

SENASTIKA Universitas Malikussaleh

PENERAPAN METODE SINGLE EXPONENTIAL SMOOTHING UNTUK MEMPREDIKSI JUMLAH PENUMPANG KERETA API

Muhammad Faisz Aslam^{*1}, Munirul Ula²

^{1,2}Teknik Informatika, Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe, Aceh
Email : muhammad.210170174@mhs.unimal.ac.id , munirulula@unimal.ac.id

Abstrak

This study aims to apply the Single Exponential Smoothing method to predict the number of train passengers in Indonesia to support the operational planning of PT Kereta Api Indonesia (KAI). The modernization of infrastructure and improvement of train services have been a top priority for the government to enhance public mobility and economic growth. However, fluctuations in the number of passengers affected by seasons, holidays, and special events pose a challenge in managing railway transportation. The Single Exponential Smoothing method was chosen due to its ability to assign greater weight to more recent data, allowing for quick capture of trend changes and providing more accurate predictions. This study uses historical passenger data to analyze and model forecasting using various alpha values to determine the best level of accuracy. The results show that using alpha values of 0.1, 0.3, 0.5, and 0.8, the best MAD measurements are achieved with Jabodetabek at alpha=0.3 (1052), Non-Jabodetabek at alpha=0.5 (586), Java at alpha=0.8 (1235), Sumatera at alpha=0.1 (29), and Airport at alpha=0.5 (38). The best MSE measurements are Jabodetabek at alpha=0.1 (1,953,420), Non-Jabodetabek at alpha=0.3 (651,336), Java at alpha=0.8 (2,521,278), Sumatera at alpha=0.1 (1487), and Airport at alpha=0.1 (2306). Meanwhile, the best MAPE measurements are Jabodetabek at alpha=0.3 (3.90%), Non-Jabodetabek at alpha=0.5 (8.34%), Java at alpha=0.8 (3.68%), Sumatera at alpha=0.1 (6.44%), and Airport at alpha=0.3 (5.74%).

Keywords: *Forecasting, Single Exponential Smoothing, Railway, Passenger Count*

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode Single Exponential Smoothing dalam memprediksi jumlah penumpang kereta api di Indonesia guna mendukung perencanaan operasional PT Kereta Api Indonesia (KAI). Modernisasi infrastruktur dan peningkatan layanan kereta api telah menjadi prioritas utama pemerintah untuk meningkatkan mobilitas masyarakat dan pertumbuhan ekonomi. Namun, fluktuasi jumlah penumpang yang dipengaruhi oleh musim, hari libur, dan event khusus menjadi tantangan dalam pengelolaan transportasi kereta api. Metode Single Exponential Smoothing dipilih karena kemampuannya memberikan bobot lebih pada data terbaru, sehingga dapat menangkap perubahan tren dengan cepat dan memberikan prediksi yang lebih akurat. Penelitian ini menggunakan data historis jumlah penumpang untuk menganalisis dan memodelkan peramalan menggunakan berbagai nilai alpha guna menentukan tingkat akurasi terbaik. Hasil penelitian menunjukkan dengan menggunakan bobot 0.1, 0.3, 0.5 dan 0.8. Pada pengukuran MAD yang terbaik yaitu Jabodetabek alpha=0,3 yakni 1052, Non Jabodetabek alpha=0,5 yakni 586, Jawa alpha=0,8 yakni 1235, Sumatera alpha=0,1 yakni 29 dan Bandara alpha=0,5 yakni 38. Pada MSE yang terbaik yaitu, Jabodetabek alpha=0,1 yakni 1953420, Non Jabodetabek alpha=0,3 yakni 651336, Jawa alpha=0,8 yakni 2521278, Sumatera alpha=0,1 yakni 1487 dan Bandara alpha=0,1 yakni 2306. Sedangkan pada pengukuran MAPE yang terbaik adalah Jabodetabek alpha=0,3 yakni 3,90%, Non Jabodetabek alpha=0,5 yakni 8,34%, Jawa alpha=0,8 yakni 3,68%, Sumatera alpha=0,1 yakni 6,44% dan Bandara alpha=0,3 yakni 5,74%.

