

## Prediksi Jumlah Penumpang Kapal Laut di Pelabuhan Tagulandang Dengan Menggunakan Metode *Triple Exponential Smoothing (TES)*

Morisa Martha Kasawehi<sup>1)</sup>, Djoni Hatidja<sup>2\*)</sup>, Yohanes Andreas Robert Langi<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup>Program Studi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas  
Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

<sup>\*)</sup>Corresponding author: dhatidja@unsrat.ac.id

### ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini yaitu memprediksi jumlah penumpang kapal laut di Pelabuhan Tagulandang. Data dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diambil dari Kantor Kesyahbandaran Pelabuhan Ulu Siau Kelas III Wilayah Kerja Tagulandang. Selain itu, data yang digunakan adalah jumlah penumpang keberangkatan dari Pelabuhan Tagulandang dari Januari 2018 sampai Desember 2022. Metode analisis yang digunakan yaitu metode TES yang terdiri dari dua model yaitu model aditif dan model multiplikatif. Setelah dilakukan analisis, diperoleh prediksi jumlah penumpang keberangkatan akan mengalami kenaikan pada bulan Januari dan Desember tahun 2023. Berdasarkan hasil prediksi jumlah penumpang paling banyak adalah pada bulan Desember 2023, yaitu sebesar 1354 orang yang diprediksi jumlah penumpang meningkat dari tahun sebelumnya. Sedangkan prediksi jumlah penumpang paling sedikit adalah pada bulan April 2023, yaitu sebesar 588 orang yang diprediksi jumlah penumpang meningkat dari tahun sebelumnya. Model terbaik berdasarkan nilai ketepatan model peramalan adalah model multiplikatif dengan nilai MAPE 11.601%.

**Kata kunci:** Model multiplikatif; pelabuhan Tagulandang; *triple exponential smoothing*

## Prediction the Number of Ship Passengers in Ports Tagulandang Using the Triple Exponential Smoothing (TES) Method

### ABSTRACT

The purpose of this study is to predict the number of ship passengers at Tagulandang Port. The data in this study are secondary data taken from Class III Ulu Siau Harbor Master Office in the Tagulandang Working Area. In addition, the data used is the number of passengers departing from Tagulandang Port from January 2018 to December 2022. The analysis method used is the TES method which consists of two models, namely the additive model and the multiplicative model. After analysis, it is predicted that the number of departing passengers will increase in January and December 2023. Based on the prediction results, the most number of passengers will be in December 2023, which is 1354 people, which is predicted to increase the number of passengers from the previous year. Meanwhile, the prediction for the least number of passengers is in April 2023, namely 588 people, which is predicted to increase from the previous year. The best model based on the value of the accuracy of the forecasting model is the multiplicative model with a MAPE value of 11.601%.

**Keywords:** Multiplicative model; Tagulandang port; triple exponential smoothing

(Article History: Received 22-06-2023; Accepted 06-09-2023; Published 19-10-2023)

## PENDAHULUAN

Salah satu pelabuhan laut yang ada di Indonesia yaitu Pelabuhan Tagulandang, yang berada di Provinsi Sulawesi Utara (SULUT), Kabupaten Kepulauan Siau Tagulandang Biaro (SITARO). Masyarakat Tagulandang menggunakan transportasi kapal laut untuk berpergian, terutama ke luar pulau seperti ke Manado, Siau, Biaro ataupun Tahuna, untuk itu sangat penting melakukan prediksi atau peramalan jumlah penumpang keberangkatan kapal laut.

Data penumpang keberangkatan menunjukkan adanya pola data tren dan musiman sehingga untuk memprediksi jumlah penumpang keberangkatan menggunakan salah satu metode *exponential smoothing* yaitu metode *triple exponential smoothing*. Metode *exponential smoothing* adalah teknik peramalan menggunakan nilai rata-rata dari banyaknya nilai beberapa tahun untuk memprediksi nilai di masa yang akan datang (Biri et al., 2013; Febriyanti & Rifai, 2022; Putro et al., 2018).

