

Analisis dan Implementasi Forecasting Persiapan Armada (Least Square dan Exponential Smoothing)

Diterima:

16 Desember 2023

Revisi:

28 Desember 2023

Terbit:

5 Januari 2024

¹Suparno

¹Universitas Doktor Nugroho Magetan

¹Magetan, Indonesia

E-mail: likparno@udn.ac.id

Abstract— This study aims to analyze and implement forecasting methods in fleet preparation planning using the Least Square and Exponential Smoothing methods. Fleet preparation that is not based on accurate forecasting can lead to an imbalance between fleet availability and operational needs, potentially leading to service delays and increased operational costs. Therefore, a forecasting method capable of accurately predicting fleet needs based on historical data is needed. The research methods used include collecting historical fleet data, analyzing operational needs, applying the Least Square and Exponential Smoothing methods in the forecasting process, and evaluating the forecasting results by comparing the accuracy levels of both methods. The system was implemented to assist management in planning fleet preparation more effectively and efficiently. The results show that the application of the forecasting method can provide more accurate estimates of fleet needs, minimize fleet shortages or excesses, and support strategic decision-making in operational management. Thus, this forecasting system can improve fleet utilization efficiency, reduce the risk of operational delays, and serve as a useful tool for management in optimal fleet preparation planning.

Keywords: Forecasting, Fleet Preparation, Least Square, Exponential Smoothing

I. PENDAHULUAN

Perencanaan armada merupakan aspek krusial dalam manajemen operasional perusahaan transportasi dan logistik karena berkaitan langsung dengan efektivitas layanan, efisiensi biaya operasional, serta optimalisasi pemanfaatan sumber daya. Perencanaan armada yang tidak tepat dapat menyebabkan terjadinya underutilization atau overcapacity yang berdampak negatif terhadap kinerja operasional dan tingkat kepuasan pelanggan. Oleh karena itu, perencanaan armada yang efektif diperlukan untuk mengantisipasi ketidakpastian permintaan serta meningkatkan kemampuan perusahaan dalam merespons dinamika kebutuhan layanan di masa mendatang [1]. Forecasting menjadi salah satu pendekatan utama dalam perencanaan armada karena mampu memprediksi kebutuhan masa depan berdasarkan pola data historis. Pendekatan peramalan deret waktu telah banyak digunakan dalam berbagai sektor industri karena kemampuannya dalam mengidentifikasi tren dan pola permintaan secara kuantitatif dan terukur. Dengan penerapan forecasting, perusahaan dapat meminimalkan risiko kekurangan maupun kelebihan armada serta mendukung pengambilan keputusan operasional yang lebih tepat dan berbasis data [2].

Metode Least Square atau regresi linear merupakan salah satu teknik statistik yang digunakan dalam proses forecasting untuk mengidentifikasi hubungan linier antara waktu dan

variabel yang diamati. Metode ini bekerja dengan menentukan garis regresi terbaik yang meminimalkan jumlah kuadrat selisih antara nilai aktual dan nilai prediksi, sehingga efektif digunakan pada data yang menunjukkan tren linier dan relatif stabil [3]. Sementara itu, metode Exponential Smoothing merupakan metode peramalan deret waktu yang memberikan bobot lebih besar pada data terbaru. Pendekatan ini membuat model peramalan menjadi lebih responsif terhadap perubahan pola permintaan yang terjadi dalam jangka pendek. Metode Exponential Smoothing dikenal memiliki perhitungan yang sederhana, efisien, serta adaptif terhadap fluktuasi data permintaan [4]. Penerapan metode Least Square dalam perencanaan armada telah dibuktikan mampu memberikan gambaran arah tren kebutuhan armada secara umum dan membantu manajemen dalam menyusun perencanaan operasional jangka menengah [5]. Di sisi lain, metode Exponential Smoothing juga terbukti efektif dalam menghasilkan prediksi yang lebih akurat pada data kebutuhan armada yang bersifat fluktuatif, sehingga dapat mendukung pengambilan keputusan manajerial secara lebih tepat [6]. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengimplementasikan metode Least Square dan Exponential Smoothing dalam forecasting persiapan armada, membandingkan tingkat akurasi kedua metode, serta memberikan rekomendasi perencanaan armada berdasarkan hasil peramalan yang diperoleh.