Kata kunci: *Peramalan, Single Exponential Smoothing, Kereta Api, Jumlah Penumpang*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan transportasi di Indonesia, terutama kereta api, telah mengalami kemajuan signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Modernisasi infrastruktur dan peningkatan layanan kereta api menjadi prioritas utama bagi pemerintah untuk mendukung mobilitas masyarakat dan mendukung pertumbuhan ekonomi. PT Kereta Api Indonesia (KAI) sebagai penyedia utama layanan kereta api, dihadapkan pada tantangan untuk mengelola fluktuasi jumlah penumpang yang dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti musim, hari libur, dan event-event khusus. Oleh karena itu, prediksi jumlah penumpang yang akurat menjadi sangat penting untuk perencanaan operasional, pengelolaan sumber daya, dan pengoptimalan jadwal kereta.

Dalam konteks ini, penerapan teknologi informasi (IT) yang efektif untuk menganalisis data penumpang sangat dibutuhkan. Dengan adanya sistem analitik berbasis data, perusahaan transportasi dapat membuat

keputusan yang lebih tepat dan responsif. Salah satu metode peramalan yang telah banyak digunakan dalam analisis deret waktu adalah Single Exponential Smoothing. Metode ini memberikan bobot lebih pada data terbaru, yang memungkinkan untuk menangkap perubahan tren secara cepat. Keunggulan metode ini, terutama dalam menghadapi data yang berfluktuasi, membuatnya menjadi pilihan yang menarik untuk digunakan dalam konteks prediksi jumlah penumpang kereta api.

Penelitian sebelumnya, yang membandingkan Moving Average dengan Single Exponential Smoothing pada peramalan hasil penjualan produk minyak goreng di PT. Tunas Baru Lampung menunjukkan bahwa pada setiap metode dapat memprediksi dengan cukup efisien dengan dipengaruhi oleh nilai bobot[9]. Dengan demikian, dalam penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan suatu peramalan yang efisien dalam pergerakan nilai bobot.

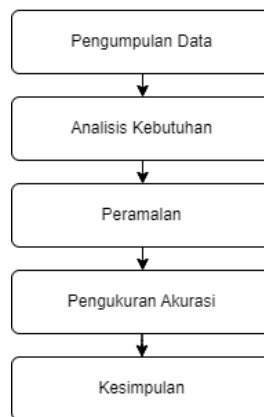
Dengan memfokuskan pada prediksi jumlah penumpang kereta api, Diharapkan dapat memberikan wawasan baru dan rekomendasi bagi PT KAI dalam meningkatkan efisiensi operasional dan layanan kepada masyarakat. Selain itu, dengan integrasi teknologi informasi yang semakin maju, penelitian ini juga akan membantu dalam pengembangan sistem manajemen berbasis data real-time, yang memungkinkan PT KAI untuk memproses dan menganalisis data penumpang secara cepat dan akurat. Diharapkan, dengan penerapan metode ini, prediksi yang dihasilkan lebih akurat dan dapat mendukung pengambilan keputusan strategis yang lebih baik, serta meningkatkan efisiensi operasional PT KAI di masa depan.

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode Single Exponential Smoothing dalam memprediksi jumlah penumpang kereta api di Indonesia. Dengan integrasi metode ini dalam sistem manajemen transportasi, diharapkan dapat meningkatkan akurasi prediksi dan memberikan rekomendasi strategis bagi PT KAI untuk mengoptimalkan layanan kepada masyarakat. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan sistem informasi manajemen transportasi berbasis data yang lebih baik di Indonesia.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini, terdapat berbagai tahapan yang dilakukan. Tahapan-tahapan ini dilakukan untuk memperoleh hasil yang diharapkan. Gambar 1 dibawah ini menunjukkan alur yang dilalui untuk mendapatkan hasil yang diinginkan.



