

Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat di Bandar Udara Internasional Yogyakarta dengan *Triple Exponential Smoothing*

Azizah Arifiana ¹ Rohmatul Fajriyah ^{2*}

^{1,2} Jurusan Statistika FMIPA, Universitas Islam Indonesia, Jl. Kaliurang KM 14,5, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, 55584, Indonesia

*Corresponding author: rfajriyah@uii.ac.id



P-ISSN: 2986-4178
E-ISSN: 2988-4004

Riwayat Artikel

Dikirim: 06 Agustus 2025
Direvisi: 05 Desember 2025
Diterima: 02 Februari 2026

ABSTRAK

Transportasi udara adalah salah satu yang paling cepat dan mudah, terutama untuk perjalanan jarak jauh baik domestik maupun internasional. Peristiwa peningkatan jumlah penumpang pesawat yang berlebihan pada hari libur atau momen-momen tertentu, menjadi masalah yang mengakari adanya kepadatan di lalu lintas udara. Masalah ini mengakibatkan keterlambatan penerbangan dan menurunnya kualitas pelayanan. Oleh karena itu, untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan peramalan dengan metode statistik yang sesuai untuk data runtun waktu. Pada penelitian ini digunakan metode *Triple Exponential Smoothing*, yang sesuai untuk data jumlah penumpang pesawat per bulan pada tahun 2023 sampai 2024 yang memiliki pola tren dan musiman. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa peramalan dapat dikatakan cukup akurat, dibuktikan dengan nilai MAPE yang didapatkan sebesar 4,22%, yang menunjukkan bahwa *Triple Exponential Smoothing* memiliki tingkat kesalahan yang rendah. Oleh karena itu, metode *Triple Exponential Smoothing* dapat digunakan untuk peramalan jumlah penumpang pesawat di Bandar Udara Internasional Yogyakarta. Sehingga diharapkan dapat membantu pihak bandara dalam perencanaan operasional, pengelolaan kapasitas dan kualitas pelayanan di masa depan.

Kata Kunci: Penumpang pesawat, *Triple Exponential Smoothing*, Bandar Udara Internasional Yogyakarta, MAPE

ABSTRACT

Air transportation is one of the fastest and most convenient modes of travel, especially for long-distance journeys, both domestic and international. The occurrence of excessive increases in the number of airline passengers during holidays or special events has become a persistent issue, leading to congestion in air traffic. This problem results in flight delays and a decline in service quality. Therefore, to address this issue, forecasting using an appropriate statistical method for time series data is necessary. In this study, the Triple Exponential Smoothing method was employed, as it is suitable for the monthly airline passenger data from 2023 to 2024, which exhibits trend and seasonal patterns. Based on the results of the study, the forecasting was found to be quite accurate, as evidenced by a Mean Absolute Percentage Error (MAPE) of 4.22%, indicating a low level of error. Thus, the Triple Exponential Smoothing method can be utilized for forecasting the number of airline passengers at Yogyakarta International Airport. It is expected that this forecasting approach can assist the airport authorities in operational planning, capacity management, and improving service quality in the future.

Keywords: *Airline Passengers, Triple Exponential Smoothing, Yogyakarta International Airport, MAPE*

1. Pendahuluan

Transportasi udara merupakan salah satu transportasi yang paling cepat, mudah serta banyak diminati untuk memenuhi kebutuhan masyarakat dalam aktivitas ekonomi, sosial, maupun aktivitas lainnya yang memerlukan perjalanan jarak jauh antarwilayah, baik domestik maupun internasional. Selain kemudahan akses dan hemat waktu, banyaknya pilihan maskapai juga menjadikan transportasi tersebut semakin banyak diminati, terutama pada saat hari liburan atau hari-hari penting.

Peristiwa tersebut juga terjadi di Daerah Istimewa Yogyakarta, sebagai daerah yang memiliki banyak potensi untuk ekonomi pariwisata dan lainnya. Sebagai sarana transportasi udara Daerah Istimewa Yogyakarta, Bandar Udara Internasional Yogyakarta juga mengalami lonjakan jumlah penumpang. Berdasarkan data bulanan, jumlah penumpang YIA menunjukkan fluktuasi yang cukup signifikan, dengan peningkatan pada bulan-bulan tertentu seperti periode libur nasional dan akhir tahun. Sebagai contoh, pada bulan Mei tahun 2023 tercatat jumlah penumpang sebesar 405658 orang, yang lebih tinggi dibandingkan bulan sebelumnya sebesar 343514 orang. Kenaikan jumlah penumpang yang berlebihan mengakibatkan kepadatan lalu lintas udara, sehingga mempengaruhi keterlambatan penerbangan, permasalahan pada tingkat pelayanan di bandara dan lainnya [1]. Pengaruh tersebut akan berakibat pada menurunnya kepuasan penumpang [2].