II. METODE PENELITIAN

A. Jenis dan Pendekatan Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan analisis peramalan (forecasting). Data yang dianalisis berupa data historis penggunaan armada bulanan yang bersumber dari laporan operasional perusahaan. Data deret waktu tersebut digunakan untuk memprediksi kebutuhan armada pada periode mendatang dengan menerapkan metode Least Square dan Exponential Smoothing. Forecasting digunakan sebagai alat untuk mengurangi ketidakpastian dalam perencanaan dan mendukung pengambilan keputusan manajerial secara lebih terukur [7].

B. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode dokumentasi. Data diperoleh dari arsip dan laporan penggunaan armada perusahaan dalam periode waktu tertentu. Data yang dikumpulkan berupa data penggunaan armada bulanan yang telah terdokumentasi secara sistematis dan dapat dipertanggungjawabkan. Data tersebut kemudian digunakan sebagai dasar dalam proses analisis dan peramalan kebutuhan armada.

C. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian diawali pengumpulan data historis penggunaan armada. Setelah data terkumpul, dilakukan pemeriksaan awal untuk memastikan kelengkapan, konsistensi, dan kelayakan data agar dapat digunakan dalam proses analisis. Tahap ini bertujuan meminimalkan kesalahan yang dapat memengaruhi hasil peramalan. Selanjutnya, penerapan metode Least Square dengan membangun model regresi linier yang menggambarkan hubungan antara variabel waktu

dan kebutuhan armada. Metode Least Square digunakan untuk mengidentifikasi pola tren linier dalam data historis dan menghasilkan persamaan regresi yang dapat digunakan untuk melakukan prediksi pada periode berikutnya [8]. Tahap berikutnya penerapan metode Exponential Smoothing, dilakukan pengujian beberapa nilai parameter pemulusan (α) untuk mengetahui tingkat sensitivitas model terhadap data terbaru. Perbedaan nilai α digunakan untuk melihat pengaruh bobot data terkini terhadap hasil peramalan, sehingga dapat diperoleh model yang paling sesuai dengan karakteristik data penggunaan armada [9].

D. Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan membandingkan hasil peramalan dari metode Least Square dan Exponential Smoothing. Evaluasi kinerja model forecasting dilakukan menggunakan ukuran kesalahan peramalan, yaitu Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dan Root Mean Square Error (RMSE). Ukuran kesalahan ini digunakan untuk menilai tingkat akurasi hasil peramalan dan mengetahui metode mana yang menghasilkan kesalahan prediksi paling kecil. Hasil evaluasi akurasi kemudian digunakan sebagai dasar dalam menentukan metode forecasting yang paling sesuai untuk diterapkan dalam perencanaan persiapan armada. Metode dengan tingkat kesalahan terendah dianggap memiliki kinerja yang lebih baik dan lebih relevan untuk mendukung pengambilan keputusan operasional.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perhitungan Forecasting Metode Least Square

Hasil perhitungan forecasting menggunakan metode Least Square menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan kebutuhan armada pada setiap periode pengamatan. Model regresi linier yang dibangun berdasarkan data historis mampu menggambarkan hubungan antara variabel waktu dan jumlah kebutuhan armada secara jelas. Garis tren yang dihasilkan menunjukkan arah perkembangan kebutuhan armada yang relatif konsisten, sehingga metode Least Square dapat digunakan untuk memprediksi kebutuhan armada pada periode mendatang. Penerapan metode Least Square memberikan gambaran umum mengenai pola pertumbuhan kebutuhan armada secara jangka menengah. Metode ini efektif ketika data historis menunjukkan tren linier yang stabil tanpa fluktuasi ekstrem. Dengan demikian, hasil peramalan yang diperoleh dapat dijadikan dasar bagi manajemen dalam menyusun perencanaan armada yang bersifat strategis dan berorientasi pada kecenderungan jangka panjang.

