



ARTICLE

Sistem Prediksi Jumlah Penumpang Kapal KM Dharma Ferry 2 di Ketapang Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing

Passanger Number Prediction System KM. Dharma Ferry 2 in Ketapang Using Double Exponential Smoothing Method

Othman Alydrus, Syarifah Putri Agustini Alkadri,* dan Istikoma

Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Pontianak, Pontianak, Indonesia

*Penulis Korespondensi: 192220007@unmuhpnk.ac.id

(Disubmit 24-02-26; Diterima 24-05-13; Dipublikasikan online pada 24-09-05)

Abstrak

KM Dharma Ferry 2 adalah salah satu pilihan sarana transportasi laut yang beroperasi di Pelabuhan Sukabangun Kabupaten Ketapang. Dengan adanya KM. Dharma Ferry 2 kebutuhan jasa transportasi menjadi terpenuhi karena harganya yang terjangkau dan efisien sehingga banyak diminati oleh penumpang. Permasalahan yang terjadi yaitu bagaimana memprediksi kebutuhan transportasi kedepannya yang dapat dilihat dari jumlah penumpang dan antusias warga dalam menggunakan transportasi. Oleh karena itu diperlukan adanya solusi yaitu sistem yang dapat memprediksi jumlah penumpang KM. Dharma Ferry 2 menggunakan metode Double Exponential Smoothing. Berdasarkan hasil penelitian tersebut diperoleh hasil nilai alpha terbaik untuk memprediksi jumlah penumpang di periode berikutnya yaitu menggunakan alpha 0,9 dan didapatkan hasil prediksi jumlah penumpang sebanyak 1392 orang pada bulan berikutnya serta hasil MAPE (Mean Absolute Percentage Error) yang didapat sebesar 6,59% dengan akurasi pengukuran kemampuan prediksi sangat baik.

Kata kunci: Alpha; Double Exponential Smoothing; MAPE; Penumpang; Prediksi

Abstract

KM Dharma Ferry 2 is one of the sea transportation options operating at Sukabangun port, Ketapang district. With the existence of KM. Dharma Ferry 2 the need for transportation services is fulfilled because the price is affordable and efficient so that it is in great demand by passengers. The problem that occurs is how to predict future transportation needs which can be seen from the number of passengers and the enthusiasm of residents in using transportation. Therefore, a solution is needed, namely a system that can predict the number of KM passenger. Dharma Ferry 2 using the Double Exponential Smoothing method. Based on the results of this study, the best alpha value for predicting the number of passenger in the next period is using alpha 0.9 and the results of predicting the number of passengers as many as 1392 people in the following month and the results of MAPE (Mean Absolute Percentage Error) obtained are 6.59% with very good prediction accuracy.

KeyWords: Alpha; Double Exponential Smoothing; Forecasting; MAPE; Passenger

1. Pendahuluan

Transportasi kapal ferry adalah sistem transportasi yang penting dan sering digunakan seluruh dunia, terutama di daerah-daerah yang memiliki banyak pulau atau akses terbatas melalui darat[1]. Kapal penumpang KM. Dharma Ferry 2 di Pelabuhan Sukabangun Ketapang adalah salah satu pilihan sarana trans-

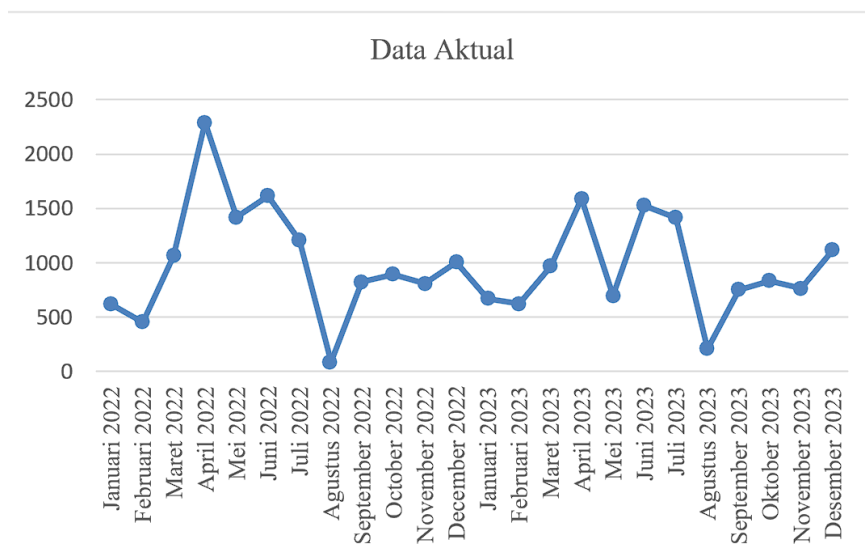
This is an Open Access article - copyright on authors, distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (CC BY SA) (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

How to Cite: O. Alydrus *et al.*, "Sistem Prediksi Jumlah Penumpang Kapal KM Dharma Ferry 2 di Ketapang Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing", *JIKO (JURNAL INFORMATIKA DAN KOMPUTER)*, Volume: 8, No.2, Pages 353–366, September 2024, doi: 10.26798/jiko.v8i2.1289.

portasi laut yang beroperasi di Kabupaten Ketapang. Dengan adanya KM. Dharma Ferry 2 kebutuhan jasa transportasi menjadi terpenuhi karena harganya yang terjangkau dan efisien sehingga banyak diminati oleh penumpang. Berdasarkan wawancara pada tanggal 11 April 2023 di Kantor Kesyahbandaran dan Otoritas Pelabuhan Kelas IV Ketapang bersama Bapak Iswanto yang menjabat sebagai petugas lalu lintas angkutan laut dan usaha pelabuhan. Beliau memaparkan bahwa akses transportasi saat ini yang tersedia dari Ketapang – Semarang yaitu transportasi laut dan udara saja. KM. Dharma Ferry 2 menjadi pilihan kedua bagi penumpang karena tergolong efisien dan murah dengan mempertimbangkan jarak, waktu dan biaya untuk berakomodasi antar kota. Akses transportasi yang terbatas membuat terjadinya lonjakan penumpang ketika adanya trend pada periode bulan tertentu.