Berangkat dari permasalahan tersebut, dibutuhkan solusi untuk mengatasi akibat dari peristiwa yang kemungkinan dapat terjadi. Maka dari itu, peneliti menggunakan salah satu metode statistik yang sesuai untuk data runtun waktu, yaitu *Exponential Smoothing*. *Exponential Smoothing* merupakan salah satu teknik analisis runtun waktu yang

menggunakan pembobotan data masa lalu untuk meramalkan kondisi yang akan datang [3] [4].

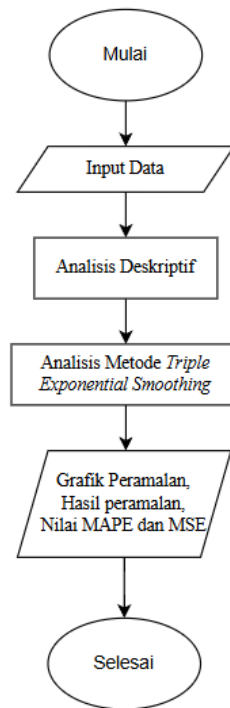
Exponential Smoothing sendiri terbagi menjadi tiga, yaitu *Single Exponential*, *Double Exponential*, dan *Triple Exponential*. Peneliti menggunakan salah satu metode tersebut yang sesuai dengan karakteristik data, yaitu *Triple Exponential Smoothing*. *Triple Exponential Smoothing* digunakan pada data runtun waktu yang memiliki pola musiman dan tren, sehingga metode ini cocok untuk data jumlah penumpang pesawat yang memiliki pola tersebut [5].

Beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan berbagai macam analisis yang sesuai untuk melakukan peramalan jumlah penumpang pesawat. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Sofiana dkk. (2020) pada bandara dengan menggunakan metode *Holt Winter's Exponential Smoothing* dan *Exponential Smoothing Even Based* [6]. Didapatkan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa ukuran MSE, RMSE, serta MAPE memberikan hasil yang baik. Kemudian Mujtaba dkk. (2021) juga melakukan peramalan jumlah penumpang pesawat menggunakan metode *Triple Exponential Smoothing* dan *fuzzy time series Ruey-Chyn Tsaur* yang menunjukkan hasil bahwa peramalan terbaik terdapat pada *fuzzy time series Ruey-Chyn Tsaur* dengan nilai MAPE 2,4% [7]. Selanjutnya penelitian dengan menggunakan metode *Support Vector Regression* (SVR) yang telah dilakukan oleh Purnama dan Hendarsin (2020) membuktikan bahwa model yang digunakan memiliki kemampuan peramalan yang akurat [8]. Berikutnya adalah penelitian oleh Salsabila dan Kesumawati (2023), yang melakukan penelitian pada jumlah penumpang pesawat dengan menggunakan *Double Exponential Smoothing*. Menunjukkan hasil MAPE sebesar 34,89691 yang dapat dikatakan bahwa hasil akurasi nilai peramalan biasa saja [9]. Terakhir merupakan penelitian yang berhubungan dengan penerapan *Triple Exponential Smoothing* pada jumlah penumpang pesawat yang dilakukan oleh Pratama (2025), menunjukkan bahwa hasil MAPE pada *Triple Exponential Smoothing additive* lebih kecil dibandingkan *Triple Exponential Smoothing Multiplicative* [10].

Dengan mendasari penelitian-penelitian yang berkaitan dengan peramalan jumlah penumpang pesawat, maka dalam penelitian ini dilakukan analisis pada data jumlah penumpang pesawat Bandar Udara Internasional Yogyakarta. Karena data tersebut memiliki pola tren dan musiman, maka digunakan metode yang sesuai, yaitu *Triple Exponential Smoothing additive*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperoleh model terbaik dengan metode tersebut, kemudian juga memperoleh hasil peramalan jumlah penumpang pesawat di Bandar Udara Internasional Yogyakarta.

2. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian ini dirancang untuk memberikan gambaran yang sistematis mengenai langkah-langkah yang diambil dalam pengolahan dan analisis data, sehingga mampu menghasilkan informasi yang relevan dan akurat. Seluruh proses dilakukan secara bertahap, dimulai dari pengumpulan data, validasi, hingga analisis akhir, yang dirancang untuk memecahkan rumusan masalah penelitian. Tahapan analisis yang dilakukan dapat dilihat pada **Gambar 1**, yang menunjukkan alur kerja secara lebih rinci.



Gambar 1 Diagram Alir Tahapan Analisis Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat dengan Metode *Triple Exponential Smoothing*

2.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari dosen pembimbing lapangan di kantor cabang bandara, berupa data jumlah penumpang pesawat per bulan dari Januari 2023 hingga Desember 2024. Proses analisis data dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman R.

2.2 *Triple Exponential Smoothing*

Metode yang digunakan oleh peneliti untuk meramalkan data jumlah penumpang pesawat selama 12 periode ke depan adalah *Exponential Smoothing*. *Exponential Smoothing* sendiri terdiri dari *Single Exponential Smoothing*, *Double Exponential Smoothing*, dan *Triple Exponential Smoothing*. Peneliti menerapkan salah satu dari metode tersebut dalam penelitian ini, yaitu *Triple Exponential Smoothing Additive*. Peramalan dengan metode ini menggunakan pola data tren dan musiman yang dilakukan melalui tiga kali proses pemulusan, hampir sama dengan metode *Double Exponential Smoothing*, tetapi ditambahkan nilai konstanta gamma agar diperoleh nilai pemulusan lebih kecil dan akurasi peramalan yang lebih tinggi. Berikut adalah persamaan yang digunakan dalam metode ini [11] [12] [13]:

Pemulusan *level*

$$L_t = \alpha(y_t/S_{t-s}) + (1 - \alpha)L_{t-1}S_{t-1}^{\phi} \quad (1)$$

Pemulusan tren

$$b_t = \beta(L_t/L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}^{\phi} \quad (2)$$

Pemulusan musiman

$$S_t = \gamma(y_t/L_t b_{t-1}^\phi) + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (3)$$

Setelah dilakukan pemulusan, peramalan untuk m periode mendatang dilakukan menggunakan persamaan berikut :

$$F_{t+m} = L_t b_{t-1}^\phi S_{t-s-m_s^+} \quad (4)$$

dengan $\phi_m = \phi + \phi^2 + \dots + \phi^m$ dan $m_s^+ = ((m - 1) \bmod m) + 1$

dengan keterangan berikut :

- L_t : estimasi *level* dari rangkaian data pada periode ke- t
- α : konstanta pemulusan untuk data
- y_t : data atau observasi pada periode ke- t
- β : estimasi konstanta pemulusan untuk tren
- b_t : estimasi kemiringan pada periode ke- t
- S_t : estimasi musiman pada periode ke- t
- γ : konstanta pemulusan untuk data musiman
- m : banyaknya periode ke depan yang ingin diramalkan
- ϕ : konstanta nilai parameter *damped*

2.3 Ukuran Kesalahan

Ukuran kesalahan dapat digunakan untuk dua hal, yaitu untuk memilih metode peramalan dan juga untuk mengukur keberhasilan atau kegagalan metode peramalan yang diterapkan. Salah satu ukuran kesalahan yang dapat digunakan adalah *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). MAPE adalah persentase kesalahan rata-rata secara mutlak. MAPE menunjukkan seberapa besar kesalahan nilai peramalan dibandingkan dengan nilai aktual. Selanjutnya untuk mendapatkan nilai MAPE, digunakan rumus berikut [14] [15]:

$$MAPE = \frac{100}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|A_t - F_t|}{A_t} \quad (5)$$

dengan keterangan berikut :

- A_t : nilai aktual data pada periode ke- t
- F_t : nilai peramalan pada periode ke- t
- n : jumlah periode data