B. Hasil Perhitungan Forecasting Metode Exponential Smoothing

Hasil perhitungan forecasting menggunakan metode Exponential Smoothing menunjukkan parameter pemulusan (α) memiliki pengaruh yang signifikan terhadap hasil peramalan. Pengujian dilakukan dengan beberapa nilai α , yaitu 0,2, 0,5, dan 0,8, untuk mengetahui tingkat sensitivitas model terhadap data terbaru. Nilai α yang lebih kecil menghasilkan peramalan yang lebih halus dan stabil, sedangkan nilai α yang lebih besar menghasilkan model yang lebih

responsif terhadap perubahan data terkini. Hasil Exponential Smoothing mampu menyesuaikan diri dengan fluktuasi permintaan armada yang terjadi dalam jangka pendek. Ketika terjadi peningkatan atau penurunan penggunaan armada secara signifikan, metode ini dapat menangkap perubahan tersebut dengan lebih cepat dibandingkan metode Least Square. Oleh karena itu, Exponential Smoothing dinilai lebih fleksibel dan adaptif pada kondisi data yang bersifat dinamis.

C. Evaluasi Akurasi Model Forecasting

Evaluasi akurasi dilakukan dengan membandingkan hasil peramalan dari kedua metode menggunakan ukuran kesalahan peramalan, seperti Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dan Root Mean Square Error (RMSE). Hasil evaluasi menunjukkan bahwa metode Exponential Smoothing menghasilkan nilai MAPE dan RMSE yang lebih kecil dibandingkan metode Least Square. Hal ini menunjukkan tingkat kesalahan peramalan Exponential Smoothing lebih rendah, sehingga metode ini memiliki akurasi yang lebih baik dalam memprediksi kebutuhan armada. Analisis terhadap residual peramalan juga menunjukkan bahwa metode Exponential Smoothing menghasilkan penyimpangan yang lebih kecil dan lebih merata dibandingkan metode Least Square. Sementara itu, residual pada metode Least Square menunjukkan pola penyimpangan yang lebih besar pada periode tertentu, terutama ketika terjadi fluktuasi permintaan yang tidak mengikuti tren linier. Temuan ini memperkuat bahwa metode Least Square kurang optimal ketika data memiliki variasi permintaan yang tinggi.

D. Pembahasan Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini sejalan Trisianto dan Rusdiono yang menyatakan bahwa metode Exponential Smoothing mampu menghasilkan peramalan yang lebih akurat pada data kebutuhan armada yang fluktuatif karena lebih responsif terhadap perubahan permintaan [10]. Hal ini juga didukung Ferdianto et al. yang menunjukkan Exponential Smoothing efektif dalam membantu perencanaan jumlah armada bus secara optimal dan meningkatkan kualitas layanan transportasi [11]. Sementara itu, penelitian di sektor otomotif menyebutkan metode Least Square tetap relevan untuk data dengan pola tren linier yang stabil, meskipun kurang adaptif terhadap perubahan mendadak [12]. Penelitian lain di bidang transportasi juga menegaskan efektivitas Exponential Smoothing dalam memprediksi permintaan angkutan jalan jangka pendek [13]. Dengan demikian, penelitian ini menegaskan bahwa tidak ada satu metode forecasting yang paling unggul untuk semua kondisi, sehingga pemilihan metode harus disesuaikan dengan karakteristik data dan kebutuhan operasional agar perencanaan armada lebih efektif dan akurat.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Metode Least Square dan Exponential Smoothing sama-sama dapat digunakan sebagai pendekatan forecasting berbasis data historis untuk perencanaan dan persiapan armada. Least Square efektif untuk data dengan tren linier dan relatif stabil, sehingga cocok untuk perencanaan jangka menengah, namun kurang responsif terhadap perubahan mendadak. Sebaliknya,

