



Peramalan Jumlah Penumpang DAMRI Rute Kendari-Mawasangka menggunakan Metode ARIMA, Single Moving Average dan Single Exponential Smoothing

<u>INFO PENULIS</u>	<u>INFO ARTIKEL</u>
Lilis Laome Statistika FMIPA Universitas Halu Oleo lilis.la_ome@uho.ac.id *	ISSN: 3026-3603 Vol. 2, No. 2 Oktober 2024 http://jurnal.ardenjaya.com/index.php/ajst
Raida K Statistika FMIPA Universitas Halu Oleo	
Bahriddin Abapihi Statistika FMIPA Universitas Halu Oleo	
Baharuddin Statistika FMIPA Universitas Halu Oleo	
Ruslan Statistika FMIPA Universitas Halu Oleo	
Muhammad Ihwal Statistika FMIPA Universitas Halu Oleo	
Makkulau Statistika FMIPA Universitas Halu Oleo	
*Corresponding author: lilis.la_ome@uho.ac.id	

© 2024 Arden Jaya Publisher All rights reserved

Saran Penulisan Referensi:

Laome, L., K. Raida, Abapihi, B., Baharuddin, Ruslan, Ihwal, M., & Makkulau (2024). Peramalan Jumlah Penumpang DAMRI Rute Kendari-Mawasangka menggunakan Metode ARIMA, Single Moving Average dan Single Exponential Smoothing. *Arus Jurnal Sains dan Teknologi*, 2 (2), 633-640.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan metode ARIMA, Single Moving Average, dan Single Exponential Smoothing dalam meramalkan jumlah penumpang DAMRI Rute Kendari-Mawasangka. Data yang digunakan adalah jumlah penumpang DAMRI dari Januari 2021 hingga Juni 2024. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Single Exponential Smoothing dengan parameter $\alpha = 0,3$ merupakan model terbaik berdasarkan nilai MSE terkecil sebesar 141.883, dibandingkan dua metode lainnya. Berdasarkan model terbaik tersebut, diperoleh peramalan jumlah penumpang DAMRI enam bulan ke depan sebesar 1.935, 1.354, 948, 663, 464, dan 325. Hasil ini mengindikasikan adanya tren penurunan jumlah penumpang DAMRI setiap bulan, yang dapat menjadi bahan pertimbangan dalam perencanaan dan pengelolaan layanan transportasi..

Kata Kunci : ARIMA, Single Moving Average, Single Exponential Smoothing, Peramalan, DAMRI

Abstract

This study aims to compare the ARIMA, Single Moving Average and Single Exponential Smoothing methods in forecasting the number of DAMRI passengers on the Kendari-Mawasangka Route. The data used is data on the number of DAMRI passengers from January 2021 to June 2024. The results showed that the Single Exponential Smoothing method with parameter $\alpha = 0,3$ is the best model based on the smallest MSE of 141883 compared to the other two methods. Based on the best model, the number of DAMRI passengers forecast for the next six months is 1935, 1354, 948, 663, 464, and 325. This indicates a downward trend in the number of DAMRI passengers every month, which can be taken into consideration in planning and managing transportation services.

Keywords: ARIMA, Single Moving Average, Single Exponential Smoothing, Forecasting, DAMRI

A. Pendahuluan

Kota Kendari merupakan ibukota Sulawesi Tenggara, dimana terdapat wilayah kepulauan sekitar seperti Muna dan Buton. Untuk menghubungkan Kota Kendari dan daerah-daerah lain yang ada di Sulawesi Tenggara melalui jalur transportasi laut dan jalur transportasi darat. Salah satu sarana transportasi darat adalah DAMRI (Dwajatan Angkutan Motor Republik Indonesia). PERUM DAMRI Cabang Kota Kendari merupakan perusahaan yang menyediakan jasa transportasi darat di Kota Kendari. Banyaknya jumlah penumpang DAMRI mengalami situasi dan membentuk pola naik dan turun pada kurun waktu tertentu.