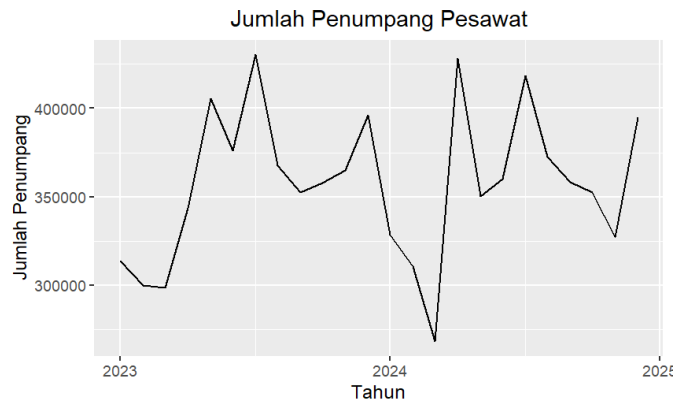
Selain MAPE, ukuran kesalahan lain yang umum digunakan adalah *Mean Squared Error* (MSE). MSE menghitung rata-rata kuadrat selisih antara nilai aktual dan nilai peramalan. Karena selisihnya dikuadratkan, MSE lebih sensitif terhadap kesalahan besar. Rumus MSE adalah sebagai berikut [16]:

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)^2}{n} \quad (6)$$

3. Hasil dan Pembahasan

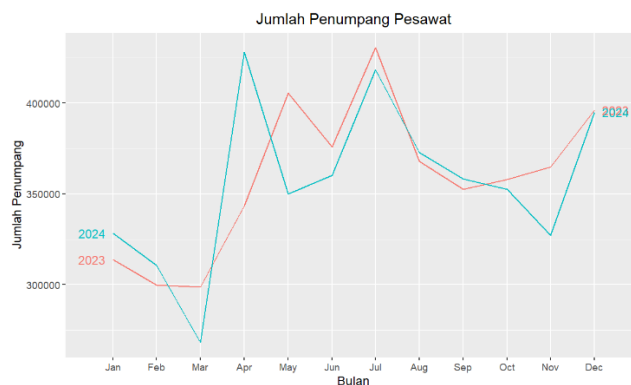
3.1. Analisis Deskriptif

Untuk mengetahui metode yang tepat digunakan dalam peramalan, maka dilakukan analisis deskriptif dengan melihat pola yang ada pada data. Peneliti menerapkan salah satu analisis deskriptif yang digambarkan dalam bentuk *line chart* serta *seasonal plot* menggunakan data jumlah penumpang pesawat per bulan pada tahun 2023 dan 2024. Hasil dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2 Line Chart Jumlah Penumpang Pesawat 2023-2024

Berdasarkan grafik yang ditampilkan **Gambar 2**, dapat dilihat bahwa pada data jumlah penumpang pesawat pada tahun 2023 hingga 2024 menunjukkan pola musiman dan tren. Pola musiman terlihat dari adanya puncak dan lembah yang terulang, seperti penurunan yang terjadi pada bulan Januari hingga Maret, yang kemungkinan terjadi karena berakhirnya musim liburan akhir tahun serta belum dimulainya musim libur panjang lainnya. Kemudian kenaikan dari bulan Desember, yang diduga berkaitan dengan libur sekolah dan libur akhir tahun.



Gambar 3 Seasonal Plot Jumlah Penumpang Pesawat 2023-2024

Berdasarkan grafik yang ditunjukkan pada **Gambar 3**, terlihat bahwa pola musiman untuk jumlah penumpang pesawat relatif konsisten pada tahun 2023 dan 2024. Jumlah penumpang cenderung turun pada bulan Januari hingga Maret, dengan jumlah terendah pada bulan Maret. Kemudian terjadi kenaikan juga pada bulan agustus hingga oktober, sebelum kembali mengalami peningkatan pada bulan Desember. Maka berdasarkan pola yang ditampilkan dari kedua grafik, metode yang cocok digunakan adalah *Triple Exponential Smoothing Additive*.

Tabel 1 Analisis Deskriptif Jumlah Penumpang Pesawat

<i>Mean</i>	<i>Min</i>	<i>Q1</i>	<i>Median</i>	<i>Q3</i>	<i>Max</i>
357376	268188	327996	357975	380783	430573

Pada **Tabel 1** dilampirkan statistik deskriptif jumlah penumpang pesawat di Bandar Udara Internasional Yogyakarta dari Januari 2023 hingga Desember 2024. Data menunjukkan bahwa rata-rata jumlah penumpang pesawat sebesar 357376 orang, dengan jumlah terbanyak mencapai 430573 dan terkecil sebesar 268188. Hasil juga menunjukkan bahwa kuartil 1 sebesar 327996, median sebesar 357975, dan kuartil 3 sebesar 380783.