Permasalahan yang terjadi yaitu bagaimana memprediksi kebutuhan transportasi kedepannya yang dapat dilihat dari jumlah penumpang dan antusias warga dalam menggunakan transportasi. Terdapat beberapa indikator yang diperlukan oleh penumpang KM. Dharma Ferry 2 seperti pelayanan terhadap penumpang, sarana dan prasarana, harga tiket yang murah, serta kenyamanan dalam kapal. Selain itu terdapat indikator lain yang mempengaruhi operasional KM. Dharma Ferry 2 seperti perkiraan cuaca dan kendala teknis lapangan. Berdasarkan dari permasalahan diatas prediksi jumlah penumpang kapal diperlukan untuk memonitor agar kebutuhan transportasi penumpang kapal KM. Dharma Ferry 2 kedepannya akan terpenuhi dan diharapkan dimasa mendatang apakah akan ada penambahan armada berdasarkan antusias penumpang dalam menggunakan transportasi tersebut. Salah satu cara untuk memprediksi jumlah penumpang kapal adalah dengan menggunakan metode Double Exponential Smoothing[2]. Metode ini merupakan metode yang digunakan untuk meramal data yang mengalami trend kenaikan ataupun penurunan dalam jangka waktu panjang dan apabila data yang digunakan semakin banyak dalam perhitungan prediksinya, maka persentase kesalahannya akan semakin kecil[3]. Untuk menghitung persentase kesalahan hasil prediksi menggunakan metode Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Metode Mean Absolute Percentage Error adalah rata-rata dari keseluruhan persentase kesalahan (selisih) antar data aktual dengan data hasil prediksi[4].

Berdasarkan pola data jumlah penumpang KM. Dharma Ferry 2 dari bulan Januari 2022 sampai dengan bulan Desember 2023 didapatkan pola data yang sangat fluktuatif. Terjadi lonjakan penumpang kapal pada bulan Maret hingga Juli 2022. Pada bulan April 2022 merupakan arus mudik lebaran, banyak perantau yang akan pulang ke kampung halamannya. Pola data jumlah penumpang kapal KM. Dharma Ferry 2 di Pelabuhan Ketapang bulan Januari 2022 hingga Desember 2023 ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Data Aktual

Berdasarkan pola data tersebut untuk mendapatkan hasil prediksi yang akurat metode peramalan yang digunakan yaitu peramalan metode *Double Exponential Smoothing*. Metode *Double Exponential Smoothing* mampu menangani pola data yang musiman dan cenderung fluktuatif[5]. Diharapkan nantinya dalam

penelitian ini dapat memprediksi jumlah penumpang KM Dharma Ferry 2 untuk satu periode berikutnya dengan membuat sistem peramalannya berbasis web[6].

2. Metode Double Exponential Smoothing

Metode ini diperkenalkan oleh Brown untuk mengatasi ketidaksesuaian yang muncul antara data aktual dan nilai peramalan ketika terdapat trend pada pola data. Penjelasan dasar di balik pendekatan eksponensial linier dari Brown serupa dengan metode rata-rata bergerak linier (Linear Moving Average). Karena nilai pemulusan tunggal dan ganda keduanya mengalami keterlambatan terhadap data aktual ketika ada trend, perbedaan antara nilai pemulusan tunggal dan ganda kemudian ditambahkan ke nilai pemulusan dan disesuaikan dengan trend[7]. Metode ini digunakan dalam proses peramalan dengan mengambil langkah-langkah sebagai berikut: pertama, menentukan parameter α (alpha) melalui percobaan dan kesalahan, dengan nilai alpha berkisar antara 0 hingga 1. Kedua, dilakukan proses penghalusan dua kali (double smoothing) pada data. Kelebihan dari metode ini yaitu dapat memodelkan trend dan tingkat yang lebih sedikit dan menggunakan satu parameter terbaik sehingga menjadi lebih sederhana. Kekurangan dari metode ini yaitu memerlukan optimasi parameter sehingga memerlukan waktu untuk mencari nilai alpha yang paling optimal[8]. Tahapan dalam menentukan ramalan dengan metode ini sebagai berikut[4]:

1. Menentukan Smoothing pertama ($S't$)

$$S't = \alpha X_t + (1 - \alpha)S't - 1 \tag{1}$$

2. Menentukan Smoothing kedua ($S''t$)

$$S''t = \alpha S't + (1 - \alpha)S''t - 1 \tag{2}$$

3. Menentukan besarnya konstanta (At)

$$At = 2S't - S''t \tag{3}$$

4. Menentukan besarnya slope (Bt)

$$Bt = \frac{\alpha}{1 - \alpha(S't - S''t)} \tag{4}$$

5. Menentukan besarnya forecast

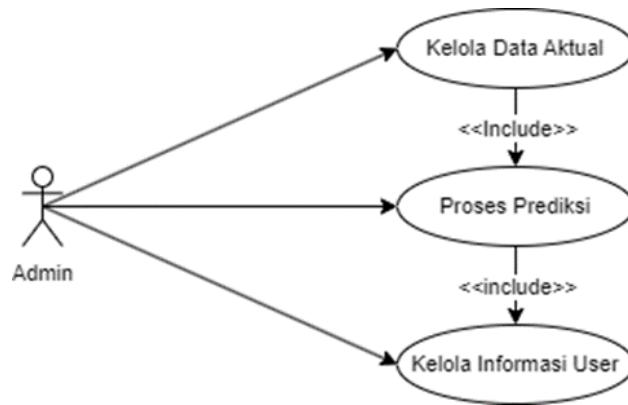
$$Ft + m = At + Bt + .m \tag{5}$$

Keterangan:

- $S't$: Nilai smoothing exponential tunggal
- X_t : Nilai aktual periode ke-t
- α : Parameter smoothing ($0 < \alpha < 1$)
- $S't-1$: Nilai hasil smoothing tunggal sebelumnya (untuk nilai awal adalah 0)
- $S''t-1$: Nilai hasil smoothing ganda sebelumnya (untuk nilai awal adalah 0)
- $S''t$: Nilai *smoothing exponential* ganda
- At : Besarnya konstanta periode t
- Bt : Slope atau nilai trend dari data yang sesuai
- $Ft+m$: Besarnya forecast atau jumlah periode yang akan diramalkan

2.1 Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan pengguna dilakukan dalam bentuk use case diagram untuk mengetahui fungsi apa saja yang dibutuhkan dalam membuat sistem prediksi jumlah penumpang KM. Dharma Ferry 2 dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2. Use Case Diagram

Pada aplikasi prediksi jumlah penumpang ini terdiri dari satu aktor yaitu admin . Admin adalah aktor yang mengelola data aktual, proses prediksi dan informasi user setelah melakukan login[9].

2.2 Pengumpulan Data

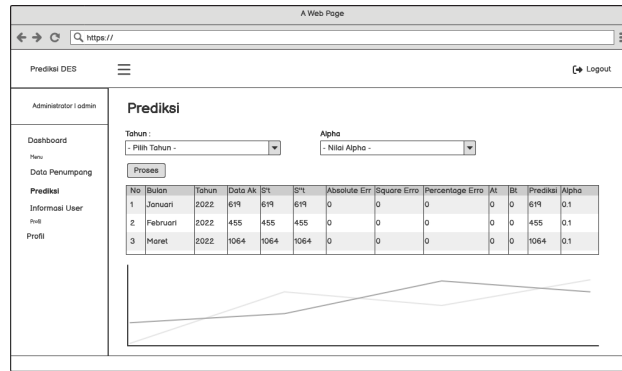
Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan data yakni data arus dan jumlah penumpang tahun 2022 dan 2023 kapal KM Dharma Ferry 2 yang didapat dari Kantor Kesyahbandaran dan Otoritas Pelabuhan Kelas IV Ketapang. Untuk data kapal penumpang KM Dharma Ferry 2 dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Jumlah Penumpang KM Dharma Ferry 2

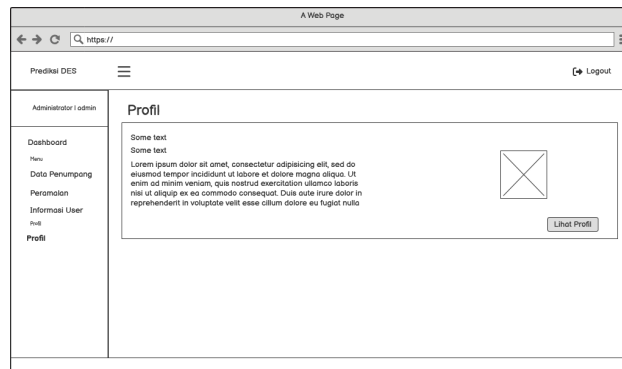
No	Periode	Tahun	
		2022	2023
1	Januari	619	669
2	Februari	455	621
3	Maret	1064	966
4	April	2290	1593
5	Mei	1417	695
6	Juni	1615	1523
7	Juli	1208	1416
8	Agustus	86	210
9	September	822	751
10	Oktober	889	835
11	November	812	762
12	Desember	1004	1117

2.3 Rancangan Antarmuka Sistem

Dalam merancang antarmuka penulis menggunakan aplikasi Balsamiq. Perancangan antarmuka pengguna dibuat sederhana agar memberikan kemudahan untuk pengguna dalam mengakses suatu menu atau menerima informasi sehingga dapat mengurangi tingkat kebingungan pengguna dalam menggunakan aplikasi[6]. Perancangan antarmuka pengguna meliputi berbagai macam halaman dan fungsi-fungsi yang sesuai dengan halaman sistem yang akan dibuat nantinya. Berikut adalah perancangan antarmuka halaman admin yang dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Halaman Prediksi



Gambar 4. Halaman Profil

2.4 Pengujian Sistem Metode Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

MAPE dihitung sebagai rata-rata diferensiasi absolut antara nilai yang diramal dan aktual, dinyatakan sebagai persentase nilai aktual[2]. MAPE juga dapat dikatakan sebagai rata-rata dari keseluruhan persentase kesalahan (selisih) antara data aktual dengan data hasil prediksi[10]. Ukuran akurasi dicocokkan dengan data time series dan ditunjukkan dalam persentase. Kelebihan dari MAPE yakni menyatakan persentase kesalahan hasil peramalan terhadap permintaan aktual selama periode tertentu yang akan memberikan informasi persentase kesalahan terlalu tinggi atau terlalu rendah, sehingga akan lebih akurat[6]. Persentase error merupakan kesalahan persentase dari suatu prediksi adalah sebagai berikut[4]:

$$PE = \frac{Xt - Ft}{Xt} \tag{6}$$

Keterangan:

Xt : Data aktual dari periode ke t

Ft : Data ramalan dari periode ke t

Setelah persentase error didapat, lalu mengukur ketepatan nilai dugaan model yang dinyatakan dalam bentuk rata – rata persentase absolute error. MAPE dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$MAPE = \sum \frac{|PE|}{n} \tag{7}$$

Keterangan:

PE : Persentase error

n : Banyaknya data hasil peramalan

Hasil prediksi selalu mengandung ketidakpastian. Selalu ada perbedaan antara nilai hasil prediksi dengan data aktual. Selisih antara data hasil prediksi dan data aktual disebut nilai kesalahan. MAPE digunakan

untuk melihat perbedaan antara data prediksi dan data aktual. Semakin kecil nilai MAPE yang dihasilkan maka semakin akurat hasil peramalan dan semakin tepat juga metode peramalan yang digunakan. Adapun kriteria pengukuran menggunakan MAPE dapat dilihat pada Tabel 2[2].

