebut dapat digunakan sebagai bahan acuan merancang kebijakan

dalam pengelolaan pertumbuhan penduduk. Pemahaman ini menjadi dasar untuk merancang kebijakan yang tepat guna, memastikan ketersediaan sumber daya manusia yang berkualitas, dan mengoptimalkan potensi lokal demi terwujudnya Indonesia emas tahun 2045.

2 METODE

2.1 Model Pertumbuhan Logistik

Salah satu metode yang sangat baik digunakan untuk memodelkan tren pertumbuhan adalah model logistik. Model logistik merupakan model yang menggambarkan pertumbuhan populasi (Putri *et al.*, 2022). Model ini merupakan model yang sederhana, cukup mudah diaplikasikan dan memiliki akurasi yang sangat tinggi. Hal ini dikarenakan model ini memiliki galat yang paling kecil. Berikut adalah fungsi logistik untuk memodelkan pertumbuhan populasi (Dian Pratiwi, 2020):

$$P_{\theta}(t) = \frac{K}{1 + ae^{-rt}} \quad (1)$$

dengan P_{θ} merupakan populasi penduduk pada waktu t dengan parameter $\theta = [K, a, r]$ merupakan vektor yang memuat parameter *carrying capacity*, koefisien terkait populasi awal $a = (K - P_0)/P_0$, dan koefisien pertumbuhan logistik. Fungsi logistik dapat ditransformasi sehingga menjadi bentuk yang lebih sederhana, yaitu:

$$-rt = \ln\left(\frac{\frac{K}{P_0 - 1}}{a}\right) - \ln(a) \quad (2)$$

Sehingga diperoleh persamaan linier

$$Y = \alpha t - \beta \quad (3)$$

dengan

$$Y = \ln\left(\frac{K}{P_0 - 1}\right), \quad \alpha = -r \text{ dan } \beta = \ln a \quad (4)$$

2.2 Regresi Linear

Metode Regresi merupakan sebuah metode statistik yang melakukan prediksi menggunakan pengembangan hubungan matematis antara variabel, yaitu variabel dependen (Y) dengan variabel independent (X) (Ayuni, 2019). Metode ini juga merupakan salah satu metode yang sering digunakan karena relatif sederhana dalam penerapannya. Metode Regresi dinyatakan dalam bentuk seperti pada persamaan (3) (Afifah & Arifin, 2022), dengan:

$$\begin{bmatrix} N & \sum_{i=1}^N t \\ \sum_{i=1}^N ti & \sum_{i=1}^N ti^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha \\ \beta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^N Yi \\ \sum_{i=1}^N tiYi \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$\begin{bmatrix} N & \sum_{i=1}^N t \\ \sum_{i=1}^N ti & \sum_{i=1}^N ti^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha \\ \beta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^N Yi \\ \sum_{i=1}^N tiYi \end{bmatrix} \quad (5)$$

Koefisien α dan β dapat diestimasi dengan regresi linier dengan terlebih dahulu melakukan transformasi variabel P_0 menjadi $Y = \ln(K/P_0 - 1)$. Nilai *carrying capacity* K biasanya diketahui/ diberikan atau bahkan diasumsikan. Asumsi pada penelitian ini merujuk pada kepadatan maksimal di Indonesia yaitu pada kota Jakarta Timur, DKI Jakarta yakni $\rho = 16623,64$ orang/km². Dari bilangan ini dapat dihitung *carrying capacity* daerah selain Kota Jakarta Timur adalah sebagai berikut.

$$K_{kota} = \rho L_{kota} \quad (6)$$

dengan L_{kota} merupakan luas daerah kota yang diamati.

2.3 Beda Hingga Pusat

Pada penelitian ini digunakan metode turunan numerik Beda Hingga Pusat. Metode beda hingga merupakan metode numerik yang digunakan untuk menghitung hampiran turunan dari suatu fungsi. Salah satu keunggulan metode ini adalah memiliki akurasi yang tinggi. Metode beda hingga pusat menggunakan nilai turunan pada kedua sisi titik evaluasi, sehingga hasil yang diperoleh lebih akurat (Havid Syafwan, 2018). Metode Beda Hingga Pusat dinyatakan dalam bentuk seperti dibawah ini:

$$f'(x_i) = \frac{f(x_{i+1}) - f(x_{i-1}))}{2\Delta x} \quad (7)$$

Metode beda hingga telah banyak digunakan yakni pada masalah aliran fluida menuruni bukit (Fauzi & Wiryanto, 2017), (Fauzi & Wiryanto, 2020) longsor tanah (Fauzi & Wiryanto, 2021), (Fauzi & Wiryanto, 2023), dan simulasi perambatan gelombang akibat longsor (Enkekes & Fauzi, 2023).