Adapun beberapa penelitian yang menggunakan metode *triple exponential smoothing* yaitu, Permalan Jumlah Penjualan Kripik di Snack Center menggunakan Metode *Triple Exponential Smoothing* (Afiyah & Aqromi, 2022). Penelitian ini hanya menggunakan parameter nilai alpha ( $\alpha$ ) namun tidak menggunakan parameter  $\beta$  dan  $\gamma$ , serta tidak menentukan model aditif dan model multiplikatif. Sistem Peramalan Jumlah Penumpang Kapal Laut di Pelabuhan Tanjung Perak Menggunakan *Triple Exponential Smoothing* Berbasis Android (Andini & Sunyoto, 2018) dimana hasilnya menunjukkan terdapat ketidaksesuaian hasil peramalan dengan hanya menggunakan satu parameter saja. Peramalan Jumlah Kunjungan Wisatawan Menggunakan *Triple Exponential Smoothing* (Darma et al., 2020). Penerapan *Triple Exponential Smoothing* dalam meramalkan laju inflasi bulanan Provinsi Aceh Tahun 2019-2020 (Fitria & Anwar, 2020), pada penelitian ini tidak menggunakan model aditif dan model multiplikatif.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, maka penelitian ini difokuskan pada dua indikator ketepatan peramalan yaitu RMSE dan MAPE, yaitu menentukan model aditif dan model multiplikatif dari metode *triple exponential smoothing* serta menentukan parameter  $\alpha$ ,  $\beta$  dan  $\gamma$  secara *trial and error*. Tujuan dari penelitian ini yaitu memprediksi jumlah penumpang keberangkatan kapal laut di Pelabuhan Tagulandang.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan mulai dari bulan Oktober 2022 sampai Januari 2023. Lokasi penelitian yaitu Kantor Kesyahbandaran Pelabuhan Ulu Siau Kelas III Wilayah Kerja Tagulandang. Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data sekunder sebanyak 60 data, yang terbagi menjadi dua kategori data sebelum dilakukannya analisis yaitu data dari Januari 2018 sampai Desember 2021 merupakan data training. Sedangkan data dari Januari 2022 sampai Desember 2022 merupakan data uji.

Memprediksi jumlah penumpang kapal laut di Pelabuhan Laut Tagulandang pada penelitian ini menggunakan salah satu metode *exponential smoothing* yaitu, *Triple Exponential Smoothing* yang dikenal juga dengan metode *Holt-Winters* (Holt-Winters Exponential Smoothing). Peramalan merupakan salah satu cara untuk memprediksi suatu peristiwa di masa yang akan datang, dengan mempertimbangkan data yang diperoleh di masa lalu (Yusuf & Anjasari, 2018).

Peramalan dengan menggunakan metode *Triple Exponential Smoothing* akan menghasilkan ramalan yang cukup stabil meskipun jumlah periode ramalan ditambah (Fitria & Anwar, 2020). Pada penelitian ini, jumlah penumpang kapal laut yang akan diprediksi adalah jumlah keberangkatan penumpang dari Pelabuhan Laut Tagulandang yang diasumsikan tidak terdapat penumpang ilegal.

Pada metode ini diperlukan nilai inisialisasi untuk pemulusan  $S_t$  dan indeks musiman  $I_t$ , untuk mendapatkan estimasi nilai inisialisasi dari indeks musiman, maka diperlukan setidaknya data selama satu musiman (Setiawan et al., 2019; Napitupulu & Iskandar, 2022; Andrian et al., 2020). Nilai inisialisasi konstanta pemulusan awal didapatkan dengan menggunakan nilai rata-rata musiman pertama seperti pada persamaan di bawah ini:

$$S_L = \frac{1}{L} (Z_1 + Z_2 + \dots + Z_L) \quad (1)$$

untuk menginisialisasi tren, digunakan data lengkap selama dua musiman seperti pada persamaan di bawah ini:

$$b_L = \frac{1}{L} \left( \frac{Z_{L+1} - Z_1}{L} + \frac{Z_{L+2} - Z_2}{L} + \dots + \frac{Z_{L+L} - Z_L}{L} \right) \quad (2)$$

setelah itu didapatkan nilai inisialisasi indeks musiman untuk model aditif:

$$I_i = Z_i - S_L \quad (3)$$

untuk model multiplikatif :

$$I_i = \frac{Z_i}{S_L} \quad (4)$$

terdapat dua jenis model pada model *Winters* yaitu sebagai berikut:

#### 1. Model Aditif

Berikut ini persamaan untuk menghitung pemulusan dengan menggunakan model aditif (Setiawan et al., 2019; Hamidah et al., 2017):

$$S_t = \alpha (Z_t - I_{t-L}) + (1 - \alpha) (S_{t-1} + b_{t-1}) \quad (5)$$

$$b_t = \gamma (S_t - S_{t-1}) + (1 - \gamma) b_{t-1} \quad (6)$$

$$I_t = \beta (Z_t - S_t) + (1 - \beta) I_{t-L} \quad (7)$$

$$F_{t+m} = S_t + m b_t + I_{t-L+m} \quad (8)$$

#### 2. Model multiplikatif

Berikut ini persamaan untuk menghitung pemulusan dengan menggunakan model multiplikatif (Setiawan et al., 2019):

$$S_t = \alpha \frac{Z_t}{I_{t-L}} + (1 - \alpha) (S_{t-1} + b_{t-1}) \quad (9)$$

$$b_t = \gamma (S_t - S_{t-1}) + (1 - \gamma) b_{t-1} \quad (10)$$

$$I_t = \beta \frac{Z_t}{S_t} + (1 - \beta) I_{t-L} \quad (11)$$

$$F_{t+m} = (S_t + m b_t) I_{t-L+m} \quad (12)$$

Dimana:

$F_{t+m}$  = nilai peramalan untuk n periode ke depan

$S_t$  = nilai *exponential smoothing* pada waktu ke-t

$\alpha$  = konstanta *smoothing* untuk data asli

$b_t$  = nilai *smoothing* tren pada waktu ke-t

$\beta$  = konstanta *smoothing* musiman

$I_t$  = nilai *smoothing* musiman pada waktu ke-t

$\gamma$  = konstanta *smoothing* tren

$Z_t$  = data aktual pada waktu ke-t

- $m$  = jumlah periode ke depan yang akan diramalkan  
 $L$  = panjang musiman  
 $t$  = indeks waktu,  $t=1,2,\dots,n$

### Analisis Data

Adapun Langkah-langkah dalam menganalisis data yang akan dilakukan pada penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Membuat plot data *time series*
2. Menentukan nilai awal level, tren, dan musiman.
3. Menentukan bobot parameter  $\alpha$ ,  $\beta$ , dan  $\gamma$  secara subjektif (*trial and error*) atau dengan meminimalkan nilai kesalahan dari nilai estimasi parameter.
4. Memilih kombinasi  $\alpha$ ,  $\beta$ , dan  $\gamma$  dari nilai RMSE terkecil
5. Menentukan model aditif
6. Menentukan model multiplikatif
7. Memilih model terbaik dengan melihat nilai MAPE terkecil dari model aditif dan multiplikatif
8. Menghitung nilai ramalan untuk n periode kedepan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Deskripsi Data

Data yang digunakan dalam penelitian yaitu jumlah penumpang keberangkatan di Pelabuhan Tagulandang yang diasumsikan tidak terdapat penumpang illegal pada periode waktu dari Januari 2018 sampai Desember 2022. Data yang dianalisa adalah data sekunder yang diperoleh dari Kantor Kesyahbandaran Pelabuhan Ulu Siau Kelas III Wilayah Kerja Tagulandang sebanyak 60 data.

