



dapat diakses melalui
<https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jmuo/index>



Peramalan Jumlah Pasien Rawat Inap Di RSUD Dr. Sam Ratulangi Tondano Menggunakan Metode *Double Exponential Smoothing*

Brandon Harshall R.Pangau^a, Nelson Nainggolan^{a*}, Mans Lumiu Mananohas^a

^aJurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, UNSRAT, Indonesia

KATA KUNCI

Peramalan
 Pasien Rawat Inap
Double Exponential Smoothing

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode *Double Exponential Smoothing* (DES) dalam meramalkan jumlah pasien rawat inap di RSUD Dr. Sam Ratulangi Tondano. Data yang digunakan adalah data bulanan jumlah pasien rawat inap periode 2020 hingga 2024 dengan kapasitas rumah sakit sebanyak 140 tempat tidur. Metode yang diterapkan mencakup *Double Exponential Smoothing* dari Brown dan metode yang diterapkan mencakup *Double Exponential Smoothing* dari Holt, dengan metode Holt terpilih sebagai model terbaik berdasarkan nilai akurasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode ini menghasilkan nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) sebesar 4,86% dengan parameter optimal $\alpha = 0,9$ dan $\beta = 0,8$, mengindikasikan akurasi yang sangat baik. Hasil peramalan untuk periode Januari hingga Juni 2025 menunjukkan trend peningkatan jumlah pasien rawat inap, yaitu 947, 951, 955, 960, 964, dan 968 pasien. Hasil ini memberikan gambaran perkembangan kebutuhan layanan kesehatan di masa depan.

KEYWORDS

Forecasting
 Inpatient Admissions
Double Exponential Smoothing

ABSTRACT

This study aims to apply the *Double Exponential Smoothing* (DES) method to forecast the number of inpatient admissions at Dr. Sam Ratulangi Regional Hospital Tondano. The data used consists of monthly inpatient figures from 2020 to 2024, with the hospital having a capacity of 140 beds. The methods applied include Brown's and Holt's *Double Exponential Smoothing*, with Holt's method selected as the best model based on accuracy metrics. The results show that this method yields a *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) of 4.86% with optimal parameters of $\alpha = 0.9$ and $\beta = 0.8$, indicating very high accuracy. The forecast for the period from January to June 2025 shows an increasing trend in inpatient admissions, namely 947, 951, 955, 960, 964, and 968 patients. These results provide insights into the future development of healthcare service demands.

TERSEDIA ONLINE

01 Agustus 2025

Pendahuluan

Layanan rawat inap adalah salah satu komponen utama dalam layanan kesehatan rumah sakit. Rawat inap adalah pemeliharaan kesehatan rumah sakit di mana penderita tinggal/mondok sedikitnya satu hari berdasarkan rujukan dari pelaksana pelayanan kesehatan lain (Robot et al., 2018). Dalam praktiknya, layanan ini menghadapi tantangan fluktuasi jumlah pasien yang dapat dipengaruhi oleh faktor seperti kebijakan kesehatan, wabah, dan variasi kebutuhan layanan.

RSUD Dr. Sam Ratulangi Tondano sebagai salah satu fasilitas kesehatan di Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara menghadapi fluktuasi serupa dalam

layanan rawat inapnya, dengan penurunan selama pandemi (2020-2021) dan terjadi pemulihan bertahap sejak 2022. *Trend* kenaikan yang berlanjut hingga 2024 menunjukkan pertumbuhan permintaan layanan kesehatan dari masa pandemi hingga setelah pandemi.

Untuk mengatasi tantangan ini, salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah melalui peramalan. Peramalan merupakan suatu proses untuk memperkirakan kejadian di masa mendatang berdasarkan pengolahan data historis. Dalam penelitian ini, metode *Double Exponential Smoothing* (DES) dipilih karena kemampuannya menangani data dengan pola *trend* melalui dua parameter yang dapat

*Corresponding author:

Email address: : n-nelson@unsrat.ac.id

Published by FMIPA UNSRAT (2025)

mengidentifikasi dan mengikuti perubahan *trend* secara lebih baik. Selain itu, metode ini cocok digunakan untuk peramalan jangka pendek hingga menengah, khususnya pada data deret waktu tanpa pola musiman yang jelas.

Material dan Metode

Rawat Inap

Menurut Nurdahniar (2019), rawat inap merupakan suatu bentuk perawatan, di mana pasien dirawat dan tinggal di rumah sakit untuk jangka waktu yang tidak ditentukan, karena selama pasien dirawat, rumah sakit harus memberikan pelayanan yang terbaik kepada pasien sehingga penerima layanan merasa dilayani dengan baik. Rawat inap diberikan untuk pasien yang membutuhkan perawatan minimal 24 jam, terutama yang memerlukan pemantauan berkelanjutan atau tindakan medis yang tidak dapat dilakukan di rumah.