2.4 Integrasi Numerik

Pada penelitian ini, digunakan metode integrasi numerik. Salah satu yang menjadi bagian metode integrasi numerik adalah varian metode Newton yang dikembangkan dengan ide integrasi metode Newton (Putra *et al.*, 2023). Berikut adalah bentuk formulanya:

$$f(x) = f(x_n) + \int_{x_n}^x f'(\mu) d\mu \quad (8)$$

Integral di atas akan dihitung dengan menggunakan metode *trapezoid successive* yang menggunakan 3 titik yakni $\{0, k/2, k\}$. Dengan $k/2$ juga berperan sebagai h atau langkah yang digunakan (Chapra & Canale, 2010).

$$I_k \approx \frac{h}{2} (y(0) + 2y\left(\frac{k}{2}\right) + y(k)) \quad (9)$$

2.5 Indikator Keباikan Model

Indikator kebaikan model yang digunakan pada penelitian ini adalah *MAPE*. *MAPE* merupakan perhitungan nilai error dengan cara menghitung selisih antara nilai forecast dengan nilai aktual. Kemudian dimutlakkan dan dihitung dalam bentuk persentase terhadap data asli, menggunakan persamaan sebagai berikut (Nafi'iyah & Aulia, 2022):

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|Actual - Forecast|}{|Actual|} \times 100\% \quad (10)$$

MAPE memiliki *range* nilai yang dijadikan standar kemampuan dari suatu model peramalan, *range* nilai tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 (Nabillah & Ranggadara, 2020).

Tabel 1. *Range* Nilai *MAPE*

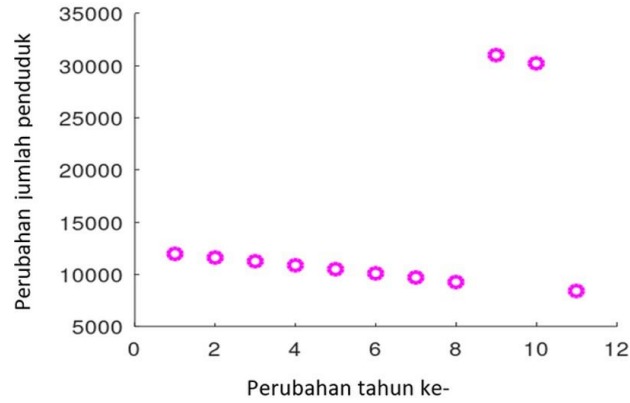
<i>Range MAPE</i>	Keterangan
<10%	Sangat Baik
10-20%	Baik
20-50%	Layak
>50%	Buruk

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian tentang pertumbuhan penduduk kabupaten Lampung Selatan ini data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari data jumlah penduduk, dimana jumlah penduduk tersebut merupakan jumlah keseluruhan penduduk yang dimiliki pada tahun 2010 hingga dengan 2022. Data yang dipakai diperoleh dari BPS Kabupaten Lampung Selatan. Pendekatan pertama yang dilakukan adalah dengan menggunakan model logistik. Untuk membangun model logistik dibutuhkan beberapa variabel yang dapat diperoleh dari meregresikan data awal yang sudah ditransformasi. Dengan $\rho = 16623,64$ jiwa/km² kita dapat menghitung *carrying capacity* Kabupaten Lampung Selatan dengan luas wilayah 2110 km², hasil yang didapatkan adalah $K_{Lampung\ Selatan} = 16623,64 \cdot 2110 = 35075880,4$ sehingga akan didapat model logistik sebagai berikut:

$$P_{Kota\ Lampung\ Selatan}(t) = \frac{35075880,4}{1 + 37,5265^{-(0,0142)t}}$$

Selanjutnya akan dilakukan pendekatan kedua yang menggunakan model numerik. Model numerik dapat diperoleh dengan mencari perubahan populasi tiap tahun dengan turunan numerik. Metode turunan yang akan digunakan adalah turunan numerik beda hingga pusat (*center difference method*). Berikut grafik hasil perhitungan metode beda hingga pusat.