Berdasarkan data jumlah penumpang dari Perum DAMRI Cabang Kota Kendari dalam kurun waktu 3 tahun terakhir, dapat dilihat bahwa pada tahun 2021 jumlah penumpang sebanyak 19.137 orang dan terjadi penurunan pada tahun 2022 yaitu sebanyak 18.815 orang dan mengalami kenaikan pada tahun 2023 yaitu sebanyak 20.226 orang.

Terkait dengan lonjakan penumpang, peramalan jumlah penumpang menjadi hal yang paling penting bagi perusahaan karena dengan mengetahui prediksi jumlah penumpang di masa yang akan datang maka perusahaan dapat menyiapkan fasilitas-fasilitas untuk mengantisipasi kenaikan jumlah penumpang, misalnya tempat parkir yang lebih luas. Oleh karena itu, dengan menggunakan metode peramalan dapat diketahui gambaran situasi atau pola suatu data jumlah penumpang DAMRI pada waktu yang akan datang (Munawaroh, 2010)

Dalam rangka meramalkan jumlah penumpang di PERUM DAMRI cabang Kendari, akan digunakan tiga metode peramalan yaitu Autoregressive Integrated Average (ARIMA), Single Moving Average dan Single Exponential Smoothing (Azizah, 2022). Metode ARIMA digunakan jika data memiliki pola stasioner, metode Single Moving Average dan Single Exponential Smoothing (Hasanah, dkk, 2024) digunakan jika pola data yang stabil tanpa adanya tren atau musiman, cocok untuk data yang berfluktuasi kecil atau data jangka pendek. Kelebihan metode ARIMA yaitu dapat digunakan untuk semua pola data time series. Penerapan metode ARIMA seringkali digunakan untuk menduga jumlah penumpang data transportasi untuk periode mendatang sehingga dapat memberi informasi mengenai pelayanan yang diberikan pihak instansi terkait. Oleh karena itu, setiap metode peramalan pasti menghasilkan kesalahan prediksi, antara lain Mean Square Error (MSE) dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) (Sugiarto & Harjono, 2000).

1. Definisi PERUM DAMRI

PERUM DAMRI adalah perusahaan Badan Usaha Milik Negara Republik Indonesia yang bergerak di bidang transportasi darat (Pahlevi, 2022). Secara historis cikal bakal DAMRI dimulai dari dua usaha angkutan di era pendudukan Jepang, Jawa Unyu Zigyosha yang mengkhususkan pada angkutan barang dan Zidosha Sokyoko yang mengkhususkan pada angkutan penumpang. Pada tanggal 25 November 1946 melalui Maklumat Menteri Perhubungan RI No.01/DAM/46 kedua Dwajatan di gabung menjadi "Djawatan Angkoetan Motor Republik Indonesia" disingkat DAMRI, dengan tugas utama menyelenggarakan pengangkutan darat dengan bus, trus dan angkutan bermotor

2. Peramalan (Forecasting)

Definisi dari peramalan adalah seni dan ilmu untuk memperkirakan kejadian dimasa depan. Hal ini dapat dilakukan dengan melibatkan pengambilan data historis dan memproyeksikannya ke masa mendatang dengan suatu bentuk model matematis (Heizer et al, 2017). Peramalan

dalam praktiknya merupakan suatu perkiraan dengan menggunakan Teknik-teknik tertentu. Peramalan pada umumnya dilakukan untuk meminimalisir ketidakpastian pada suatu keadaan dimasa yang akan datang. Misalnya seperti peramalan persediaan jumlah barang, pendapatan perusahaan, harga saham, nilai tukar uang, cuaca dan sebagainya (Rusdiana, 2014).