Gambar 1. Alur Penelitian

2.2 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini didapat dari sumber publik yang berasal dari website resmi Badan Pusat Statistik yang yakni bps.go.id dan dapat diunduh dari tautan berikut: <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NzIjMg==/jumlah-penumpang-kereta-api>. Berikut adalah data yang dikumpulkan dari website resmi Badan Pusat Statistik.

Tabel 1. Data jumlah penumpang kereta api tahun 2024 (ribu orang)

Bulan	Jabodetabek	Non Jabodetabek	Jawa	Sumatera	Bandara
Januari	26848	6147	32995	512	618
Februari	24617	6193	30810	496	603
Maret	26012	5730	31742	456	578
April	25543	8011	33554	585	704
Mei	27057	6907	33964	539	650
Juni	26740	7093	33832	521	655
Juli	29241	7399	36640	533	711

2.3 Analisis Kebutuhan

Analisis Kebutuhan merupakan salah satu tahapan untuk bisa mengidentifikasi suatu kebutuhan agar dapat diproses ke tahapan selanjutnya. Tujuan dari analisis kebutuhan adalah untuk memastikan bahwa semua kebutuhan, baik dari segi fungsional maupun non-fungsional, diidentifikasi sejak awal sehingga solusi yang dikembangkan dapat memenuhi ekspektasi dan menyelesaikan masalah dengan efektif[1].

2.4 Peramalan/Prediksi

Peramalan atau prediksi adalah proses memperkirakan atau memproyeksikan kejadian atau nilai yang akan datang berdasarkan data historis dan analisis pola yang ada[6]. Tujuannya adalah untuk memberikan gambaran tentang hasil atau tren masa depan dengan menggunakan metode statistik, matematika, atau algoritma pembelajaran mesin. Peramalan sering digunakan dalam berbagai bidang seperti bisnis, ekonomi, dan sains untuk mendukung pengambilan keputusan dan perencanaan yang lebih baik.

2.4.2 Single Exponential Smoothing

Metode Single Exponential Smoothing bekerja dengan memberikan bobot yang lebih besar pada data terbaru dan bobot yang lebih kecil pada data lama, sehingga memberikan respons yang lebih cepat terhadap perubahan tren atau pola[2],[8]. Berikut adalah rumus dari single exponential smoothing yang digunakan pada penelitian ini.

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1})$$

F_t = peramalan baru
 F_{t-1} = peramalan periode sebelumnya
 α = penghalusan/bobot konstan ($0 \leq \alpha \leq 1$)
 A_{t-1} = Aktual periode sebelumnya

2.5 Pengukuran Akurasi

Pengukuran akurasi diperlukan supaya dapat mengetahui keakuratan peramalan atau prediksi, untuk mendapatkan hasil yang diharapkan. Pengukuran akurasi dilakukan dengan tiga cara yaitu Mean Absolute Deviation (MAD), Mean Squared Error (MSE) dan Mean Absolute Percent Error (MAPE)[5].

2.5.1 Mean Absolute Deviation (MAD)

Mean Absolute Deviation (MAD) mengukur seberapa banyak peramalan yang melesat dari target[7][8]. Berikut adalah rumus dari MAD.

$$\frac{\sum |Actual - Forecast|}{n}$$

n = jumlah observasi

2.5.1 Mean Squared Error (MSE)

Mean Squared Error (MSE) mengukur rata-rata perbedaan kuadrat antara nilai yang di perkirakan dan yang diamati[3]. Berikut adalah rumus dari MSE.

$$\frac{\sum (Forecast\ errors)^2}{n}$$

n = jumlah observasi

2.5.1 Mean Absolute Percent Error (MAPE)

Mean Absolute Percent Error (MAPE) mengukur rata-rata perbedaan mutlak antara nilai yang diperkirakan dan nilai aktual[4]. Berikut adalah rumus dari MAPE.

$$\frac{\sum_{i=1}^n 100 |Actual_i - Forecast_i| / Actual_i}{n}$$

n = jumlah observasi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Melakukan Peramalan

Peramalan metode single exponential smoothing dibutuhkan peramalan awal maka peramalan awal, maka ditentukan peramalan awal untuk bulan januari dari rata-rata data aktual dari bulan januari sampai juli untuk setiap wilayah. Penulis menentukan beberapa nilai bobot/alpha untuk dilakukan peramalan yaitu, 0.1, 0.3, 0.5 dan 0.8. Berikut adalah hasil peramalan dari setiap nilai bobot.