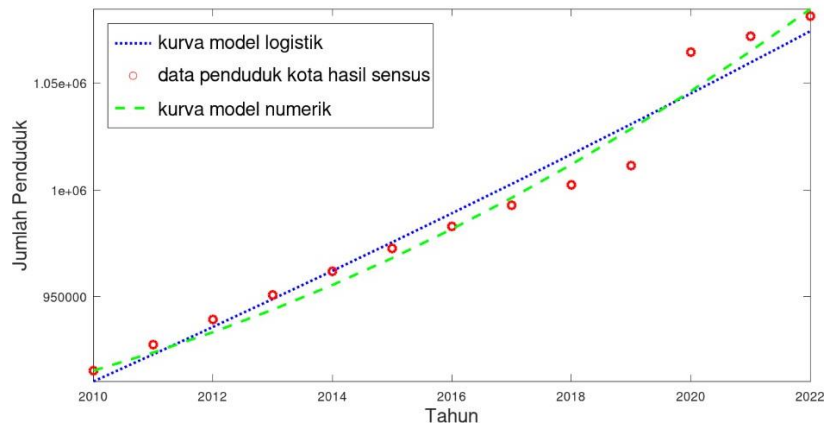


Gambar 1. Data perubahan penduduk tiap tahun

Perubahan dari data pada Gambar 1 juga dapat dimodelkan dengan meregresikannya hingga didapat garis linear. Dengan hasil perhitungan regresi Linear untuk data turunan numerik (berupa perubahan populasi tiap tahun) akan diperoleh model linearnya, yakni $y(t) = 7974,4364 + 1017,5182t$. Selanjutnya akan ditentukan populasi pada tahun ke- k dengan menggunakan integral numerik.

$$P_k = P_0 + \int_0^k y(t)dt = 915463 + \int_0^k 7974,4364 + 1017,5182 \cdot t dt$$

Hasil perhitungan dapat dilihat pada gambar kurva perbandingan model logistik dan hasil integrasi numerik. Pada Gambar 2 telah disajikan perbandingan dua pendekatan untuk memodelkan data penduduk Kota Lampung Selatan. Pendekatan pertama adalah dengan kurva model logistik, sedangkan pendekatan kedua adalah dengan model numerik.



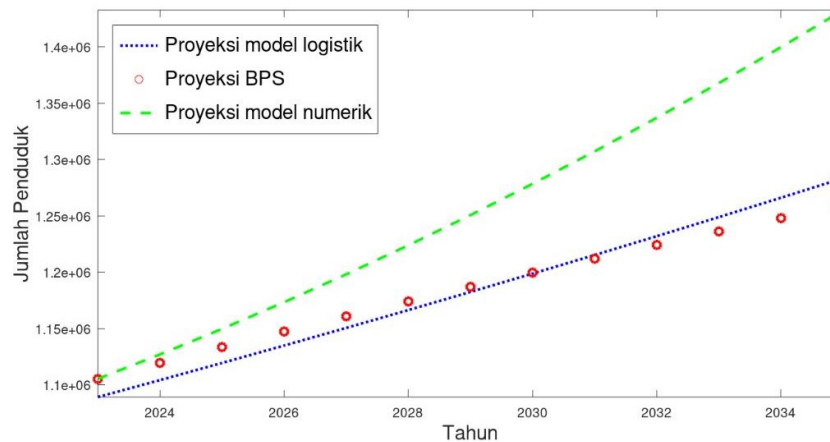
Gambar 2. Kurva perbandingan model logistik dan hasil integrasi numerik (tahun 2010-2022)

Berdasarkan Gambar 2, dapat dilihat secara visual bahwa data jumlah penduduk terlihat seperti memiliki dua gradien garis, hal tersebut mengakibatkan hasil integrasi numerik cenderung naik pesat pada tiga perhitungan terakhir hal ini sejalan dengan data hasil sensus BPS yang mengalami lonjakan pada tahun 2020, sedangkan untuk hasil kurva model logistik (kurva dengan garis titik-titik) memiliki tren cukup stabil yang mana hasilnya berusaha untuk mencakup semua data secara seimbang. Selain itu, dari grafik tersebut terlihat bahwa model integrasi numerik (kurva dengan garis putus-putus) cenderung lebih dekat dengan data. Selain

itu, perlu juga dihitung secara kuantitatif kebaikan model kita dengan indikator yang dimiliki. Hasil perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$MAPE_{Numerik} = 0.6674\% < 0.8083\% = MAPE_{Logistik}$$