3. Metode ARIMA

Metode ARIMA adalah model yang secara penuh mengabaikan independent variabel dalam membuat peramalan ARIMA menggunakan nilai masa lalu dan sekarang dari variabel dependent untuk menghasilkan peramalan jangka pendek yang akurat. ARIMA cocok jika observasi dari deret waktu (time series) berhubungan satu sama lain (Sugiarto & Harijono, 2000). Model ARIMA terdiri dari autoregressive dan model moving average (Wei, 2006). Secara umum bentuk umum model ARIMA (p,d,q) adalah:

$$\phi_p(B) D^d Z_t = \theta_0 + \theta_q(B) e_t \quad (1)$$

dimana:

- ϕ_p : Koefisien parameter *autoregressive* ke-p
- θ_q : Koefisien parameter *moving average* ke-q
- D : *differencing*
- θ_0 : konstanta
- p : Orde AR
- d : Orde *Differencing* non-musiman
- q : Orde MA
- e_t : Sisaan pada ke-t

4. Metode Single Moving Average

Menurut Makridakis, Wheelwright dan McGee (1995) Single Moving Average (SMA) atau rata-rata bergerak tunggal adalah nilai rata-rata yang tidak tertimbang dari n data sebelumnya atau dengan kata lain sebuah Teknik yang merata-ratakan sebuah angka dari nilai actual terbaru, diperbaharui sebagai nilai-nilai baru yang tersedia. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$SMA = M_t = M_{t+1} = \frac{Z_t + Z_{t-1} + Z_{t-2} + \dots + Z_{t-n+1}}{n} \quad (2)$$

dimana:

- M_t : Moving Average untuk periode t
- M_{t+1} : Ramalan untuk periode t+1
- Z_t : Nilai riil periode ke t
- n : Jumlah batas dalam Moving Average

5. Metode Single Exponential Smoothing

Single Exponential Smoothing merupakan metode yang digunakan untuk peramalan jangka pendek. Metode ini digunakan untuk data dengan model data yang diasumsikan berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang konstan yaitu tidak berubah sepanjang waktu (data stasioner), tanpa trend atau pola pertumbuhan yang konsisten (Makridakis, dkk. 1997).

$$Z_t = F_{t-1} + \alpha (A_{t-1} - F_{t-1}) \quad (3)$$

dimana:

- Z_t : Nilai peramalan periode t
- F_{t-1} : Perkiraan peramalan periode sebelumnya
- α : Konstanta Eksponensial
- A_{t-1} : Data pengamatan periode t-1

6. Mean Square Error (MSE)

Pada pemodelan data runtun waktu, ada kemungkinan terdapat beberapa model yang sesuai yaitu parameternya signifikan, sisa memenuhi asumsi white noise (Aswi & Sukarna, 2006). White noise merupakan deret variabel acak yang tidak saling berkorelasi dan mengikuti distribusi tertentu yaitu distribusi normal. Untuk menentukan model terbaik dari beberapa model yang memenuhi syarat tersebut maka digunakan salah satu kriteria dari beberapa kriteria lain yaitu Mean Square Error (MSE). Mean Square Error adalah suatu kriteria pemilihan model terbaik berdasarkan pada hasil sisa peramalannya (Sugiarto & Harijono, 2000). Kriteria MSE dirumuskan sebagai berikut:

$$MSE = \sum (Z_t - \hat{Z}_t)^2 \quad (4)$$

dimana:

- Z_t : Data aktual pada periode ke-t
 \hat{Z}_t : Data hasil ramalan pada periode ke-t
 n : Jumlah periode peramalan yang digunakan

B. Metodologi

Dalam penelitian ini data yang digunakan merupakan data sekunder yaitu data penumpang DAMRI yang diperoleh dari PERUM DAMRI cabang Kota Kendari mulai dari tahun 2021 sampai dengan tahun 2024. Data ini digunakan untuk meramalkan 6 periode ke depan, Adapun variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

Z_t : Data rata-rata jumlah penumpang damri di Kota Kendari tahun 2021 sampai dengan 2024

t : Periode bulanan

n : 42 bulan

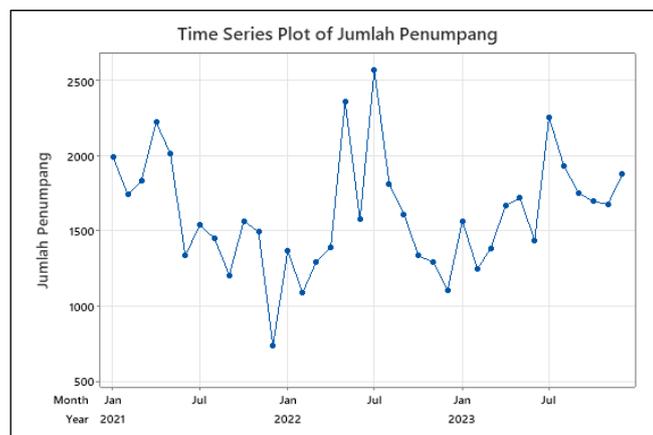
Adapun prosedur penelitian ini adalah:

1. Membuat plot runtun waktu (time series)
2. Mendeskripsikan data Jumlah Penumpang DAMRI Rute Kendari – Mawasangka
3. Melakukan pemodelan data dengan jumlah penumpang damri dengan metode ARIMA dengan cara:
 - a. Uji Stasioneritas dalam rata-rata dan variansi
 - b. Membuat plot ACF dan PACF
 - c. Identifikasi model awal
 - d. Estimasi parameter
 - e. Melakukan uji White noise
 - f. Melakukan uji asumsi kenormalan
 - g. Pemilihan model terbaik berdasarkan nilai MSE terkecil
4. Melakukan peramalan jumlah penumpang DAMRI menggunakan metode Single Moving Average dengan:
 - a. Menentukan MA length dan melakukan peramalan dengan MA length = 2, 3 dan 4.
 - b. Memilih model Single Moving Average dengan nilai MAPE, MAD dan MSD terkecil
5. Melakukan peramalan jumlah penumpang DAMRI menggunakan metode Single Exponential Smoothing dengan:
 - a. Menentukan $\alpha = 0,1; 0,2$ dan $0,3$ dan melakukan peramalan dengan $\alpha = 0,1; 0,2$ dan $0,3$
 - b. Memilih model Single Exponential Smoothing dengan nilai MAPE, MAD dan MSD terkecil
6. Menentukan model terbaik dari tiga metode yang dilakukan berdasarkan nilai MSE terkecil
7. Melakukan peramalan data jumlah penumpang Damri rute Kendari – Mawasangka pada periode 6 bulan kedepan dengan metode yang terbaik.
8. Kesimpulan

C. Hasil dan Pembahasan

1. Deskriptif Jumlah Penumpang DAMRI Rute Kendari-Mawasangka

Berdasarkan langkah-langkah yang dijabarkan pada bab sebelumnya, langkah awal yang dilakukan adalah plot data runtun waktu seperti Gambar 1.