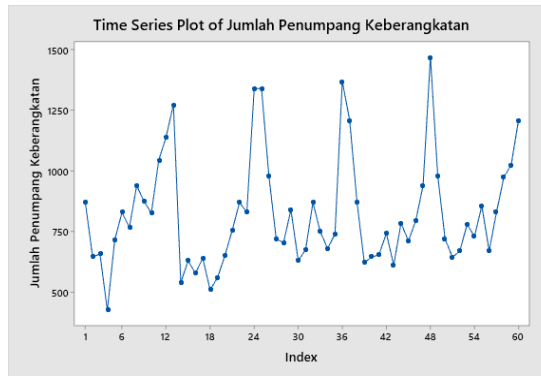
Data penumpang keberangkatan yang diambil merupakan jumlah penumpang pada setiap bulannya, dari bulan Januari sampai bulan Desember. Jumlah penumpang keberangkatan paling sedikit yaitu pada bulan April 2018 sebesar 425 orang, dan penumpang paling banyak yaitu pada bulan Desember 2021 sebesar 1470 orang.

Berdasarkan Gambar 1, dapat diketahui bahwa pada setiap tahunnya jumlah penumpang keberangkatan di Pelabuhan Tagulandang mempunyai jumlah penumpang rata-rata yang fluktuatif. Selain itu, data mengandung pola data musiman yang terjadi peningkatan atau kenaikan jumlah penumpang pada waktu tertentu yaitu pada bulan Januari dan Desember.

### Penentuan Nilai Inisialisasi

Dalam melakukan suatu prediksi dengan menggunakan metode *Triple Exponential Smoothing* ini, tahap awalnya yaitu dengan melakukan proses inisialisasi atau penentuan nilai awal terlebih dahulu. Pada tahap ini terdapat nilai awal pemulusan eksponensial, tren dan musiman untuk jumlah penumpang keberangkatan di Pelabuhan Tagulandang, untuk menentukan nilai inisialisasi dari nilai awal musiman, diperlukan data lengkap setidaknya satu musim (Setiawan et al., 2019),(Rahmadani et al., 2018). Berikut ini proses inisialisasi dari Januari 2018 sampai Desember 2022, dengan panjang musiman  $L=12$ , maka:

**Plot Deret Waktu**



**Gambar 1.** Plot Jumlah Penumpang Keberangkatan di Pelabuhan Tagulandang

a. Nilai awal *smoothing* level

$$S_L = \left(\frac{1}{L}\right) (Z_1 + Z_2 + Z_3 + \dots + Z_L)$$

$$S_{12} = 811.166667$$

b. Nilai awal *smoothing* tren

$$b_L = \left(\frac{1}{L}\right) \left(\frac{Z_{L+1}-Z_1}{L} + \frac{Z_{L+2}-Z_2}{L} + \frac{Z_{L+3}-Z_3}{L} + \dots + \frac{Z_{L+L}-Z_L}{L}\right)$$

$$b_{12} = -3.868056$$

Jadi, nilai awal *smoothing* pola tren adalah  $b_{12} = -3.868056$

c. Nilai awal *smoothing* musiman

Tabel 2 menyajikan nilai awal *smoothing* musiman dari model aditif dan multiplikatif:

**Tabel 2.** Nilai Awal *Smoothing* Musiman

$I_i$	$Z_i$	Aditif ( $Z_i - S_i$ )	Multiplikatif ( $\frac{Z_i}{S_L}$ )
$I_1$	870	58.833	1.073
$I_2$	645	-166.167	0.795
$I_3$	658	-153.167	0.811
$I_4$	425	-386.167	0.524
$I_5$	714	-97.167	0.88
$I_6$	830	18.833	1.023
$I_7$	767	-44.167	0.946
$I_8$	940	128.833	1.159
$I_9$	875	63.833	1.079
$I_{10}$	826	14.833	1.018
$I_{11}$	1044	232.833	1.287
$I_{12}$	1140	328.833	1.405