Secara kuantitatif, kedua model memiliki nilai MAPE di bawah 10% yang berarti kedua model tersebut termasuk model peramalan yang sangat baik. Nilai MAPE kedua model mempunyai selisih yang cukup kecil sekitar 0,2% dengan pendekatan model numerik kali ini lebih baik dari kurva model logistik. Selanjutnya dengan cara yang sama akan dilakukan pendekatan model logistik dan model numerik terhadap data proyeksi masa depan (hingga 2035) dari BPS Kabupaten Lampung Selatan. Hasil proyeksi yang serupa dapat dilihat juga pada buku Proyeksi Penduduk Indonesia (BPS, 2013).

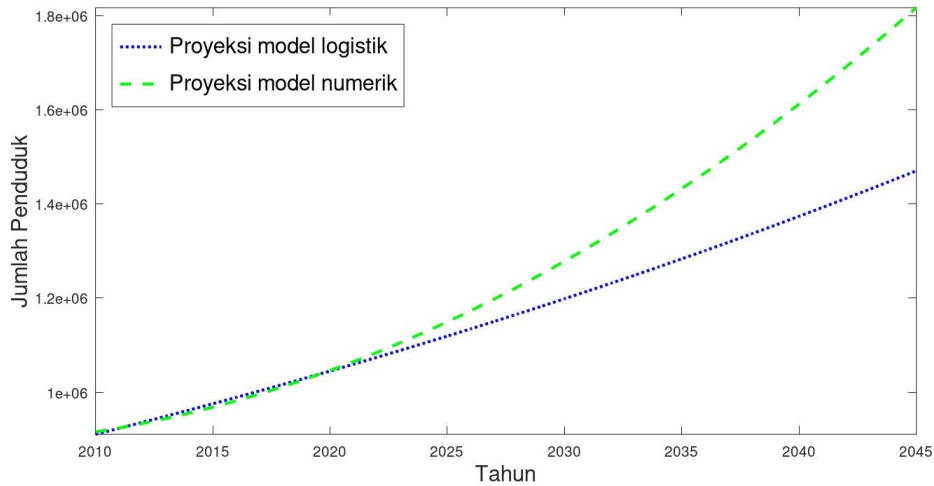


Gambar 3. Kurva perbandingan model logistik dan hasil integrasi numerik (tahun 2023-2035)

Pada Gambar 3, terlihat bahwa kurva model logistik lebih dekat dengan data dibandingkan dengan kurva model numerik. Di awal proyeksi (tahun 2023-2024), Model numerik masih cukup dekat dengan data proyeksi BPS namun setelahnya naik cukup pesat. Kenaikan kurva model numerik yang cukup pesat tersebut merupakan imbas dari yang sebelumnya sudah cukup melonjak (Gambar 2). Selanjutnya kita juga perlu mengkaji kebaikan model kita seperti sebelumnya, hasilnya adalah sebagai berikut:

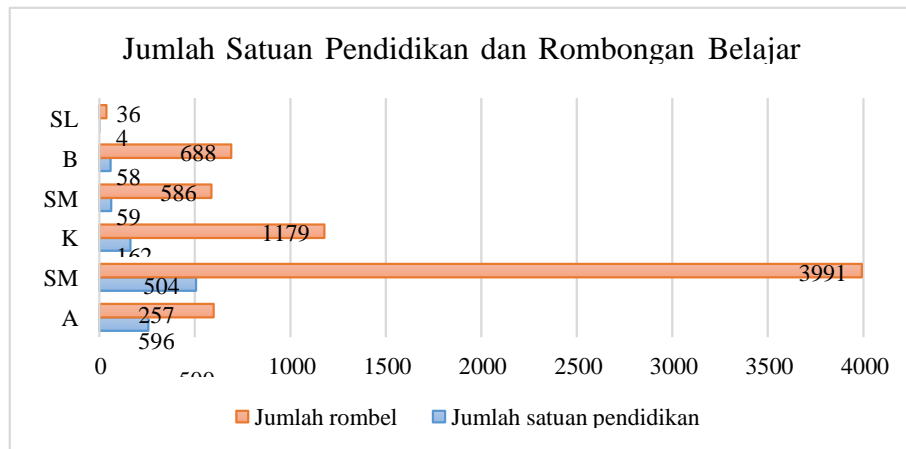
$$MAPE_{Numerik} = 7,7452\% > 1,9484\% = MAPE_{Logistik}.$$