Tabel 2. Prediksi alpha=0,1
Forecast alpha = 0,1

4 SENASTIKA 2024, Jurusan Informatika Universitas Malikussaleh

Bulan	Jabodetabek	Non Jabodetabek	Jawa	Sumatera	Bandara
Januari	26580	6783	33362	520	646
Februari	26607	6719	33326	519	643
Maret	26408	6667	33074	517	639
April	26368	6573	32941	511	633
Mei	26286	6717	33002	518	640
Juni	26363	6736	33098	520	641
Juli	26400	6772	33172	521	642
Agustus	26684	6834	33519	522	649

Prediksi pada bobot $\alpha=0,1$, fluktuasi data yang tidak cukup signifikan, karena prediksi atau peramalan menggunakan bobot yang cukup kecil untuk menentukan hasil. Pada bobot $\alpha=0,1$ semua wilayah mendapatkan prediksi penumpang paling banyak pada bulan agustus.

Tabel 3. Prediksi $\alpha=0,3$

Forecast $\alpha =0,3$					
Bulan	Jabodetabek	Non Jabodetabek	Jawa	Sumatera	Bandara
Januari	26580	6783	33362	520	646
Februari	26660	6592	33252	518	637
Maret	26047	6472	32520	511	627
April	26037	6250	32286	495	612
Mei	25889	6778	32667	522	640
Juni	26239	6817	33056	527	643
Juli	26389	6900	33289	525	647
Agustus	27245	7049	34294	528	666

Prediksi pada bobot $\alpha=0,3$, fluktuasi data yang lumayan signifikan, karena prediksi atau peramalan menggunakan bobot yang lumayan untuk menentukan hasil. Pada bobot $\alpha=0,3$ semua wilayah mengalami naik turun dari januari hingga agustus.

Tabel 4. Prediksi $\alpha=0,5$

Forecast $\alpha =0,5$					
Bulan	Jabodetabek	Non Jabodetabek	Jawa	Sumatera	Bandara
Januari	26580	6783	33362	520	646
Februari	26714	6465	33179	516	632
Maret	25665	6329	31994	506	617
April	25839	6029	31868	481	598
Mei	25691	7020	32711	533	651
Juni	26374	6964	33338	536	650
Juli	26557	7028	33585	529	653
Agustus	27899	7214	35112	531	682

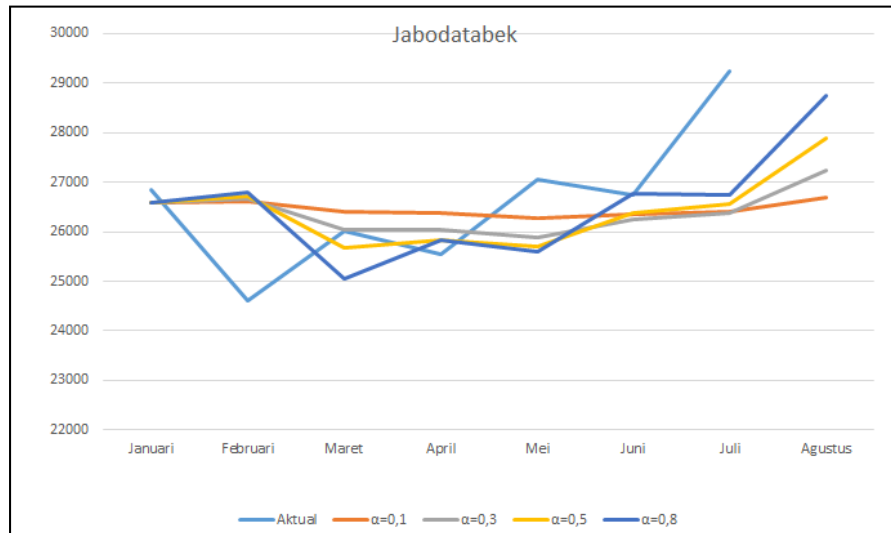
Prediksi pada bobot $\alpha=0,5$, fluktuasi data yang sangat lumayan signifikan, karena prediksi atau peramalan menggunakan bobot yang sangat lumayan untuk menentukan hasil. Pada bobot $\alpha=0,5$ semua wilayah mengalami naik turun yang cukup signifikan dari januari hingga agustus.