Exponential Smoothing lebih adaptif terhadap fluktuasi permintaan dan menghasilkan tingkat kesalahan peramalan yang lebih kecil, sehingga lebih tepat untuk kondisi permintaan yang dinamis. Secara keseluruhan, penerapan metode forecasting statistik terbukti mendukung pengambilan keputusan operasional yang lebih efektif, efisien, dan berbasis data. Perusahaan disarankan menerapkan forecasting secara berkelanjutan dan terintegrasi dalam perencanaan operasional dengan menyesuaikan metode terhadap karakteristik data. Metode Least Square cocok untuk data yang stabil, sedangkan Exponential Smoothing lebih tepat untuk permintaan yang fluktuatif. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan metode yang lebih kompleks seperti Holt-Winters atau ARIMA, serta menggunakan data dengan periode lebih panjang atau frekuensi lebih detail agar hasil peramalan semakin akurat dan mendukung keputusan strategis jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. A. Septiana, O. R. Purba, and D. A. Baskoro, "Perencanaan armada, pengendalian persediaan, dan peningkatan layanan distribusi air minum kemasan," *Jurnal Manajemen Bisnis Transportasi dan Logistik (JMBTL)*, vol. 6, no. 1, pp. 17–22, 2020.
 - [2] M. Adiningsih, D. Yulianti, and A. Wibowo, "Analisis penerapan forecasting dalam menentukan kebutuhan storage pada pusat data Kementerian Keuangan," *Jurnal Riset Sains dan Teknologi*, vol. 7, no. 2, pp. 229–237, 2023.
 - [3] G. Feng, W. Lu, and J. Yang, "The modeling of time series based on least square fuzzy cognitive map," *Algorithms*, vol. 14, no. 69, pp. 1–14, 2021.
 - [4] M. H. Abdelati and H. A. Abdelwali, "Optimizing simple exponential smoothing for time series forecasting in supply chain management," *Indonesian Journal of Innovation and Applied Sciences (IJIAS)*, vol. 4, no. 3, pp. 247–256, 2024.
 - [5] R. Gustriansyah, S. Puspasari, A. Sanmorino, and N. Suhandi, "Forecasting light rail transit passenger demand using parameter tuned exponential smoothing models," *JIEET (Journal of Information Engineering and Educational Technology)*, vol. 9, no. 2, pp. 101–112, 2025.
 - [6] F. B. Prakoso, G. Darmawan, and A. Bachrudin, "Penerapan metode Facebook Prophet untuk meramalkan jumlah penumpang Trans Metro Bandung koridor," *Jurnal Penelitian Multidisiplin*, vol. 1, no. 3, pp. 133–147, 2023.
 - [7] S. S. W. Fatima and A. Rahimi, "A review of time-series forecasting algorithms for industrial manufacturing systems," *Machines*, vol. 12, no. 380, pp. 1–30, 2024.
 - [8] N. Sudariana, M. S. Hidayat, D. A. Futri, and V. E. Irawan, "Peramalan inflasi di Sukabumi dengan metode regresi linear dan exponential smoothing," *Jurnal Restikom: Riset Teknik Informatika dan Komputer*, vol. 5, no. 2, pp. 179–187, 2023.
 - [9] D. Vallejo-Huanga and J. Proano, "Performance optimization of simple exponential smoothing forecast model," *Heliyon*, vol. 12, e44323, 2026.
 - [10] D. Trisianto and P. E. Rusdiono, "Analisis dan implementasi forecasting persiapan armada menggunakan metode least square dan exponential smoothing (studi kasus PT. Kamadjaja Logistics – Land Transport Surabaya)," *Jurnal Sistem Cerdas dan Rekayasa (JSCR)*, vol. 5, no. 2, pp. 1–18, 2023.
 - [11] H. Ferdianto, Z. Wulansari, and U. Mawaddah, "Sistem peramalan penentuan armada bus menggunakan metode exponential smoothing," *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, vol. 11, no. 5.C, pp. 90–99, 2025.
 - [12] T. M. Fahrudin, R. P. Ambariawan, and M. Kamisutara, "Demand forecasting of the
- EDUSCOTECH: Scientific Journal of Education, Economics, and Engineering**

- automobile sales using least square, single exponential smoothing and double exponential smoothing,” *ETRA International Journal of Business Studies*, vol. 4, no. 2, pp. 122–130, 2021.
- [13] H. B. Tosun, “Forecasting road freight and passenger transport demands in Türkiye using the exponential smoothing,” *Black Sea Journal of Engineering and Science*, vol. 7, no. 3, pp. 580–586, 2024.