Kedua model masih mempunyai nilai MAPE di bawah 10% namun nilai MAPE kurva model numerik cukup besar dengan selisih hampir empat kali lipat dari kurva model logistik sehingga pendekatan model logistik kali ini lebih baik dari kurva model numerik. Selain itu dari nilai MAPE yang ada kita juga dapat berspekulasi bahwa nantinya MAPE model numerik akan memiliki selisih yang sangat besar dengan MAPE model logistik. Untuk proyeksi menuju generasi emas 2045, dengan pendekatan model logistik dan model numerik adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Proyeksi populasi penduduk menuju Generasi Emas 2045

Berdasarkan Gambar 4, dapat dilihat bahwa kedua model memiliki hasil yang cukup mirip hingga tahun 2023-an setelahnya model numerik bertambah cukup besar dibandingkan dengan model logistik yang memiliki tren cukup stabil. Pada proyeksi di tahun akhir, yakni tahun 2045, didapatkan bahwa kenaikan jumlah penduduk berdasarkan model numerik mencapai dua kali lipat dari jumlah penduduk tahun 2010. Sedangkan dengan model logistik, pertumbuhan jumlah penduduknya mencapai satu setengah kali lipat dari jumlah penduduk tahun 2010. Dengan proyeksi data yang telah dilakukan, pemerintah dan masyarakat dapat membuat perencanaan mengenai fasilitas kesehatan, pendidikan, ataupun tentang lapangan pekerjaan. Di bawah ini merupakan pembahasan lebih lanjut mengenai tiga hal tersebut.

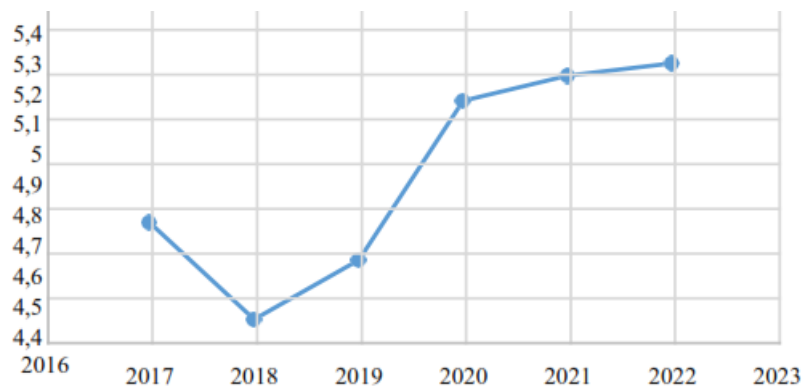


Gambar 5. Jumlah satuan pendidikan dan rombongan belajar

Gambar 5 menunjukkan data beberapa fasilitas pendidikan dan juga jumlah rombongan belajar yang berada di Lampung Selatan. Data tersebut diperoleh dari data pokok pendidikan kemdikbud, di tahun ajaran 2023/2024 terdapat ada sebanyak 1510 satuan pendidik formal (TK, SD-SMA/SMK dan SLB) dengan jumlah total rombongan belajar (rombel) sebanyak 8119 yang terdapat di Kabupaten Lampung Selatan. Berdasarkan peraturan menteri kemendikbudristek RI nomor 47 Tahun 2023, idealnya dengan jumlah rombel yang ada, Lampung Selatan dapat menampung sebanyak 204496 pelajar.