3.2. Triple Exponential Smoothing

Triple Exponential Smoothing merupakan salah satu metode peramalan yang melakukan tiga kali pemulusan, berupa *level*, tren dan musiman. Pada metode ini digunakan tiga parameter pemulusan, yaitu α , β , dan γ , dengan masing-masing memiliki rentang nilai antara 0 dan 1. Selain itu, karena peneliti menggunakan *damped* untuk meredamkan trend dari kecenderungan naik secara eksponensial, maka ditambahkan parameter ϕ . Dengan menggunakan bahasa pemrograman *R* yang secara otomatis mendapatkan nilai parameter terbaik, berikut didapatkan nilai dari setiap parameter berdasarkan *output* yang terdapat pada **Tabel 2**.

Tabel 2 Nilai setiap Parameter Pemulusan *Triple Exponential Smoothing*

<i>Smoothing Parameters</i>	<i>Nilai</i>
α	2e-04
β	2e-04
γ	0.9995
ϕ	0.8229

Berdasarkan **Tabel 2**, seluruh parameter berada pada rentang 0 dan 1, yang berarti model yang didapat memiliki faktor bobot untuk setiap parameter pemulusan. Nilai *damped* 0,8229 sebesar menunjukkan bahwa komponen tren mengalami peredaman, sehingga tren tidak dilanjutkan secara penuh pada peramalan periode berikutnya. Dengan demikian, model *Triple Exponential Smoothing Additive* dengan *Damped* Parameter dapat diterapkan dengan persamaan model berikut:

Pemulusan *level*

$$L_t = 2e^{-4} \left(\frac{y_t}{S_{t-s}} \right) + (1 - 2e^{-4}) L_t S_{t-1}^{0.8229} \quad (7)$$

Pemulusan tren

$$b_t = 2e^{-4} \left(\frac{L_t}{L_{t-1}} \right) + (1 - 2e^{-4}) b_{t-1}^{0.8229} \quad (8)$$

Pemulusan musiman

$$S_t = 0.9995 \left(\frac{L_t}{L_t b_{t-1}^{0.8229}} \right) + (1 - 0.9995) S_{t-s} \quad (9)$$

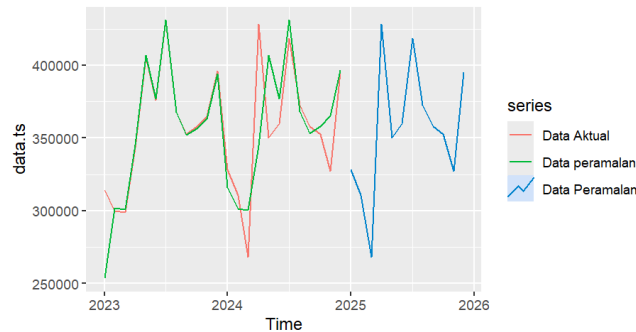
Peramalan

$$F_{t+m} = L_t b_t^{0.8229} S_{t-m_s^+} \quad (10)$$

3.3. Prediksi 12 Periode Mendatang

Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode *Triple Exponential Smoothing Additive*, didapatkan hasil berupa nilai dari peramalan sebanyak 12 periode mendatang.

Peneliti menggunakan bahasa pemrograman *R* untuk menghitung peramalan yang dilakukan dengan metode tersebut, sehingga didapatkan hasil jumlah penumpang pesawat yang digambarkan dalam grafik pada **Gambar 4**.



Gambar 4 Grafik Hasil Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat

Berdasarkan grafik pada **Gambar 4**, data peramalan yang ditunjukkan dengan garis biru hampir menyerupai atau sesuai dengan data aktual yang berwarna merah. Sisi kiri grafik menunjukkan jumlah penumpang pesawat, kemudian waktu menunjukkan periode data dari tahun 2023 hingga 2025. Pada hasil peramalan untuk 12 periode yang digambarkan dengan garis biru, menunjukkan bahwa kemungkinan akan terjadi kenaikan yang tinggi pada bulan April 2025, yang diduga berkaitan dengan meningkatnya arus balik setelah Hari Raya Idulfitri 2025. Sedangkan penurunan akan terjadi sama seperti 2 tahun sebelumnya, yaitu di bulan Maret 2025. Selanjutnya, berikut ditampilkan nilai hasil peramalan selama 12 periode, seperti yang ditampilkan pada **Tabel 3**.