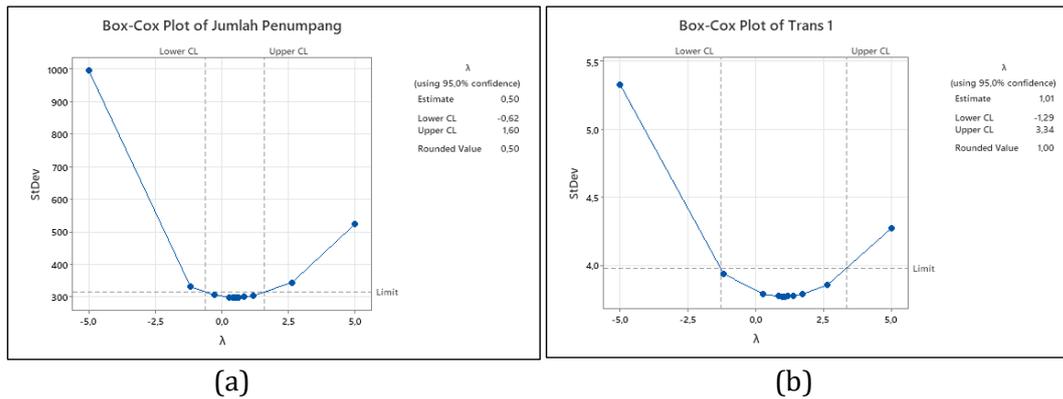


Gambar 1. Plot Time Series Jumlah Penumpang DAMRI Rute Kendari–Mawasangka

Berdasarkan Gambar 1 diperoleh bawa rata-rata jumlah penumpang DAMRI Rute Kendari – Mawasangka dari Januari 2021 sampai April 2023 mengalami perubahan dari waktu ke waktu, dimana banyak penumpang tertinggi dalam waktu kurun 3 tahun terakhir, terjadi pada bulan Juli tahun 2022 sebanyak 2571 orang dan banyak penumpang terendah terjadi pada bulan Desember 2021 sebanyak 737 orang. Kenaikan signifikan biasanya terjadi lonjakan penumpang saat menjelang Ramadhan, lebaran dan tahun baru. Kebijakan yang dilakukan di Perum DAMRI yaitu menyediakan fasilitas berupa pengadaan DAMRI lebih dalam satu kali perjalanan. Berdasarkan Gambar 1 terlihat data telah stasioner dalam rata-rata.

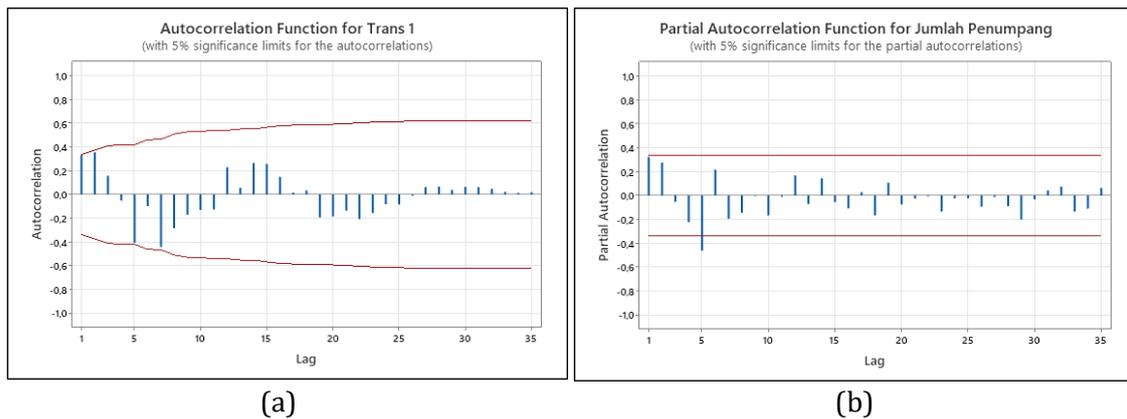
2. Uji Stasioner

Langkah pertama yang dilakukan untuk melihat kestasioneran data dalam variansi maka menggunakan Box-Cox berikut:



Gambar 2. (a) Belum Stasioner
(b) Sudah Stasioner

Berdasarkan Gambar 2(a) diketahui bahwa plot tersebut menghasillkan Rounded Value 0,50 artinya data belum stasioner, karena data dikatakan stasioner jika nilai Rounded Value sebesar 1, maka dilakukan tranformasi data sebanyak satu kali. Berdasarkan Gambar 2(b) diketahui bahwa plot tersebut menghasilkan Rounded Value sebesar 1,00 artinya data telah stasioner dalam variansi. Selanjutnya untuk menguji stasioner pada rata-rata maka dapat dilihat dengan plot ACF dan PACF diperoleh hasil berikut:



Gambar 3. (a) Plot ACF data stasioner
(b) Plot PACH data stasioner

3. Penentuan Model ARIMA

Berdasarkan plot ACF dan PACF pada Gambar 3 (a) dan (b), data tranformasi jumlah penumpang DAMRI rute Kendari-Mawasangka terlihat bahwa pada diagram ACF tidak terdapat lag yang keluar dari garis pada plot ACF maka diketahui bahwa orde MA yaitu $q = 0$, sedangkan pada diagram PACF mengalami pola cut off pada lag lima keluar maka diketahui bahwa orde AR yaitu $p = 5$ dan tidak dilakukan differencing. Dengan demikian diperoleh model-model dugaan yang akan dicoba untuk data tersebut adalah model ARIMA (5,0,0) dan ARIMA (0,0,5). Selanjutnya diperoleh beberapa model ARIMA yang memenuhi asumsi seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Ringkasan beberapa model ARIMA