Tabel 5. Prediksi $\alpha=0,8$

Forecast $\alpha =0,8$					
Bulan	Jabodetabek	Non Jabodetabek	Jawa	Sumatera	Bandara
Januari	26580	6783	33362	520	646
Februari	26794	6274	33068	514	624
Maret	25052	6209	31262	500	607
April	25820	5826	31646	465	584
Mei	25598	7574	33172	561	680
Juni	26765	7040	33806	543	656
Juli	26745	7082	33827	525	655
Agustus	28742	7336	36077	531	700

Prediksi pada bobot $\alpha=0,8$, fluktuasi data yang tinggi, karena prediksi atau peramalan menggunakan bobot yang sangat tinggi untuk menentukan hasil. Pada bobot $\alpha=0,8$ semua wilayah mengalami naik turun yang lumayan tinggi dari Januari hingga Agustus.

Dari table-table diatas dapat dilihat bahwa data peramalan dari bulan Januari sampai Agustus bervariasi dari berbagai nilai bobot/ α . Untuk dapat melihat variasi data dengan mudah, penulis melakukan visualisasi data prediksi di wilayah jabodetabek kedalam bentuk grafik. Berikut adalah grafik peramalan wilayah jabodetabek.



Gambar 2. Prediksi wilayah jabodetabek

3.2 Keakuratan Peramalan

Pengukuran peramalan dilakukan menggunakan MAD, MSE dan MAPE untuk menentukan peramalan terbaik. Berikut adalah keakuratan peramalan MAD, MSE dan MAPE dari setiap nilai bobot/ α .

Tabel 6. Pengukuran MAD
Mean Absolute Deviation (MAD)

Wilayah	$\alpha=0,1$	$\alpha=0,3$	$\alpha=0,5$	$\alpha=0,8$
Jabodetabek	1067	1052	1061	1095
Non Jabodetabek	673	635	586	631
Jawa	1427	1469	1354	1235
Sumatera	29	30	30	35
Bandara	42	41	38	41

Pengukuran peramalan yang dilakukan menggunakan MAD menunjukkan bahwa yang akurasi melesat paling sedikit Jabodetabek pada bobot $\alpha=0,3$ yakni 1052, Non Jabodetabek $\alpha=0,5$ yakni 586, Jawa $\alpha=0,8$ yakni 1235, Sumatera $\alpha=0,1$ yakni 29 dan Bandara $\alpha=0,5$ yakni 38.

Tabel 7. Pengukuran MSE
Mean Squared Error (MSE)

Wilayah	$\alpha=0,1$	$\alpha=0,3$	$\alpha=0,5$	$\alpha=0,8$
Jabodetabek	1953420	2034219	1982964	2024016
Non Jabodetabek	597711	651336	704343	851895
Jawa	3158006	3118308	2828597	2521278
Sumatera	1487	1735	2010	2541
Bandara	2306	2451	2551	2926

Pengukuran peramalan yang dilakukan menggunakan MSE menunjukkan bahwa yang akurasi melesat paling sedikit Jabodetabek pada bobot $\alpha=0,1$ yakni 1953420, Non Jabodetabek $\alpha=0,3$ yakni 651336, Jawa $\alpha=0,8$ yakni 2521278, Sumatera $\alpha=0,1$ yakni 1487 dan Bandara $\alpha=0,1$ yakni 2306.