Peramalan (Forecasting)

Prediksi atau peramalan adalah suatu proses memperkirakan secara sistematis tentang sesuatu yang paling mungkin terjadi di masa depan berdasarkan informasi masa lalu dan sekarang yang dimiliki, agar kesalahannya (selisih antara sesuatu yang terjadi dengan hasil perkiraan) dapat diperkecil (Nurhaeni., 2019). Proses peramalan yang efektif memerlukan pemilihan metode yang tepat sesuai karakteristik data dan pola perubahan yang terkandung di dalamnya.

Menurut Pramesti et al. (2020), peramalan dapat dibagi menjadi tiga jenis berdasarkan jangka waktu yaitu:

1. Peramalan jangka pendek, mencakup periode waktu yang tidak lebih dari tiga bulan.
2. Peramalan jangka menengah, mencakup periode waktu sekitar tiga sampai delapan belas bulan.
3. Peramalan jangka panjang, mencakup periode waktu yang lebih dari delapan belas bulan.

Analisi Deret Waktu

Deret waktu (*time series*) adalah serangkaian data yang diperoleh dari waktu ke waktu dengan selang waktu yang sama, data dapat diakumulasi setiap menit, jam, hari, bahkan tahun (Tunang et al., 2019).

Analisis deret waktu merupakan penerapan analisis statistika untuk meramalkan kemungkinan keadaan di masa yang akan datang (Mokorimban et al., 2021). Metode ini memerlukan data historis yang akan diprediksi untuk mengidentifikasi pola data agar sesuai dengan metode peramalan yang dipilih.

Peramalan suatu data *time series* perlu memperhatikan tipe atau pola data (Panglila et al., 2024). Menurut Lusiana dan Yularty (2020), terdapat empat jenis pola data yaitu:

1. *Trend* (T), terjadi ketika ada kenaikan atau penurunan dari data secara gradual dalam kurun waktu panjang.
2. *Seasonality* (S) / musiman terjadi bila pola datanya berulang setelah periode waktu tertentu

3. *Cycles* (C), siklus adalah suatu pola data yang terjadinya setiap beberapa tahun, biasanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang berkaitan dengan siklus bisnis.

4. *Horizontal* (H) / stasioner terjadi bila nilai data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang tetap.

Metode Exponential Smoothing

Metode *Exponential Smoothing* adalah suatu metode yang menunjukkan pembobotan menurun secara *exponential* terhadap nilai pengamatan yang lebih tua. Oleh karena itu metode ini disebut prosedur *Exponential Smoothing* (Pujiati et al., 2016). Metode *Exponential Smoothing* merupakan prosedur perbaikan pada peramalan terhadap objek pengamatan terbaru. *Exponential Smoothing* terbagi atas beberapa metode yaitu: *Single Exponential Smoothing*, *Double Exponential Smoothing*, *Triple Exponential Smoothing* (Deremi et al., 2023).

Metode Double Exponential Smoothing

Double Exponential Smoothing (DES) adalah metode peramalan deret waktu yang digunakan untuk menganalisis data dengan pola *trend*. Menurut Hilmy et al., (2021) Metode DES merupakan suatu metode prediksi dengan memberi nilai pembobot pada beberapa periode atau pengamatan sebelumnya untuk memprediksi nilai pada periode yang akan datang.

Metode DES ada dua macam yaitu dari Holt dan Brown. DES Brown yaitu pemulusan *exponential* yang hanya menggunakan satu parameter, sedangkan DES Holt menggunakan 2 parameter (α dan β atau γ) yang memuluskan nilai *trend* (kecenderungan yang konsisten) dengan parameter yang berbeda dari parameter yang digunakan dari deret asli.

Metode Double Exponential Smoothing Brown

Metode ini digunakan untuk data deret waktu yang menunjukkan pola *trend* linier sederhana, di mana seluruh proses pemulusan hanya dikendalikan oleh satu parameter tunggal (α) tanpa melibatkan penyesuaian komponen musiman.