Tabel 2. Kriteria Nilai MAPE

MAPE	Keterangan
< 10%	Kemampuan prediksi sangat baik
10 – 20%	Kemampuan prediksi baik
20 – 50%	Kemampuan prediksi cukup
> 50%	Kemampuan prediksi jelek

3. Hasil

3.1 Perhitungan Manual metode *Double Exponential Smoothing*

Perhitungan manual yang digunakan yaitu metode *Double Exponential Smoothing* dan diimplementasikan dalam sistem yang dibuat sebagai sistem prediksi jumlah penumpang. Untuk menentukan hasil prediksi, perhitungan yang ada di metode *Double Exponential Smoothing* dengan menggunakan nilai alpha 0.1 – 0.9. Setelah itu dilakukan perhitungan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) untuk menentukan nilai error dalam perhitungan berupa nilai persen[4].

1. Menentukan *Smoothing* Pertama (S^t) *Smoothing* pertama dihitung dengan menggunakan nilai alpha yang telah ditentukan yaitu 0.9. Perhitungan ini bertujuan untuk mencari nilai *smoothing* kedua. Berikut perhitungan *smoothing* pertama:

$$\begin{aligned}
 S^1 &= 619 \\
 S^2 &= 0,9(455) + (1 - 0,9) \times 619 = 471,4 \\
 S^3 &= 0,9(1064) + (1 - 0,9) \times 471,4 = 1004,7 \\
 S^4 &= 0,9(2290) + (1 - 0,9) \times 1004,7 = 2161,4 \\
 S^5 &= 0,9(1417) + (1 - 0,9) \times 2161,4 = 1491,4 \\
 S^6 &= 0,9(1615) + (1 - 0,9) \times 1491,4 = 1602,6 \\
 S^7 &= 0,9(1208) + (1 - 0,9) \times 1602,6 = 1247,4 \\
 S^8 &= 0,9(86) + (1 - 0,9) \times 1247,4 = 202,1 \\
 S^9 &= 0,9(822) + (1 - 0,9) \times 202 = 760 \\
 S^{10} &= 0,9(889) + (1 - 0,9) \times 760 = 876,1 \\
 S^{11} &= 0,9(812) + (1 - 0,9) \times 876,1 = 818,4 \\
 S^{12} &= 0,9(1004) + (1 - 0,9) \times 818,4 = 985,4 \\
 S^{13} &= 0,9(669) + (1 - 0,9) \times 985,4 = 700,6 \\
 S^{14} &= 0,9(621) + (1 - 0,9) \times 700,6 = 628,9 \\
 S^{15} &= 0,9(966) + (1 - 0,9) \times 628,9 = 932,2 \\
 S^{16} &= 0,9(1593) + (1 - 0,9) \times 932,2 = 1526,9 \\
 S^{17} &= 0,9(695) + (1 - 0,9) \times 1526,9 = 778,1 \\
 S^{18} &= 0,9(1523) + (1 - 0,9) \times 778,1 = 1448,5 \\
 S^{19} &= 0,9(1416) + (1 - 0,9) \times 1448,5 = 1419,2 \\
 S^{20} &= 0,9(210) + (1 - 0,9) \times 1419,2 = 330,9 \\
 S^{21} &= 0,9(751) + (1 - 0,9) \times 330,9 = 708,9 \\
 S^{22} &= 0,9(835) + (1 - 0,9) \times 708,9 = 822,3 \\
 S^{23} &= 0,9(762) + (1 - 0,9) \times 822,3 = 768,09 \\
 S^{24} &= 0,9(1117) + (1 - 0,9) \times 768,09 = 1082,1
 \end{aligned}$$

2. Menentukan *Smoothing* Kedua (S''_t) *Smoothing* kedua dihitung menggunakan nilai yang didapat dari pemulusan pertama, yang menggantikan nilai data aktual sebagai perhitungan di *smoothing* kedua. Untuk nilai alpha masih menggunakan nilai alpha yang sama dengan *smoothing* pertama yaitu menggunakan alpha 0,9. Berikut perhitungan *smoothing* kedua:

$$\begin{aligned}
 S''_1 &= 619 \\
 S''_2 &= 0,9(471,4) + (1 - 0,9) \times 619 = 486,1 \\
 S''_3 &= 0,9(1004,7) + (1 - 0,9) \times 486,1 = 952,8 \\
 S''_4 &= 0,9(2161,4) + (1 - 0,9) \times 952,8 = 2040,6 \\
 S''_5 &= 0,9(1491,4) + (1 - 0,9) \times 2040,6 = 1546,3 \\
 S''_6 &= 0,9(1602,6) + (1 - 0,9) \times 1546,3 = 1597 \\
 S''_7 &= 0,9(1247,4) + (1 - 0,9) \times 1597 = 1282,4 \\
 S''_8 &= 0,9(202,1) + (1 - 0,9) \times 1282,4 = 310,1 \\
 S''_9 &= 0,9(760) + (1 - 0,9) \times 310,1 = 715 \\
 S''_{10} &= 0,9(876,1) + (1 - 0,9) \times 715 = 859,9 \\
 S''_{11} &= 0,9(818,4) + (1 - 0,9) \times 859,9 = 822,5 \\
 S''_{12} &= 0,9(985,4) + (1 - 0,9) \times 822,5 = 969,1 \\
 S''_{13} &= 0,9(700,6) + (1 - 0,9) \times 969,1 = 727,4 \\
 S''_{14} &= 0,9(628,9) + (1 - 0,9) \times 727,4 = 638,8 \\
 S''_{15} &= 0,9(932,2) + (1 - 0,9) \times 638,8 = 902,9 \\
 S''_{16} &= 0,9(1526,9) + (1 - 0,9) \times 902,9 = 1464,5 \\
 S''_{17} &= 0,9(778,1) + (1 - 0,9) \times 1464,5 = 846,8 \\
 S''_{18} &= 0,9(1448,5) + (1 - 0,9) \times 846,8 = 1388,3 \\
 S''_{19} &= 0,9(1419,2) + (1 - 0,9) \times 1388,3 = 1416,1 \\
 S''_{20} &= 0,9(330,9) + (1 - 0,9) \times 1416,1 = 439,4 \\
 S''_{21} &= 0,9(708,9) + (1 - 0,9) \times 439,4 = 682 \\
 S''_{22} &= 0,9(822,3) + (1 - 0,9) \times 682 = 808,3 \\
 S''_{23} &= 0,9(768,03) + (1 - 0,9) \times 808,3 = 772,07 \\
 S''_{24} &= 0,9(1082) + (1 - 0,9) \times 772,07 = 1051,1
 \end{aligned}$$