**Nilai Parameter  $\alpha, \beta$  dan  $\gamma$**

Menentukan nilai parameter *Triple Exponential Smoothing* dengan mencari nilai pembobot parameter  $\alpha, \beta$  dan  $\gamma$ . Parameter  $\alpha, \beta$  dan  $\gamma$  bernilai konstanta yang nilainya

diantara 0 dan 1, serta ditentukan secara *trial and error* atau dengan meminimalkan nilai kesalahan dari nilai estimasi parameter tersebut (Sahli & Susanti, 2013), (Nurvianti et al., 2019). Berikut ini *trial and error* nilai parameter  $\alpha, \beta$  dan  $\gamma$  untuk *Triple Exponential Smoothing* model aditif dan model multiplikatif. Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai RMSE terkecil pada model aditif yaitu 167.4. Nilai RMSE terkecil terjadi pada ombinasi nilai  $\alpha, \beta$  dan  $\gamma$  masing-masing sebesar 0.003, 0.47 dan 1. Sedangkan pada model multiplikatif, pada nilai  $\alpha, \beta$  dan  $\gamma$  sebesar 0.04, 1 dan 0.2, memperoleh nilai RMSE terkecil sebesar 166.99 (Tabel 4, Tabel 5).

**Tabel 3.** Kombinasi Parameter untuk Model Aditif

$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	RMSE
0.02	0.34	0.05	171.2
0.02	0.32	0.12	171.7
0.6	0.7	0	194.9
0.2	1	0	183.9
0.08	1	0.06	195.7
0.5	1	0.1	198.9
0.25	1	0.001	185.5
<b>0.003</b>	<b>0.47</b>	<b>1</b>	<b>167.4</b>
0.24	0.65	0.13	199.5
0	1	1	176.5

**Tabel 4.** Kombinasi Parameter untuk Model Multiplikatif

$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	RMSE
0.005	0.47	0.002	190.81
0.005	0.25	0.2	181.2
0.003	0.51	0.006	194.22
0.004	0.45	0.16	178
0.14	0.009	0.17	195.56
<b>0.04</b>	<b>1</b>	<b>0.2</b>	<b>166.99</b>
0.009	0.27	0.17	176.97
0.003	0.5	0.57	168.18
0.56	0.25	0.31	181.65
0.007	0.35	0.2	173.99

Berikut ini nilai parameter  $\alpha, \beta$  dan  $\gamma$  untuk *triple exponential smoothing* model aditif dan model multiplikatif dengan nilai RMSE terkecil tersaji pada Tabel 5

**Tabel 5.** Nilai Parameter  $\alpha, \beta$  dan  $\gamma$

	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	RMSE
Aditif	0.003	0.47	1	167.4
Multiplikatif	0.004	1	0.2	166.9

## Model Aditif dan Model Multiplikatif

### 1) Model Aditif

Setelah memperoleh nilai parameter  $\alpha, \beta$  dan  $\gamma$  yang menyebabkan nilai RMSE terkecil, selanjutnya dilakukan perhitungan model aditif dan model multiplikatif.

Dengan  $t = 13$ ,  $\alpha = 0.003$   $\beta = 0.47$  dan  $\gamma = 1$ , maka:

$$S_t = \alpha (Z_t - I_{t-L}) + (1 - \alpha) (S_{t-1} + b_{t-1})$$

$$S_{13} = 808.701$$

$$b_t = \gamma (S_t - S_{t-1}) + (1 - \gamma) b_{t-1}$$

$$b_{13} = -2.466$$

$$I_t = \beta (Z_t - S_t) + (1 - \beta) I_{t-L}$$

$$I_{13} = 251.323$$

$$F_{t+m} = S_{12} + m b_t + I_{t-L+m}$$

$$F_{12+1} = 866.132$$

### 2) Model Multiplikatif

Dengan  $t=13$ ,  $\alpha = 0.004$   $\beta = 1$  dan  $\gamma = 0.2$ , maka:

$$S_t = \alpha \frac{Z_t}{I_{t-L}} + (1 - \alpha) (S_{t-1} + b_{t-1})$$

$$S_{13} = 808.889$$

$$b_t = \gamma (S_t - S_{t-1}) + (1 - \gamma) b_{t-1}$$

$$b_{13} = -3.55$$

$$I_t = \beta \frac{Z_t}{S_t} + (1 - \beta) I_{t-L}$$

$$I_{13} = 1.575$$

$$F_{t+m} = (S_t + m b_t) I_{t-L+m}$$

$$F_{12+1} = (S_{12} + 1 \cdot b_{12}) I_{12-12+1}$$

$$= 866$$

## Ketepatan Model Peramalan

**Tabel 6.** Nilai Akurasi Prediksi

	MAPE
Aditif	13.429%
Multiplikatif	11.601%

Dari Tabel 6 dapat dilihat hasil nilai akurasi prediksi pada model aditif dan model multiplikatif, yang dicari berdasarkan data uji dimana dapat diambil kesimpulan yaitu data jumlah penumpang kapal laut di Pelabuhan Tagulandang pada tahun 2018-2022 dengan metode *triple exponential smoothing* model multiplikatif memiliki estimasi nilai terkecil yaitu dengan nilai MAPE= 11.601% dimana nilai MAPE dengan *range* 10%-20% berarti model peramalan baik untuk digunakan. Maka untuk melakukan prediksi pada Januari 2023

sampai Desember 2023 dapat menggunakan metode *triple exponential smoothing* model multiplikatif.

**Hasil Prediksi Jumlah Penumpang**

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan untuk data jumlah penumpang kapal laut di Pelabuhan Tagulandang pada tahun 2018-2022, menggunakan metode *triple exponential smoothing* (TES) memiliki hasil perhitungan untuk model multiplikatif menghasilkan nilai MAPE yang lebih kecil, yang artinya model baik digunakan untuk peramalan. Selanjutnya dengan bantuan *Microsoft Excel*, akan dilakukan prediksi jumlah penumpang kapal laut di Pelabuhan Tagulandang untuk tahun 2023, menggunakan metode *triple exponential smoothing* model multiplikatif, berikut ini tabel hasil prediksi jumlah penumpang untuk periode Januari 2023 – Desember 2023:

**Tabel 7.** Hasil Prediksi Jumlah Penumpang

<b>Periode</b>	<b>Prediksi</b>
Januari 2023	1245
Februari 2023	756
Maret 2023	679
April 2023	588
Mei 2023	759
Juni 2023	771
Juli 2023	763
Agustus 2023	867
September 2023	859
Oktober 2023	889
November 2023	1026
Desember 2023	1354

Berdasarkan hasil prediksi, jumlah penumpang keberangkatan akan mengalami kenaikan pada bulan Januari 2023 dan Desember 2023. Prediksi jumlah penumpang paling banyak yaitu pada bulan Desember 2023 sebesar 1354 orang, atau diprediksi jumlah penumpang meningkat dari tahun sebelumnya. Faktor penyebab kenaikan jumlah penumpang yaitu periode libur, dimana banyak penumpang kapal yang pulang kampung, pergi berlibur maupun pergi berbelanja ke kota Manado. Sedangkan jumlah penumpang paling sedikit, yaitu pada bulan April 2023 sebesar 588 orang atau diprediksi jumlah penumpang menurun dari tahun sebelumnya. Faktor penyebab penurunan jumlah penumpang yaitu diakibatkan oleh cuaca buruk, sehingga penumpang takut untuk berpergian dan kapal tidak berlayar.

**KESIMPULAN**

Prediksi jumlah penumpang paling banyak yaitu pada bulan Desember 2023 sebesar 1354 orang, kenaikan jumlah penumpang karena adanya periode libur, dimana banyak