Persamaan yang digunakan pada metode Brown adalah sebagai berikut (Makridakis et al., 1983):

Pemulusan eksponensial tunggal

$$S'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)S'_{t-1} \quad (1)$$

Pemulusan eksponensial ganda

$$S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha)S''_{t-1} \quad (2)$$

Menentukan nilai konstanta

$$a_t = S'_t + (S'_t - S''_t) = 2S'_t - S''_t \quad (3)$$

Pemulusan *trend*

$$b_t = \frac{\alpha}{1 - \alpha} (S'_t - S''_t) \quad (4)$$

Peramalan (*forecasting*)

$$F_{t+m} = a_t + b_t m \quad (5)$$

dimana

S'_t : nilai pemulusan eksponensial tunggal periode t

S''_t : nilai pemulusan eksponensial ganda periode t

X_t : nilai aktual periode t

a_t : nilai konstanta pemulusan periode t
 b_t : nilai koefisien *trend* periode t
 α : parameter pemulusan untuk data dengan nilai antara ($0 < \alpha < 1$)
 F_{t+m} : nilai peramalan untuk periode ke m
 m : jumlah periode ke depan yang akan diramalkan
 Nilai S'_{t-1} dan S''_{t-1} harus tersedia untuk menggunakan rumus, tetapi pada saat $t = 1$, nilai tersebut tidak tersedia. Karena nilai harus ditentukan pada awal periode, maka S'_t dan S''_t dapat ditetapkan sama dengan nilai X_1 (data aktual).

Metode Double Exponential Smoothing Holt

Metode DES Holt merupakan teknik yang efektif untuk meminimalkan perbedaan antara data aktual dan hasil peramalan, terutama saat data memperlihatkan *trend* yang kompleks dan fluktuatif. Peramalan dengan metode DES Holt ini dilakukan dengan mengkombinasikan berbagai kemungkinan nilai dari dua parameter pemulusan α dan β (*trend*) pada tiga persamaan berikut hingga diperoleh kombinasi yang menghasilkan ramalan yang paling optimal (Hyndman et al., 2008).

Persamaan yang digunakan pada metode Holt adalah sebagai berikut (Makridakis et al., 1983):
 Pemulusan eksponensial

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

Pemulusan *trend*

$$b_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (7)$$

Peramalan (*forecasting*)

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

dimana:

S_t : nilai pemulusan eksponensial pada waktu t ; $t = 1, 2, \dots, n$

α : parameter pemulusan eksponensial dengan nilai antara ($0 < \alpha < 1$)

b_t : nilai pemulusan eksponensial *trend* pada waktu t ; $t = 1, 2, \dots, n$

F_{t+m} : nilai peramalan untuk periode ke m

β : parameter pemulusan untuk estimasi *trend* nilai antara ($0 < \beta < 1$)

X_t : nilai aktual periode t

m : jumlah periode ke depan yang akan diramalkan

Nilai S_{t-1} dan b_{t-1} harus tersedia untuk menggunakan rumus, tetapi pada saat $t = 1$, nilai tersebut tidak tersedia mengingat belum ada data historis. Karena nilai harus ditentukan pada awal periode, maka untuk nilai S_1 dapat ditetapkan sama dengan nilai X_1 (data aktual) dan untuk nilai b_1 dihitung melalui persamaan (9) (Makridakis et al., 1983).

$$b_1 = X_2 - X_1 \quad (9)$$

atau

$$b_1 = \frac{(X_2 - X_1) + (X_3 - X_2) + (X_4 - X_3)}{3}$$

dimana, b_1 = taksiran setelah data diplot.

Keakuratan Peramalan

Setiap metode peramalan pasti menghasilkan kesalahan. Ukuran akurasi yang dipakai dalam penelitian ini adalah MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). MAPE atau nilai tengah kesalahan persentase absolut adalah rata-rata dari keseluruhan persentase kesalahan (selisih) antara data aktual dengan data hasil prakiraan (Deremi et al., 2023). Secara matematis MAPE dinyatakan sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{1}{m} \sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - \hat{F}_t}{X_t} \right| \times 100\% \quad (10)$$

dimana:

X_t : nilai aktual periode t

\hat{F}_t : nilai ramalan periode t

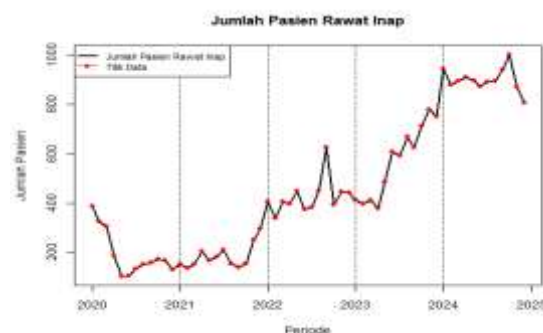
m : jumlah periode ke depan yang akan diramalkan

Jenis dan Sumber Data

Pada penelitian ini, data yang digunakan merupakan data sekunder mengenai Jumlah Pasien Rawat Inap di RSUD Dr. Sam Ratulangi Tondano dari Januari 2020 hingga Desember 2024, dengan data diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Minahasa dan RSUD Dr. Sam Ratulangi Tondano hari.