3. Menentukan Besarnya Konstanta (A_t) Tahap ini dilakukan perhitungan untuk penyesuaian perhitungan

dari hasil smoothing pertama dan kedua. Berikut ini perhitungan untuk mencari nilai dari konstanta:

$$\begin{aligned}
 a1 &= (2 \times 619) \sim 619 = 619 \\
 a2 &= (2 \times 417, 4) \sim 486 = 456, 6 \\
 a3 &= (2 \times 1004, 7) \sim 952 = 1056, 5 \\
 a4 &= (2 \times 2161, 4) \sim 2040, 6 = 2282, 3 \\
 a5 &= (2 \times 1491, 4) \sim 1546, 3 = 1436, 5 \\
 a6 &= (2 \times 1602, 6) \sim 1597 = 1608, 2 \\
 a7 &= (2 \times 1247, 4) \sim 1282 = 1212, 5 \\
 a8 &= (2 \times 202, 1) \sim 310, 1 = 94, 1 \\
 a9 &= (2 \times 760) \sim 715 = 804, 9 \\
 a10 &= (2 \times 876, 1) \sim 859, 9 = 892, 2 \\
 a11 &= (2 \times 818, 4) \sim 822, 5 = 814, 2 \\
 a12 &= (2 \times 985, 4) \sim 969, 1 = 1001, 7 \\
 a13 &= (2 \times 700, 6) \sim 727, 4 = 673, 7 \\
 a14 &= (2 \times 628, 9) \sim 638, 8 = 619, 1 \\
 a15 &= (2 \times 932, 2) \sim 902, 9 = 961, 6 \\
 a16 &= (2 \times 1526, 9) \sim 1464, 5 = 1589, 3 \\
 a17 &= (2 \times 778, 1) \sim 846 = 709, 5 \\
 a18 &= (2 \times 1448, 5) \sim 1388, 3 = 1508, 6 \\
 a19 &= (2 \times 1419, 2) \sim 1416, 1 = 1422, 3 \\
 a20 &= (2 \times 330, 9) \sim 439, 4 = 222, 4 \\
 a21 &= (2 \times 708, 9) \sim 682 = 735, 9 \\
 a22 &= (2 \times 822, 3) \sim 808, 3 = 836, 4 \\
 a23 &= (2 \times 768, 03) \sim 772, 07 = 764 \\
 a24 &= (2 \times 1082, 1) \sim 1051 = 1113, 1
 \end{aligned}$$

4. Menentukan Besar Slope (Bt) Tahap ini dilakukan perhitungan untuk menentukan nilai yang mengalami naik dan turun dari suatu periode waktu ke periode berikutnya. Berikut perhitungan untuk mencari nilai

slope:

$$\begin{aligned}
 b_1 &= 0,9/1 - 0,9 \times (619 \sim 619) = 0 \\
 b_2 &= 0,9/1 - 0,9 \times (471,4 \sim 486) = -132,8 \\
 b_3 &= 0,9/1 - 0,9 \times (1004,7 \sim 952,8) = 1087,7 \\
 b_4 &= 0,9/1 - 0,9 \times (2161,4 \sim 952,8) = -494,2 \\
 b_5 &= 0,9/1 - 0,9 \times (1491,4 \sim 1546,3) = 50,6 \\
 b_6 &= 0,9/1 - 0,9 \times (1602,6 \sim 1597) = -314,5 \\
 b_7 &= 0,9/1 - 0,9 \times (1247,4 \sim 310,1) = -314,5 \\
 b_8 &= 0,9/1 - 0,9 \times (202,1 \sim 310,1) = -972,2 \\
 b_9 &= 0,9/1 - 0,9 \times (760 \sim 715) = 404,8 \\
 b_{10} &= 0,9/1 - 0,9 \times (876,1 \sim 859,9) = 144,9 \\
 b_{11} &= 0,9/1 - 0,9 \times (818,4 \sim 822,5) = -37,4 \\
 b_{12} &= 0,9/1 - 0,9 \times (985,4 \sim 969,1) = 146,5 \\
 b_{13} &= 0,9/1 - 0,9 \times (700,6 \sim 727,4) = -241,6 \\
 b_{14} &= 0,9/1 - 0,9 \times (628,9 \sim 638,8) = -88,6 \\
 b_{15} &= 0,9/1 - 0,9 \times (932,2 \sim 902,9) = 264,1 \\
 b_{16} &= 0,9/1 - 0,9 \times (1526,9 \sim 1464,5) = 561,5 \\
 b_{17} &= 0,9/1 - 0,9 \times (778,1 \sim 846,8) = -617,7 \\
 b_{18} &= 0,9/1 - 0,9 \times (1448,5 \sim 1388,3) = 541,5 \\
 b_{19} &= 0,9/1 - 0,9 \times (1419,2 \sim 1416,1) = 27,8 \\
 b_{20} &= 0,9/1 - 0,9 \times (330,9 \sim 439,4) = -976,7 \\
 b_{21} &= 0,9/1 - 0,9 \times (708,9 \sim 682) = 242,5 \\
 b_{22} &= 0,9/1 - 0,9 \times (822,3 \sim 808,3) = 126,3 \\
 b_{23} &= 0,9/1 - 0,9 \times (768,03 \sim 772,07) = -36,2 \\
 b_{24} &= 0,9/1 - 0,9 \times (1082,1 \sim 1051,1) = 279,02
 \end{aligned}
 \tag{8}$$