Tabel 8. Pengukuran MAPE

Mean Absolute Percent Error (MAPE)				
Wilayah	$\alpha=0,1$	$\alpha=0,3$	$\alpha=0,5$	$\alpha=0,8$
Jabodetabek	3,97%	3,90%	3,94%	4,09%

Non Jabodetabek	9,92%	9,18%	8,34%	8,85%
Jawa	4,25%	4,36%	4,02%	3,68%
Sumatera	5,52%	5,63%	5,61%	6,44%
Bandara	6,44%	6,31%	5,74%	6,08%

Pengukuran peramalan yang dilakukan menggunakan MAPE menunjukkan bahwa yang akurasi melesat paling sedikit yaitu, Jabodetabek pada bobot $\alpha=0,5$ yakni 3,94%, Non Jabodetabek $\alpha=0,5$ yakni 8,34%, Jawa $\alpha=0,8$ yakni 3,68%, Sumatera $\alpha=0,1$ yakni 5,52% dan Bandara $\alpha=0,5$ yakni 5,74%.

Berdasarkan semua pengukuran diatas yakni MAD, MSE dan MAPE dapat diketahui peramalan mana yang cocok untuk menentukan hasil yang baik.

3.2 Hasil Peramalan

Peramalan dan nilai akurasi MAD, MSE dan MAPE sangat berepergaruh berdasarkan nilai bobot/alpha yang digunakan. Dengan menggunakan bobot 0.1, 0.3, 0.5 dan 0.8. Pada pengukuran MAD yang terbaik yaitu Jabodetabek $\alpha=0,3$ yakni 1052, Non Jabodetabek $\alpha=0,5$ yakni 586, Jawa $\alpha=0,8$ yakni 1235, Sumatera $\alpha=0,1$ yakni 29 dan Bandara $\alpha=0,5$ yakni 38. Pada MSE yang terbaik yaitu, Jabodetabek $\alpha=0,1$ yakni 1953420, Non Jabodetabek $\alpha=0,3$ yakni 651336, Jawa $\alpha=0,8$ yakni 2521278, Sumatera $\alpha=0,1$ yakni 1487 dan Bandara $\alpha=0,1$ yakni 2306. Sedangkan pada pengukuran MAPE yang terbaik adalah Jabodetabek $\alpha=0,3$ yakni 3,90%, Non Jabodetabek $\alpha=0,5$ yakni 8,34%, Jawa $\alpha=0,8$ yakni 3,68%, Sumatera $\alpha=0,1$ yakni 6,44% dan Bandara $\alpha=0,3$ yakni 5,74%.

4. DISKUSI

Pemilihan nilai alpha pada metode single exponential smoothing berpengaruh signifikan terhadap akurasi peramalan di berbagai wilayah. Nilai alpha yang lebih kecil cenderung menghasilkan peramalan yang lebih halus, sedangkan nilai alpha yang lebih besar memberikan respons yang lebih cepat terhadap perubahan data[1]. Hasil evaluasi menggunakan MAD, MSE, dan MAPE menunjukkan bahwa setiap wilayah memiliki nilai alpha optimal yang berbeda-beda. Untuk wilayah seperti Jabodetabek dan Jawa, nilai alpha yang lebih besar memberikan hasil yang lebih baik dalam mengakomodasi fluktuasi data, sedangkan wilayah seperti Sumatera dan Bandara lebih cocok dengan alpha yang lebih kecil. Oleh karena itu, dalam penggunaan metode single exponential smoothing, penting untuk menyesuaikan nilai alpha dengan karakteristik data agar dapat mencapai akurasi peramalan yang optimal.

5. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan peramalan dengan berbagai nilai bobot/alpha, dapat disimpulkan bahwa kinerja model peramalan berbeda-beda untuk setiap wilayah, tergantung pada nilai alpha yang digunakan dan ukuran evaluasi yang digunakan, yaitu Mean Absolute Deviation (MAD), Mean Squared Error (MSE), dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Berikut adalah kesimpulan dari hasil analisis.