Dengan melihat hasil simulasi yang telah kita lakukan, didapatkan bahwa di tahun 2045 jumlah penduduk kabupaten Lampung Selatan adalah 1817798 dengan model numerik dan 1470820 dengan model logistik. Dari keseluruhan jumlah penduduk tersebut, jika diasumsikan persentase penduduk usia sekolah (0-19 tahun) adalah sebesar 34.57% (data tahun 2021) kita

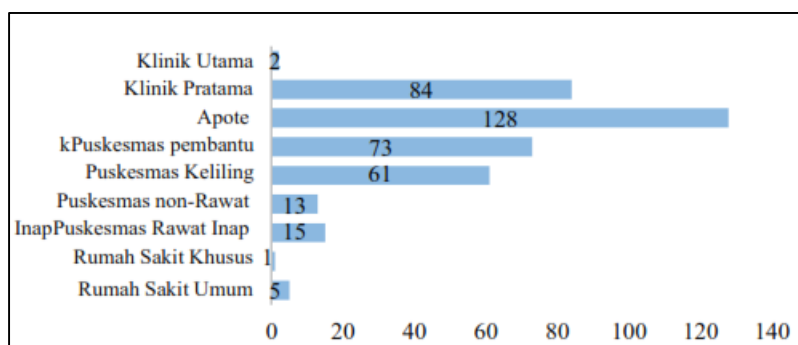
bisa menyimpulkan bahwa penduduk yang berada pada usia sekolah adalah sekitar 508462-628413 angka tersebut jika dibandingkan dengan daya tampungnya mempunyai selisih yang sangat besar, oleh karena itu sebaiknya pemerintah dan pihak sekolah dapat mengantisipasi dan mempersiapkan untuk kedepannya dengan menambah fasilitas sekolah ataupun memperbesar fasilitas sekolahnya.



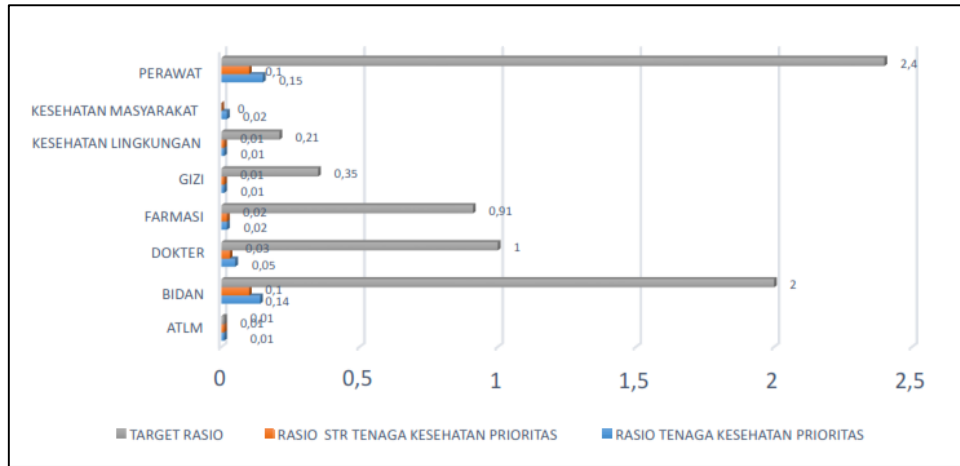
Gambar 6. Presentase pengangguran (2017-2022)

Dari Gambar 6, dapat dilihat bahwa angka pengangguran di kabupaten tersebut naik setiap tahunnya. Tentunya ini akan memberi dampak negatif terhadap beberapa aspek seperti perekonomian dan sosial. Selain itu, lonjakan angka pengangguran yang tinggi akan berpotensi memperburuk tingkat kemiskinan. Dalam waktu jangka panjang, masalah pengangguran yang meningkat terus-menerus dapat menghambat pembangunan dan kemajuan suatu wilayah secara keseluruhan. Berdasarkan Rancangan akhir RPJPN 2025 - 2045, salah satu indikator untuk mencapai Indonesia emas 2045 adalah tingkat pengangguran terbuka maksimal empat persen. Angka ini merujuk pada keseluruhan pengangguran di Indonesia itu sendiri. Oleh karena itu, untuk membantu mengurangi angka pengangguran yang ada, pemerintah Lampung Selatan diharap bisa menyiapkan langkah untuk mencegah agar dampak dari pengangguran tidak semakin besar. Penting untuk fokus pada strategi yang dapat menciptakan lapangan kerja yang berkelanjutan, meningkatkan akses pendidikan dan pelatihan, serta meningkatkan pertumbuhan sektor ekonomi yang inovatif dan berdaya saing tinggi. Selain dari segi pemerintah, perlu juga adanya perubahan dari masyarakat.