5. Menentukan Besarnya *Forecast* Perhitungan ini dilakukan untuk mencari nilai prediksi pada periode berikutnya. Berikut perhitungan untuk mencari nilai prediksi:

$$\begin{aligned}
 f_1 &= 619 + (0 \times 1) = 619 \\
 f_2 &= 456 + (-132 \times 1) = 323,8 \\
 f_3 &= 1056,5 + (466 \times 1) = 1523,3 \\
 f_4 &= 2282,3 + (1087,7 \times 1) = 3370 \\
 f_5 &= 1436,5 + (-494,2 \times 1) = 942,2 \\
 f_6 &= 1608,2 + (50,6 \times 1) = 1658,9 \\
 f_7 &= 1212,5 + (-314,5 \times 1) = 897,9 \\
 f_8 &= 94,1 + (-972,2 \times 1) = -878,1 \\
 f_9 &= 804,9 + (404 \times 1) = 1209,8 \\
 f_{10} &= 892,2 + (144 \times 1) = 1037,1 \\
 f_{11} &= 814,2 + (-37,2 \times 1) = 776,8 \\
 f_{12} &= 1001,7 + (146,5 \times 1) = 1148,3 \\
 f_{13} &= 673,7 + (-241,6 \times 1) = 432,1 \\
 f_{14} &= 619,1 + (-88 \times 1) = 530,4 \\
 f_{15} &= 961,6 + (264,1 \times 1) = 1225,7
 \end{aligned}$$

$$f_{16} = 1589,3 + (561,5 \times 1) = 2150,9$$

$$f_{17} = 709,5 + (-617,7 \times 1) = 91,8$$

$$f_{18} = 1508,6 + (541,5 \times 1) = 2050,2$$

$$f_{19} = 1422,3 + (27,8 \times 1) = 1450,1$$

$$f_{20} = 222,4 + (-976,7 \times 1) = -754,3$$

$$f_{21} = 735,9 + (242,5 \times 1) = 978,5$$

$$f_{22} = 836,4 + (126 \times 1) = 962,7$$

$$f_{23} = 764 + (-36 \times 1) = 727,7$$

$$f_{24} = 1113,1 + (279,02 \times 1) = 1392,1$$

6. Menentukan *Percentage Error* Perhitungan percentage error digunakan untuk mencari akurasi prediksi dan mengetahui nilai alpha berapa yang memiliki nilai error paling kecil. Berdasarkan hasil perhitungan error terkecil ada pada alpha 0,9 dengan nilai sebagai berikut:

$$PE = (619 \sim 619) / 619 = 0$$

$$PE_2 = (471,4 \sim 58,1) / 471,4 = 0,03$$

$$PE_3 = (1004,7 \sim 952,9) / 1004,4 = 0,05$$

$$PE_4 = (2161,4 \sim 2040,6) / 2161,4 = 0,05$$

$$PE_5 = (1491,4 \sim 1546,3) / 1491,4 = 0,03$$

$$PE_6 = (1602,6 \sim 1597) / 1602,6 = 0,003$$

$$PE_7 = (1247,4 \sim 1282,4) / 1247,4 = 0,02$$

$$PE_8 = (202,1 \sim 310,1) / 202,1 = 0,53$$

$$PE_9 = (760 \sim 715) / 760 = 0,05$$

$$PE_{10} = (876,1 \sim 859,9) / 876,1 = 0,01$$

$$PE_{11} = (818,4 \sim 822,5) / 818,4 = 0,005$$

$$PE_{12} = (985,4 \sim 969,1) / 985,4 = 0,01$$

$$PE_{13} = (700,6 \sim 727,4) / 700,6 = 0,03$$

$$PE_{14} = (628,9 \sim 638,8) / 628,9 = 0,01$$

$$PE_{15} = (932,2 \sim 902,9) / 932,2 = 0,03$$

$$PE_{16} = (1526,9 \sim 1464,5) / 1526,9 = 0,04$$

$$PE_{17} = (778,1 \sim 846,8) / 778,1 = 0,08$$

$$PE_{18} = (1448,5 \sim 1388,3) / 1448,5 = 0,04$$

$$PE_{19} = (1419,2 \sim 1416,1) / 1419,2 = 0,002$$

$$PE_{20} = (330,9 \sim 439,4) / 330,9 = 0,32$$

$$PE_{21} = (708,9 \sim 682) / 708,9 = 0,03$$

$$PE_{22} = (822,3 \sim 808,3) / 822,3 = 0,01$$

$$PE_{23} = (768,03 \sim 772,07) / 768,03 = 0,005$$

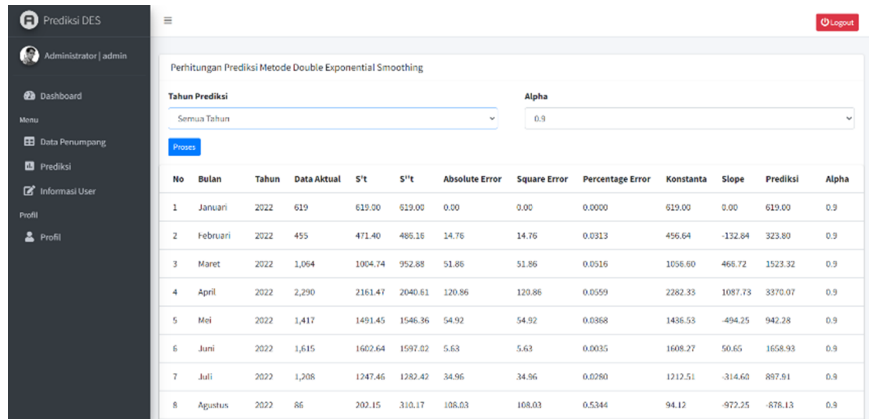
$$PE_{24} = (1082,1 \sim 1051,1) / 1082,1 = 0,02$$