MAD Terbaik:

- Jabodetabek: $\alpha = 0,3$ (MAD = 1052)
- Non Jabodetabek: $\alpha = 0,5$ (MAD = 586)
- Jawa: $\alpha = 0,8$ (MAD = 1235)
- Sumatera: $\alpha = 0,1$ (MAD = 29)
- Bandara: $\alpha = 0,5$ (MAD = 38)

MSE Terbaik:

- Jabodetabek: $\alpha = 0,1$ (MSE = 1953420)
- Non Jabodetabek: $\alpha = 0,3$ (MSE = 651336)
- Jawa: $\alpha = 0,8$ (MSE = 2521278)
- Sumatera: $\alpha = 0,1$ (MSE = 1487)
- Bandara: $\alpha = 0,1$ (MSE = 2306)

MAPE Terbaik:

- Jabodetabek: $\alpha = 0,3$ (MAPE = 3,94%)
- Non Jabodetabek: $\alpha = 0,5$ (MAPE = 8,34%)
- Jawa: $\alpha = 0,8$ (MAPE = 3,68%,)
- Sumatera: $\alpha = 0,1$ (MAPE = 6,44%)
- Bandara: $\alpha = 0,3$ (MAPE = 5,74%)

Pemilihan nilai bobot/alpha yang optimal sangat bergantung pada wilayah yang diramalkan dan ukuran evaluasi yang digunakan. Untuk mendapatkan peramalan yang paling akurat, diperlukan pengujian dan evaluasi dengan nilai alpha yang berbeda agar dapat menentukan nilai yang paling sesuai dalam setiap kasus tertentu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. P. L. Santiari and I. G. S. Rahayuda, "Penerapan Metode Exponential Smoothing Untuk Peramalan Penjualan Pada Toko Gitar," *JOINTECS (Journal Inf. Technol. Comput. Sci.)*, vol. 5, no. 3, p. 203, 2020, doi: 10.31328/jointecs.v5i3.1520.
- [2] A. Oktaviarina, "Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api Di Indonesia Menggunakan Metode Eksponential Smooting," *Buana Matematika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Pendidikan Matematika*, vol. 7, no. 2, pp. 89-92, 2017.
- [3] A. V. E. P. Putra, Y. A. Pranoto, and S. A. Wibowo, "Penerapan Metode Single Exponential Smoothing Dalam Meramal Penjualan di Toko Agung," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 6, no. 2, pp. 1065-1071, 2022.
- [4] I. S. Nurjanah, D. Ruhiat, and D. Andiani, "Implementasi model autoregressive integrated moving average (ARIMA) untuk peramalan jumlah penumpang kereta api di pulau Sumatera," *TEOREMA: Teori Dan Riset Matematika*, vol. 3, no. 2, pp. 145-156, 2018.
- [5] D. Winarsih and A. Nugroho, "Peramalan Jumlah Penumpang Travel dengan Metode Triple Exponential Smoothing (Kasus Day Trans Tour dan Travel Kota Semarang)," *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer dan Informatika)*, vol. 7, no. 1, pp. 408-414, 2023.
- [6] N. Susanti and M. Sahli, "Penerapan Metode Exponential Smoothing Dalam Sistem Informasi Pengendalian Persediaan Bahan Baku (Studi Kasus Toko Tirta Harum)," *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, vol. 3, no. 1, pp. 59-70, 2013.
- [7] M. A. Maricar, "Analisa perbandingan nilai akurasi moving average dan exponential smoothing untuk sistem peramalan pendapatan pada perusahaan XYZ," *Jurnal Sistem dan Informatika (JSI)*, vol. 13, no. 2, pp. 36-45, 2019.
- [8] R. Rachman, "Penerapan metode moving average dan exponential smoothing pada peramalan produksi industri garment," *Jurnal Informatika*, vol. 5, no. 2, pp. 211-220, 2018.
- [9] N. Chaerunnisa and A. Momon, "Perbandingan Metode Single Exponential Smoothing Dan Moving Average Pada Peramalan Penjualan Produk Minyak Goreng Di Pt Tunas Baru Lampung," *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, vol. 6, no. 2, pp. 101-106, 2021.