Tabel 3 Hasil Nilai Peramalan 12 Periode ke Depan

Bulan	Nilai
Januari	328451
Februari	310716
Maret	268308
April	428092
Mei	350173
Juni	360132
Juli	418494
Agustus	372753
September	358119
Oktober	352435
November	327178
Desember	395040

3.4. MAPE dan MSE

Setelah didapatkan hasil nilai peramalan menggunakan metode *Triple Exponential Smoothing additive*, selanjutnya mengevaluasi tingkat akurasi model. Evaluasi dilakukan dengan menghitung nilai ukuran kesalahan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dan *MSE (Mean Squared Error)*. MAPE merupakan persentase kesalahan rata-rata secara mutlak yang menunjukkan seberapa besar kesalahan nilai peramalan dibandingkan dengan nilai aktual. Sementara itu, MSE mengukur rata-rata kuadrat selisih antara nilai aktual dan nilai hasil peramalan, yang memberikan perhatian lebih terhadap kesalahan yang besar.

MAPE dan MSE dihitung berdasarkan data peramalan 12 periode tersebut, serta data aktual jumlah penumpang pesawat tahun 2023 hingga 2024. Perhitungan dilakukan menggunakan bahasa pemrograman *R*, didapatkan nilai ukuran kesalahan sebagai berikut.

Tabel 4 Hasil Evaluasi Model Peramalan

Ukuran Kesalahan	Nilai
MAPE	4.223907
MSE	710716323
AIC	601.4361

Tabel 4 menunjukkan bahwa ukuran kesalahan yang didapatkan dari peramalan untuk 12 periode tersebut adalah sebesar 4,223907 atau 4,22% dan sekitar 710716323 untuk MSE. Selain itu, nilai AIC yang diperoleh dari model peramalan adalah sebesar 601,4361. Karena rendahnya nilai MAPE, serta nilai MSE yang masih dalam batas wajar diperkirakan bahwa metode yang digunakan memiliki keakuratan yang baik. Oleh karena itu, metode *Triple Exponential Smoothing Additive* yang digunakan pada data jumlah penumpang pesawat dapat dianggap baik untuk mendapatkan peramalan yang akurat.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, *Triple Exponential Smoothing Additive* memiliki parameter pemulusan yang baik dalam meramalkan jumlah penumpang pesawat di Bandar Udara Internasional Yogyakarta. Salah satu bukti keberhasilan metode ini, dibuktikan oleh hasil nilai MAPE yang diperoleh sebesar 4,22% dan MSE sebesar 710716323, yang menunjukkan bahwa model yang digunakan untuk meramalkan pola musiman dan tren pada data jumlah penumpang pesawat tersebut dapat dikatakan akurat. Akan tetapi, penelitian ini memiliki keterbatasan, yaitu jumlah data yang kecil, sehingga hasil peramalan kemungkinan dapat berubah jika diterapkan pada periode data yang lebih panjang. Dengan demikian, metode ini dapat dijadikan alat yang berguna dalam perencanaan dan pengambilan keputusan bagi pihak bandara atau instansi yang terkait dalam transportasi udara, terutama pada pengelolaan jumlah penumpang pesawat.

Penelitian ini membuktikan bahwa metode *Triple Exponential Smoothing Additive* dapat menangkap pola tren dan musiman secara akurat, sehingga diharapkan dapat menjadi dasar bagi pihak bandara dalam perencanaan operasional dan pelayanan penumpang yang lebih efektif. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan melakukan studi banding dengan metode lain seperti SARIMA, ARIMAX, atau pendekatan *Machine Learning* untuk menguji model yang memiliki tingkat kesalahan lebih rendah atau hasil yang lebih akurat.