3.2 Tampilan Antarmuka Sistem

Implementasi antarmuka aplikasi dibangun berdasarkan perancangan yang dilakukan sebelumnya. Adapun hasil implementasi antarmuka sistem sebagai berikut:

1. Halaman Prediksi

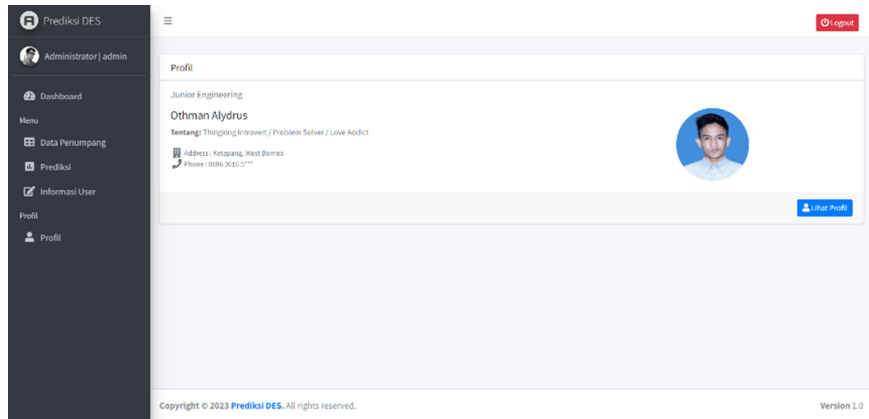
Pada halaman prediksi, admin diarahkan untuk memilih tahun dan nilai alpha yang digunakan untuk memprediksi data periode berikutnya, dimana data yang sudah diinputkan akan diproses menggunakan metode Double Exponential Smoothing yang ditampilkan dalam bentuk grafik sebagai perbandingan. Berikut halaman hasil prediksi yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Halaman Prediksi

2. Halaman Profil

Halaman profil memuat informasi pribadi pengembang aplikasi. Informasi yang ditampilkan berupa nama, tentang, alamat nomor handphone dan foto pengembang aplikasi. Berikut halaman profil yang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Halaman Profil

4. Pembahasan

Setelah melakukan proses perhitungan manual menggunakan metode *Double Exponential Smoothing*, hasil error terkecil terjadi pada alpha 0,9. Nilai alpha merupakan nilai tolak ukur atau perbandingan dan hasil peramalan yang didapatkan dari menguji nilai alpha 0,9 didapatkan prediksi jumlah penumpang sebanyak 1392,1 pada bulan berikutnya. Setelah hasil prediksi didapatkan, pengujian dilanjutkan dengan mencari nilai persentase error yang dihasilkan dari setiap alpha. Persentase error setiap alpha ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Persentase Error Setiap Alpha

No	Aktual	Alpha								
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
1	619	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	455	0,02	0,04	0,06	0,07	0,08	0,08	0,07	0,05	0,03
3	1064	0,04	0,08	0,11	0,13	0,14	0,14	0,12	0,09	0,05
4	2290	0,21	0,30	0,32	0,31	0,28	0,23	0,17	0,11	0,06
5	1417	0,24	0,28	0,25	0,19	0,12	0,06	0,00	0,03	0,04
6	1615	0,27	0,28	0,22	0,15	0,08	0,03	0,01	0,00	0,00
7	1208	0,26	0,22	0,13	0,05	0,02	0,05	0,06	0,05	0,03
8	86	0,17	0,04	0,14	0,32	0,46	0,56	0,62	0,63	0,53
9	822	0,15	0,01	0,13	0,20	0,19	0,11	0,01	0,05	0,06
10	889	0,13	0,01	0,10	0,11	0,05	0,01	0,04	0,04	0,02

Table 3 continued from previous page

11	812	0,11	0,03	0,09	0,08	0,03	0,00	0,01	0,00	0,01
12	1004	0,11	0,00	0,03	0,00	0,03	0,05	0,04	0,03	0,02
13	669	0,08	0,05	0,09	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,04
14	621	0,05	0,09	0,13	0,11	0,09	0,08	0,06	0,04	0,02
15	966	0,06	0,04	0,03	0,01	0,04	0,05	0,06	0,05	0,03
16	1593	0,12	0,09	0,13	0,17	0,17	0,15	0,12	0,08	0,04
17	695	0,09	0,02	0,02	0,01	0,03	0,07	0,10	0,12	0,09
18	1523	0,13	0,10	0,12	0,12	0,10	0,09	0,08	0,06	0,04
19	1416	0,15	0,13	0,13	0,11	0,08	0,06	0,03	0,02	0,00
20	210	0,07	0,03	0,11	0,20	0,29	0,37	0,41	0,42	0,33
21	751	0,05	0,06	0,12	0,16	0,15	0,11	0,04	0,02	0,04
22	835	0,04	0,06	0,09	0,09	0,05	0,01	0,03	0,03	0,02
23	762	0,02	0,08	0,09	0,07	0,04	0,01	0,00	0,00	0,01
24	1117	0,04	0,01	0,01	0,05	0,66	0,08	0,07	0,05	0,03

Setelah semua persentase error diketahui, selanjutnya akan dihitung nilai MAPE dari setiap parameter untuk mengetahui nilai alpha terbaik yang akan digunakan dalam sistem prediksi jumlah penumpang. Untuk mendapatkan nilai persentase error menggunakan persamaan 7.