Berdasarkan data dari Dinas Kesehatan Lampung Selatan pada tahun 2022, Lampung Selatan memiliki fasilitas dan sarana kesehatan seperti yang disajikan pada Gambar 7. Selain itu Berdasarkan profil tenaga kesehatan kabupaten Lampung Selatan yang diterbitkan oleh kementerian kesehatan nasional pada tahun 2024, rasio tenaga kesehatan per 1000 penduduk ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 7. Data fasilitas kesehatan tahun 2022



Gambar 8. Rasio tenaga kesehatan

Berdasarkan hasil yang telah didapatkan sebelumnya, bahwa pada tahun 2045 jumlah penduduk akan meningkat sekitar 389.705-736.683 orang dari jumlah penduduk pada tahun 2022. Selain itu, dapat kita lihat bahwa rasio ketersediaan tenaga kesehatan di Lampung Selatan masih jauh dari target rasio yang dikeluarkan oleh direktorat perencanaan tenaga kesehatan pada tahun 2022. Hal ini menunjukkan bahwa Lampung Selatan membutuhkan lebih banyak fasilitas kesehatan agar bisa mengantisipasi lonjakan pertumbuhan penduduk yang ada nantinya. Serupa dengan fasilitas kesehatan, rasio tenaga kesehatan pun masih jauh dibawah standar. Oleh karena itu, Lampung Selatan memerlukan banyak persiapan yang dibutuhkan untuk mencapai target tersebut.

4 KESIMPULAN

Digunakan dua metode dalam penelitian kali ini, yaitu pendekatan model logistik dan pendekatan secara numerik. Dari hasil pendekatan kedua model tersebut diperoleh bahwa pertumbuhan penduduk Kabupaten Lampung Selatan akan terus tumbuh secara signifikan hingga tahun 2045. Hal ini menunjukkan bahwa Kabupaten Lampung Selatan memerlukan persiapan khusus untuk memastikan pembangunan berkelanjutan dan kesejahteraan masyarakat di tengah tantangan pesatnya pertumbuhan penduduk. Penggunaan pendekatan secara numerik akan lebih efektif ketika mendekati hasil sensus, terutama dalam konteks rentang waktu yang relatif pendek. Hal ini karena model numerik cenderung tidak memiliki batasan, memungkinkan adaptasi yang lebih cepat terhadap perubahan dalam data atau kondisi penelitian. Namun, keunggulan pendekatan numerik mungkin berkurang seiring berjalannya waktu, terutama ketika periode penelitian menjadi lebih panjang.