5. Daftar Pustaka

- [1] Y. Farida, S. Yusi dan D. Yuliati, "Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat di Bandar Udara Internasional Juanda Menggunakan Metode Exponential Smoothing Event-Based Method," *Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, vol. 15, no. 4, pp. 709-718, 2021.
- [2] S. S. Irawan dan F. Albanna, "Pengaruh Kualitas Pelayanan dan Ketersediaan Fasilitas Terhadap Kepuasan Penumpang di Ruang Tunggu PT Angkasa Pura I Bandar Udara Internasional Sams Sepinggan Balikpapan," *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Indonesia*, vol. 1, no. 1, pp. 58-67, 2022.
- [3] B. M. Utami, R. Latuconsina dan M. Kallista, "Prediksi Delay Pesawat Menggunakan Exponential Smoothing Aircraft Delay Prediction Using Exponential Smoothing Method," *EProceedings of Engineering*, vol. 7, no. 2, pp. 4891-4901, 2020.
- [4] I. Ardiansah, I. F. Adiarsa, S. H. Putri dan T. Pujiyanto, "Penerapan Analisis Runtun Waktu pada Peramalan Penjualan Produk Organik menggunakan Metode Moving Average dan Exponential Smoothing," *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, vol. 10, no. 4, pp. 548-559, 2021.
- [5] A. N. Febriyanti dan N. A. K. Rifai, "Metode Triple Exponential Smoothing Holt-Winters untuk Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api di Pulau Jawa," *Bandung Conference Series : Statistics*, vol. 2, no. 2, pp. 152-158, 2022.

- [6] Sofiana, Suparti, A. R. Hakim dan I. T. Utami, “Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat di Bandara Internasional Ahmad Yani dengan Metode Holt Winter's Exponential Smoothing dan Metode Exponential Smoothing Event Based,” *Jurnal Gaussian*, vol. 9, no. 4, pp. 2339-2541, 2020.
- [7] W. F. Mujtaba, G. A. M. Srinadi dan W. Sumarjaya, “Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat Bandara I Gusti Ngurah Rai Menggunakan Exponential Smoothing dan Ruey-Chyn Tsaur,” *E-Jurnal Matematika*, vol. 10, no. 4, pp. 222-228, 2021.
- [8] D. I. Purnama dan O. P. Hendarsin, “Peramalan Jumlah Penumpang Berangkat Melalui Transportasi Udara di Sulawesi Tengah Menggunakan Support Vector Regression (SVR),” *Jampura Journal of Mathematics*, vol. 2, no. 2, pp. 49-59, 2020.
- [9] A. Salsabila dan A. Kesumawati, “Peramalan Jumlah Kedatangan Penumpang Pesawat Internasional di Bandara Soekarno-Hatta Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing,” *Emerging Statistics and Data Science Journal*, vol. 1, no. 2, pp. 250-259, 2023.
- [10] M. Pratama, “The Forecasting for Number of Airplane Passengers at International Airport Soekarno Hatta, Jakarta Using Some Time Series Models,” UIN SUSKA RIAU, Pekanbaru, 2025.
- [11] R. S. Dewi, I. Jaya dan I. Husein, “Peramalan Penerimaan Pajak Kendaraan Bermotor Menggunakan Metode Triple Exponential Smoothing di Sumatera Utara,” *Jurnal Penelitian Matematika dan Pendidikan Matematika*, vol. 7, no. 2, pp. 572-583, 2024.
- [12] J. Vimala dan A. Nugroho, “Forecasting Penjualan Obat Menggunakan Metode Single, Double, dan Triple Exponential Smoothing (Studi Kasus : Apotek Mandiri Medika),” *Jurnal Penerapan Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 1, no. 2, pp. 90-99, 2022.
- [13] F. B. Salam dan M. D. Kartikasari, “Perbandingan Metode Peramalan Double Exponential Smoothing dan Triple Exponential Smoothing with Damped Parameter terhadap Kunjungan Wisatawan Mancanegara di Provinsi Jawa Barat,” *Emerging Statistics and Data Science Journal*, vol. 1, no. 1, pp. 148-158, 2023.
- [14] M. D. Kartikasari, “Forecasting COVID-19 Cases in Indonesia using Hybrid Double Exponential Smoothing,” *Enthusiastic : International Journal of Applied Statistics and Data Science*, vol. 1, no. 2, pp. 53-57, 2021.
- [15] B. Putro, M. T. Furqon dan S. H. Wijoyo, “Prediksi Jumlah Kebutuhan Pemakaian Air Menggunakan Metode Exponential Smoothing,” *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 11, pp. 4679-4686, 2018.
- [16] A. M. H. Kamila dan A. Kesumawati, “Peramalan Nilai Ekspor Provinsi Kalimantan Timur Menggunakan Metode Double Eksponential Smoothing(DES),” *Emerging Statistics and Data Science Journal*, vol. 1, no. 1, pp. 1-9, 2023.