Hasil dan Pembahasan

Berikut merupakan plot data Jumlah Pasien Rawat Inap yang dianalisis mulai dari Januari 2020 sampai dengan bulan Desember 2024 yang ditampilkan pada Gambar 1.



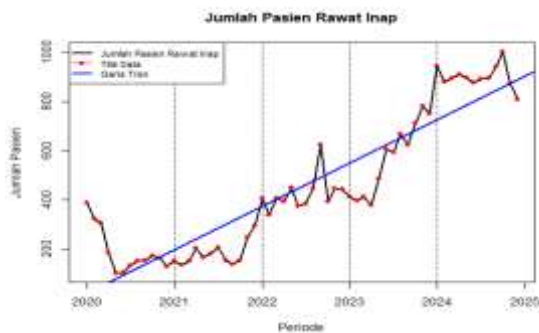
Gambar 1. Plot Data Jumlah Pasien Rawat Inap di RSUD Dr. Sam Ratulangi Tondano

Dari Gambar 1, secara keseluruhan grafik data menunjukkan adanya peningkatan jumlah pasien rawat inap dari tahun 2022 hingga 2024, dengan fluktuasi bulanan akibat faktor seperti kebijakan kesehatan atau wabah. Puncak jumlah pasien terjadi pada tahun 2024, mencerminkan peningkatan kebutuhan layanan.

Perbandingan antar tahun menunjukkan bahwa jumlah pasien pada tahun 2020 dan 2021 lebih rendah, dengan penurunan drastis selama pandemi COVID-19. Pemulihan mulai terjadi pada tahun 2022, diikuti kenaikan bertahap hingga tahun 2024, mengindikasikan kembalinya permintaan layanan kesehatan setelah pandemi.

Mengidentifikasi Pola Trend

Berikut ini merupakan pola data *trend* dari data jumlah pasien rawat inap di RSUD Dr. Sam Ratulangi Tondano yang ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Plot Data *Trend* dari Data Jumlah Pasien Rawat Inap di RSUD Dr. Sam Ratulangi Tondano

Berdasarkan Gambar 2, grafik yang menampilkan jumlah pasien rawat inap di RSUD Dr. Sam Ratulangi Tondano menunjukkan adanya pola *trend* yang jelas dalam periode Januari 2020 hingga Desember 2024. Secara umum, *trend* jangka panjang mengalami peningkatan signifikan sejak tahun 2022, setelah periode penurunan selama pandemi COVID-19.

Pembagian Data *Training* dan *Testing*

Penelitian ini menggunakan pendekatan *grid search* untuk menentukan pembagian optimal antara data *training* dan *testing* dengan mempertimbangkan berbagai kombinasi ukuran data *training* serta parameter peramalan untuk meminimalkan kesalahan prediksi.

Hasil analisis menunjukkan bahwa pembagian data optimal diperoleh dengan menggunakan 50 data *training* (Januari 2020-Februari 2024) dan 10 data *testing* (Maret-Desember 2024). Pembagian ini mencapai komposisi 83,3% data *training* dan 16,7% data *testing*, yang menghasilkan akurasi prediksi tertinggi dibandingkan variasi pembagian lainnya.

Metode *Double Exponential Smoothing Brown*

Metode DES Brown diaplikasikan dengan terlebih dahulu menentukan parameter optimal berdasarkan data *training*. Berdasarkan hasil perhitungan, nilai $\alpha = 0,8$ dipilih karena menghasilkan kesalahan peramalan terkecil dengan nilai MAPE sebesar 3,70%. Selanjutnya, peramalan dilakukan pada data *testing* dan menghasilkan nilai MAPE sebesar 5,87%. Nilai ini menunjukkan akurasi yang sangat baik untuk konteks peramalan pasien rawat inap. Hasil MAPE ini nantinya akan dibandingkan dengan MAPE metode DES Holt untuk menentukan metode mana yang lebih unggul dalam hal akurasi.