Model ARIMA	Estimasi Parameter	White Noise	Uji Kenormalan	MSE
ARIMA (1,0,0)	Signifikan	Tidak	Ya	190641
ARIMA (1,0,1)	Signifikan	Ya	Ya	146625
ARIMA (1,0,3)	Tidak Signifikan	Tidak	Ya	136833
ARIMA (3,0,1)	Signifikan	Tidak	Ya	140232

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa model yang terpilih dan memenuhi syarat peramalan serta nilai MSE terkecil yaitu model ARIMA (1,0,1) dengan nilai MSE 146625.

4. Peramalan dengan Metode Single Moving Average

Untuk mengukur tingkat kesalahan peramalan dengan metode Single Moving Average, pada table berikut diberikan ukuran kebaikan model berupa nilai MSE, MAD dan MSD dengan MA length = 2, 3 dan 4 seperti tabel berikut:

Tabel 2. Data jumlah penumpang DAMRI Kota Kendari dengan MA length 2, 3 dan 4

Model	Kriteria		
	MAPE	MAD	MSD
<i>Single Moving Average (2)</i>	19	285	142488
<i>Single Moving Average (3)</i>	20	304	152109
<i>Single Moving Average (4)</i>	21	313	164805

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa angka pengukuran kesalahan peramalan pada (MA length = 2) lebih kecil dibandingkan (MA length = 3) dan (MA length = 4). Hal ini menunjukkan peramalan jumlah penumpang DAMRI rute Kendari-Mawasangka dengan cara Single Moving Average lebih tepat menggunakan (MA length = 2) dengan nilai MAPE sebesar 19, MAD 285 dan nilai MSD sebesar 142488.

5. Peramalan dengan Metode Single Exponential Smoothing

Selanjutnya diberikan beberapa model Single Exponential Smoothing dengan $\alpha = 0,1; 0,2$ dan $0,3$ beserta kriteria nilai MSE, MAD dan MSD seperti tabel berikut:

Tabel 3. Data jumlah penumpang DAMRI Kota Kendari dengan $\alpha = 0,1; 0,2$ dan $0,3$

Model	Kriteria		
	MAPE	MAD	MSD
<i>Single Exponential Smoothing ($\alpha = 0.1$)</i>	20	294	153663
<i>Single Exponential Smoothing ($\alpha = 0.2$)</i>	18	269	146609
<i>Single Exponential Smoothing ($\alpha = 0.3$)</i>	18	268	141883

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan bahwa angka pengukuran kesalahan peramalan pada $\alpha = 0,3$ lebih kecil dibandingkan $\alpha = 0,1$ dan $\alpha = 0,2$. Hal ini menunjukkan peramalan jumlah penumpang DAMRI rute Kendari-Mawasangka dengan cara Single Exponential Smoothing lebih tepat menggunakan $\alpha = 0,3$ dengan nilai MAPE sebesar 18, MAD 268 dan nilai MSD sebesar 141883.

6. Pemilihan Model Terbaik

Hasil analisis menggunakan tiga metode yang diuji disajikan dalam Tabel 4. Model terbaik dari ketiga metode tersebut ditentukan berdasarkan nilai Mean Squared Error (MSE) terkecil. Berikut disajikan perbandingan nilai MSE untuk masing-masing metode.

Tabel 4. Perbandingan nilai MSE pada ARIMA (1,0,1), MA (Length =2) dan ($\alpha = 0,3$)

Model	Nilai MSE
ARIMA (1,0,1)	146625
<i>Single Moving Average length (2)</i>	142488

Single Exponential Smoothing ($\alpha = 0,3$)	141883
---	--------

Berdasarkan tabel menunjukkan model Single Exponential Smoothing ($\alpha = 0,3$) adalah model terbaik berdasarkan nilai MSE terkecil yaitu sebesar 141883.