penumpang kapal yang pulang kampung, pergi berlibur maupun pergi berbelanja ke kota Manado. Sedangkan prediksi jumlah penumpang paling sedikit yaitu pada bulan April 2023 sebesar 588 orang.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Afiyah, S.N., & Aqromi, N.L. (2022). Peramalan Penjualan Jumlah Kripik Di Snack Center Menggunakan Metode Triple Exponential Smoothing. *Jurnal Kajian Matematika Dan Aplikasinya (JKMA)*, 3(1), 8–14.
- Andini, T.D., & Sunyoto, R.M. (2018). Sistem Peramalan Jumlah Penumpang Kapal Laut di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya Menggunakan Triple Eksponensial Smoothing Berbasis Android. *POSITIF : Jurnal Sistem Dan Teknologi Informasi*, 4(2), 113-118. <https://doi.org/10.31961/positif.v4i2.582>
- Andrian, F., Martha, S., & Rahmayuda, S. (2020). Sistem peramalan jumlah mahasiswa baru menggunakan metode. *Jurnal Komputer dan Aplikasi*, 08(01), 112–121.
- Biri, R., Langi, Y.A.R., & Paendong, M.S. (2013). Penggunaan Metode Smoothing Eksponensial Dalam Meramal Pergerakan Inflasi Kota Palu. *Jurnal Ilmiah Sains*, 13(1), 69–73.
- Darma, I.W.A.S., Gunawan, I.P.E.G., & Sutramiani, N.P. (2020). Peramalan Jumlah Kunjungan Wisatawan Menggunakan Triple Exponential Smoothing. *Jurnal Ilmiah Merpati (Menara Penelitian Akademika Teknologi Informasi)*, 8(3), 211–221.
- Febriyanti, A.N., & Rifai, N.A.K. (2022). Metode Triple Exponential Smoothing Holt-Winters untuk Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api di Pulau Jawa. *Bandung Conference Series: Statistics*, 2(2), 152–158.
- Fitria, V., & Anwar, S. (2020). Penerapan Triple Exponential Smoothing dalam Meramalkan Laju Inflasi Bulanan Provinsi Aceh Tahun 2019 – 2020. *E-Jurnal Ekonomi Dan Bisnis Universitas Udayana*, 9(1), 23–38.
- Hamidah, S.N., Salam, N., & Susanti, D.S. (2017). Teknik Peramalan Menggunakan Metode Pemulusan Eksponensial Holt-Winters. *Jurnal Matematika Murni Dan Terapan "Epsilon,"* 07(2), 26–33.
- Napitupulu, D.J., & Iskandar, S. (2022). Penerapan Metode Holt –Winters Exponential Smoothing Aditif Dalam Peramalan Curah Hujan. *Karismatika*, 8(1), 11–19.
- Nurvianti, I., Setiawan, B. D., & Bachtiar, F. A. (2019). Peramalan Jumlah Penumpang Keberangkatan Kereta Api di DKI Jakarta Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing dan Triple Exponential Smoothing. *Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 3(6), 5257–5263.
- Putro, B., Furqon, M.T., & Wijoyo, S. H. (2018). Prediksi Jumlah Kebutuhan Pemakaian Air Menggunakan Metode Exponential Smoothing. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 2(11), 4679–4686.
- Rahmadani, M. N., Sulistianingsih, E., & Perdana, H. (2018). Peramalan Produksi Kelapa Sawit Dengan Metode Winter’S Exponential Smoothing Dan Pegels Exponential Smoothing. *Jurnal Simetris*, 7(2), 1–8.
- Sahli, M., & Susanti, N. (2013). Penerapan Metode Exponential Smoothing Dalam Sistem Informasi Pengendalian Persediaan Bahan Baku (Studi Kasus Toko Tirta Harum). *Simetris : Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 3(1), 59–69.
- Setiawan, D.A., Wahyuningsih, S., & Goejantoro, R. (2019). Peramalan Produksi Kelapa Sawit Menggunakan Winter’s dan Pegel’s Exponential Smoothing dengan Pemantauan Tracking Signal. *Jambura Journal of Mathematics*, 2(1), 1–14.

Yusuf, F.I., & Anjasari, D.H. (2018). Metode Triple Exponential Smoothing Holt Winter untuk peramalan Jumlah Wisatawan Nusantara Di Kabupaten Banyuwangi. *Unisda Journal of Mathematics and Computer Science*, 4(2), 1–6.