Dalam menghadapi Generasi Emas 2045, pendekatan yang dapat digunakan adalah menggabungkan keunggulan adaptasi cepat dari model numerik dengan keberlanjutan dan stabilitas yang dimiliki oleh model lainnya. Dengan demikian, harapannya pemerintah dapat merancang strategi yang efektif untuk merencanakan dan mengelola perubahan jangka panjang dengan lebih bijak seperti perencanaan dibidang sosial, pendidikan, infrastruktur, dan bidang lainnya, sehingga mampu merespons tantangan masa depan secara optimal. Ini merupakan saran untuk antisipasi sesuai dengan latar belakang yang ada, tentunya tanpa tendensi. Ini merupakan hasil temuan dari model yang digunakan dan harapannya dapat mencapai Indikator Indonesia emas 2045.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung atas ide dan juga akses yang diberikan terkait data proyeksi pertumbuhan penduduk.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah & Arifin, A. Z., 2022. Analisis Pertumbuhan Tanaman Jati di Lahan Reklamasi Dengan Menggunakan Metode Regresi Linear Sederhana. *Math Vision*, Vol. 04, pp. 51-52.
- BPS, 2013. *Proyeksi Penduduk Indonesia 2010-2035*. Jakarta: Badan Pusat Statistik, Jakarta-Indonesia.
- Chapra, S. C. & Canale, R. P., 2010. *Numerical Methods for Engineers*. 6th penyunt. s.l.:McGraw-Hill.
- Dian Pratiwi, C., 2020. APLIKASI PERSAMAAN DIFERENSIAL MODEL POPULASI LOGISTIK UNTUK MENGESTIMASI PENDUDUK DI KOTA BALIKPAPAN. *AdMathEdu*, Volume 10, pp. 69-72.
- Enkekes, Y. & Fauzi, R., 2023. Simulasi Terbentuknya Gelombang Permukaan Akibat Adanya Longsoran Bawah Laut (Metode Lax-Friedrich). *Indonesian Journal of Applied Mathematics*, 2(2), pp. 40-43.
- Fauzi, R. & Wiryanto, L., 2017. On the staggered scheme for shallow water model down an inclined channel. s.l., *AIP Conference Proceedings*.
- Fauzi, R. & Wiryanto, L., 2020. Numerical simulation of roll waves in an inclined channel. *Adv. Appl. Fluid Mech*, 24(1-2), pp. 1-10.
- Fauzi, R. & Wiryanto, L., 2021. Momentum conservative scheme for simulating granular landslide over an inclined rigid bed. *Advances and Applications in Fluid Mechanics, Volume 27*, pp. 37-45.
- Fauzi, R. & Wiryanto, L., 2023. Numerical simulation of granular landslide using predictor-corrector method. s.l., *AIP Conference Proceedings*.
- Ghebyla Najla Ayuni, D. F., 2019. Penerapan Metode Regresi Linier Untuk Prediksi Penjualan Properti Pada PT XYZ. *Jurnal Telematika*, Vol. 14, p. 2.
- Ghozi, A., Aprianti, A., Dimas, A. & Fauzi, R., 2022. Analisis Prediksi Data Kasus Covid-19 di Provinsi Lampung Menggunakan Recurrent Neural Network (RNN). *Indonesian Journal of Applied Mathematics*, 2(1), pp. 25-32.
- Havid Syafwan, M. S. W. R. R. Y., 2018. Pemograman Komputasi Rumus Eksplisit Metode Beda Hingga Untuk Turunan Pertama dengan Menggunakan Matlab. *Seminar Nasional Royal (SENAR)*.
- Louisa, L., Fauzi, R. & Nugraha, E., 2022. Forecasting of Retirement Insurance Filled via Internet by ARIMA Models. *Journal of Actuarial, Finance, and Risk Management*, 1(1-8), p. 1.
- Nabillah, I. & Ranggadara, I., 2020. Mean Absolute Percentage Error untuk Evaluasi Hasil Prediksi Komoditas Laut. *Journal of Information System*, Volume V, p. 254.
- Nafi'iyah, N. & Aulia, N. N., 2022. Prediksi Harga Minyak Sayuran Data Kaggle dengan Regresi Linear Berganda dan Backpropagation. *Jurnal Ilmiah SISFOTENIKA*, Volume 12, pp. 142-143.
- Nasional, K. P. P. N. P. P., 2024. *Rancangan Akhir Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasiobal 2025-2045*. Jakarta: BAPPENAS.
- Pandu, Y. K., 2020. Prediksi Penduduk Kabupaten Alor dengan Menggunakan Model Pertumbuhan Logistik pada Beberapa Tahun Mendatang. *Asimtot: Jurnal Kependidikan Matematika*, Volume 2, pp. 78-80.
- Puspita, J. W. et al., 2023. *Modeling and descriptive analysis of dengue cases in Palu City, Indonesia*. Elsevier.
- Putra, S., Imran, M., Putri, A. & Marjulisa, R., 2023. Variant of Trapezoidal-Newton Method for Solving Nonlinear Equations and its Dynamics. *International Journal of Quantitative Research and Modeling*, Volume 4, pp. 230-232.
- Putri, S. R., Noviani, E. & Y., 2022. Prediksi Jumlah Penduduk dengan Persamaan Logistik Menggunakan Metode Adams-Bashforth-Moulton (Studi Kasus: Kalimantan Barat).

- Buletin Ilmiah Mat. Stat dan Terapannya (Bimaster)*, p. 160.
- Sianturi, G. & Fauzi, R., 2023. Pemodelan Kedalaman Laut Pada Perairan Selat Sunda Dan Sekitarnya Menggunakan Neural Network. s.l., *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi" SainTek"*.
- Side, S., Wahyuni, M. S. & A. R., 2019. Solusi Numerik Model Verhulst pada Estimasi Pertumbuhan Hasil Panen Padi dengan Metode Adam Bashforth-Moulton (ABM). *Journal of Mathematics, Computations, and Statistics*, pp. 93-94.
- Sutikno, A. N., 2020. *Bonus Demografi di Indonesia. Visioner*, p. 421.