7. Peramalan

Tahap peramalan data jumlah penumpang DAMRI rute Kendari-Mawasangka dengan menggunakan metode Single Exponential Smoothing diperoleh nilai ramalan jumlah penumpang DAMRI untuk enam periode kedepan sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Ramalan jumlah penumpang DAMRI Rute Kendari – Mawasangka periode Juli sampai dengan Desember 2024

Bulan	Ramalan
Juli	1935
Agustus	1354
September	948
Oktober	663
November	464
Desember	325

Berdasarkan tabel di atas, dapat dilihat bahwa jumlah penumpang DAMRI mengalami tren penurunan selama periode tersebut. Meskipun terjadi peningkatan jumlah penumpang sebesar 1.935 pada Juli 2024, jumlahnya kembali menurun hingga Desember 2024. Informasi ini dapat menjadi bahan pertimbangan dalam perencanaan dan pengelolaan layanan transportasi agar strategi yang diterapkan lebih efektif dan optimal.

D. Kesimpulan

a. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis perbandingan metode ARIMA, Single Moving Average, dan Single Exponential Smoothing dalam meramalkan jumlah penumpang DAMRI rute Kendari-Mawasangka, metode terbaik yang diperoleh adalah Single Exponential Smoothing dengan $\alpha = 0,3$, berdasarkan nilai Mean Squared Error (MSE) terkecil. Hasil peramalan jumlah penumpang DAMRI untuk periode Juli hingga Desember 2024 berturut-turut adalah 1.935; 1.354; 948; 663; 464; dan 325. Temuan ini dapat menjadi acuan dalam perencanaan layanan transportasi yang lebih efektif dan akurat.

b. Saran

Berdasarkan hasil yang diperoleh, disarankan agar penelitian selanjutnya mempertimbangkan penggunaan variabel lain yang berpotensi memengaruhi jumlah penumpang DAMRI, sehingga analisis yang dilakukan dapat memberikan hasil yang lebih komprehensif dan akurat.

E. Referensi

- Aswi & Sukarna. (2006). Analisis Deret Waktu. Makassar: Penerbit Andira.
- Aziza, J. N. A. (2022). Perbandingan Metode Moving Average, Single Exponential Smoothing, dan Double Exponential Smoothing Pada Peramalan Permintaan Tabung Gas LPG PT Petrogas Prima Services. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, 1(1), 35-41.
- Bowerman, B.L. and O'Connell, R.T., (1993). Time series analysis forecasting: An applied approach (3rd ed). Boston: Duxbury Press.
- Hasanah, A., Purnama, P. M., & Alifia, I. (2024). Perbandingan Metode Single Moving Average dan Metode Single Exponential Smoothing dalam Peramalan Indeks Pembangunan Manusia di Kabupaten Sumenep. *Jurnal Arjuna: Publikasi Ilmu Pendidikan, Bahasa dan Matematika*, 2(1), 140-151.
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2017). Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management. In Edinburgh: Pearson Education Limited.

- Makridakis, S., Wheelwright, S., and McGree, V. E. (1997). Metode dan Aplikasi Peramalan Edisi 1. (Terjemahan Untung S., Andrianto). Jakarta: Erlangga.
- Makridakis, S., Wheelwright, S., and McGree, V. E. (1995). Metode dan Aplikasi Peramalan Edisi 2. Jakarta: Erlangga.
- Munawaroh, A. (2010). "Peramalan Jumlah Penumpang Pada PT. Angkasa Pura I (Persero) Kantor Cabang Bandar Udara International Adisutjipto Yogyakarta dengan Metode Winter's Exponential Smoothing dan Seasonal ARIMA". Skripsi. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta.
- Rusdiana. (2014). Manajemen Operasi. Bandung: CV Pustaka Setia
- Sugiarto., & Harjono. (2000). Peramalan Bisnis , PT Gramedia Pustaka, Jakarta
- Pahlevi, F. S. (2022). Eksistensi Perum DAMRI dalam Upaya Menjaga Stabilitas Nasional. *Indonesian Journal of Islamic Economics aand Finance*, Vol.2, No.1. Insuri Ponorogo, Jatim.
- Wei, W. W. (2006). Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods. New York: Pearson International Edition