Berikut ini adalah contoh perhitungan manual untuk mendapatkan nilai MAPE dengan nilai alpha 0,9:

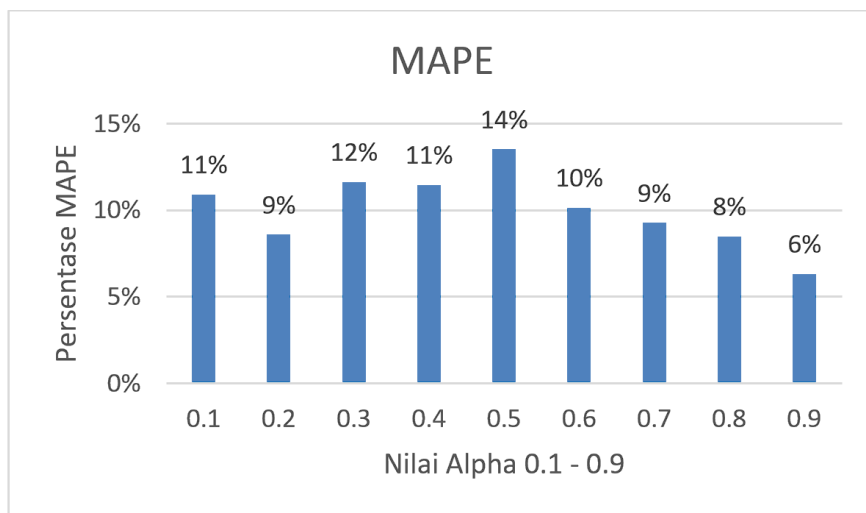
$$\begin{aligned}
 |PE| &= 0,00 + 0,03 + 0,05 + 0,06 + 0,04 + 0,00 + 0,03 + 0,53 + 0,06 \\
 &\quad + 0,02 + 0,01 + 0,02 + 0,04 + 0,02 + 0,03 + 0,04 + 0,09 + 0,04 \\
 &\quad + 0,00 + 0,33 + 0,04 + 0,02 + 0,01 + 0,03 \\
 &= 1,52 * 100 = |152
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan percentage error dibuat menjadi nilai absolut agar hasil perhitungan tidak mempengaruhi nilai persentase, nilai MAPE adalah $152\% / 24 = 6,5911\%$. Dari hasil perhitungan tersebut, didapatkan nilai MAPE dari tiap parameter alpha yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil MAPE Setiap Alpha

No	Alpha	MAPE
1	0,1	11%
2	0,2	9%
3	0,3	12%
4	0,4	11%
5	0,5	14%
6	0,6	10%
7	0,7	9%
8	0,8	8%
9	0,9	6%

Adapun grafik perbandingan persentase MAPE dengan setiap alpha, dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Nilai MAPE Setiap Alpha

Pada Gambar 7 dapat dilihat bahwa nilai MAPE yang terkecil adalah 6% yang terdapat pada alpha 0,9 sehingga parameter alpha optimum yang digunakan dalam aplikasi sistem prediksi jumlah penumpang KM Dharma Ferry 2 adalah 0,9[4].

5. Simpulan

Berdasarkan dari hasil pengujian yang sudah dilakukan aplikasi dapat membantu prediksi jumlah penumpang kapal KM. Dharma Ferry 2 pada periode berikutnya menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* menggunakan nilai alpha optimal yaitu 0,9 dengan menghasilkan nilai MAPE terbaik yaitu 6,5911%. Nilai persentase kesalahan prediksi yang didapatkan adalah 6,5911% dimana kemampuan hasil prediksi sangat baik dilihat dari tabel kriteria *Mean Absolute Percentage Error*.

Pustaka

- [1] P. J. P. K. di Pelabuhan Pantai Baru dengan Metode Sarima, E. Smoothing, and K. Naskah, "Peramalan jumlah penumpang kapal di pelabuhan pantai baru dengan metode sarima dan winter's exponential smoothing," 2021.
- [2] B. Putro, M. T. Furqon, and S. H. Wijoyo, "Prediksi jumlah kebutuhan pemakaian air menggunakan metode exponential smoothing (studi kasus: Pdam kota malang)," vol. 2, no. 11, pp. 4679–4686, 2018, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>.
- [3] U. I. Anjani and C. Suhery, "Prediksi permintaan produk kopi bubuk menggunakan metode double exponential smoothing berbasis website," vol. 7, no. 2, pp. 9–19, 2020.
- [4] W. Lestari *et al.*, "Sistem peramalan produksi bingkis khatulistiwa pontianak menggunakan metode double exponential smoothing berbasis web," *Digital Intelligence*, vol. 4, no. 1, pp. 29–43, 2023.
- [5] T. D. Andini and R. M. Sunyoto, "Sistem peramalan jumlah penumpang kapal laut di pelabuhan Tanjung Perak Surabaya menggunakan triple eksponensial smoothing berbasis android," vol. 4, no. 2, pp. 113–124, 2018.
- [6] A. Ibrahim *et al.*, "Prediksi permintaan ulat jerman dengan menggunakan metode double exponential smoothing berbasis website," 2022.
- [7] R. Ardian, A. Putra, H. Z. Zahro', and D. Rudhistiar, "Penerapan metode double exponential smoothing untuk peramalan penjualan unit mobil," *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, vol. 7, no. 5, 2023.
- [8] P. Subagyo, *Forecasting Konsep dan Aplikasi*, 3rd ed. Yogyakarta: BPFE Universitas Gajah Mada, 2022.

- [9] M. N. Fawaiq, A. Jazuli, and M. M. Hakim, "Prediksi hasil pertanian padi di kabupaten kudus dengan metode brown's double exponential smoothing," 2019.
- [10] M. Marizal and F. Mutiarani, "Penerapan metode exponential smoothing dalam memprediksi jumlah peserta didik baru di sma favorit kota payakumbuh (application of exponential smoothing method in predicting the number of new students at favorite sma, payakumbuh city)," *Majalah Ilmiah Matematika dan Statistika*, vol. 22, no. 1, pp. 43–49, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/MIMS/index>.