Metode *Double Exponential Smoothing Holt*

Dalam metode DES Holt, langkah pertama adalah menentukan nilai awal pemuluan *trend* (b_1), yang menggambarkan kecenderungan data pada periode awal. Nilai ini dihitung menggunakan persamaan (9), dan hasil perhitungannya sebagai berikut.

$$b_1 = \frac{(X_2 - X_1) + (X_3 - X_2) + (X_4 - X_3)}{3}$$

$$b_1 = \frac{(325 - 388) + (305 - 325) + (185 - 305)}{3}$$

$$b_1 \approx -67,6$$

Nilai b_1 sebesar $-67,67$ menunjukkan bahwa pada awal periode, *trend* data cenderung menurun. Setelah mendapat nilai awal pemuluan *trend* dilakukan perhitungan pada model.

Berdasarkan data *training*, kombinasi nilai $\alpha = 0,8$ dan $\beta = 0,8$ dipilih karena menghasilkan kesalahan peramalan terkecil dengan nilai MAPE sebesar 4,63%. Selanjutnya, peramalan dilakukan pada data *testing* dan menghasilkan nilai MAPE sebesar 4,86%. Nilai ini menunjukkan akurasi yang sangat baik untuk konteks peramalan pasien rawat inap. Hasil MAPE ini nantinya akan dibandingkan dengan MAPE metode DES Brown untuk menentukan metode mana yang lebih unggul dalam hal akurasi.

Perbandingan Akurasi Nilai MAPE

Berdasarkan hasil analisis, dilakukan perbandingan akurasi nilai MAPE antara metode DES Brown dan Holt untuk menentukan model terbaik dalam memprediksi jumlah pasien rawat inap. Nilai MAPE pada data *testing* digunakan sebagai acuan karena lebih merepresentasikan kinerja model pada data baru. Berikut perbandingan nilai MAPE pada data *testing* untuk kedua metode.

Tabel 1. Perbandingan Nilai MAPE dari DES Brown dan Holt

Metode	MAPE
DES Brown	5,87%
DES Holt	4,86%

Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa DES Holt menghasilkan MAPE lebih rendah (4,86%) dibandingkan dengan DES Brown (5,87%). Selisih 1,01% ini mengindikasikan keunggulan DES Holt dalam menangkap pola data, terutama karena kemampuannya memodelkan *level* dan *trend* secara terpisah. Dengan demikian, DES Holt dipilih sebagai metode utama untuk peramalan periode berikutnya.

Peramalan

Tabel 2. Hasil Peramalan Jumlah Pasien Rawat Inap di RSUD Dr. Sam Ratulangi Tondano Periode Januari 2025 hingga Juni 2025

Periode	Hasil Peramalan
Januari 2025	951
Februari 2025	955
Maret 2025	960
April 2025	964
Mei 2025	968
Juni 2025	973

Pada Tabel 2 hasil peramalan menunjukkan adanya *trend* peningkatan setiap bulan, dengan rata-rata kenaikan sekitar 4,4 pasien per bulan. *Trend* ini mencerminkan peningkatan kebutuhan masyarakat terhadap layanan rawat inap, yang dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti pertumbuhan populasi, perubahan pola penyakit, atau kebijakan kesehatan.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, metode *Double Exponential Smoothing* dari Holt terbukti dapat digunakan untuk meramalkan jumlah pasien rawat inap

di RSUD Dr. Sam Ratulangi Tondano. Nilai parameter $\alpha = 0,9$ dan $\beta = 0,8$ pada model ini menghasilkan akurasi yang sangat baik dalam memprediksi *trend* peningkatan jumlah pasien. Hasil peramalan untuk periode Januari hingga Juni 2025 menunjukkan *trend* peningkatan jumlah pasien rawat inap, yaitu 947, 951, 955, 960, 964, dan 968 pasien. Pola kenaikan yang stabil ini memberikan gambaran yang jelas tentang perkembangan kebutuhan layanan rawat inap di masa depan.

Rawat Jalan di Rumah Sakit. *Jurnal Teknik Informatika*, 13(4): 1–8.

Tunang, Y., Manurung, T., dan Nainggolan, N. 2019. Penerapan Model Vector Autoregressive (VAR) Untuk Memprediksi Harga Cengkeh, Kopra, Dan Pala Di Sulawesi Utara. *D'Cartesian Jurnal Matematika Dan Aplikasi*, 8(2): 100–107

Daftar Pustaka

- BPS. 2024. Jumlah Pasien Rawat Inap di RSUD Dr. Sam Ratulangi (Jiwa) 2020-2023. <https://minahasakab.bps.go.id> [20 Oktober 2024].
- Deremi, S., Nainggolan, N., dan Weku, W. 2023. Peramalan Tingkat Kriminalitas Kota Ternate Provinsi Maluku Utara Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing. *IJIDS (Indonesian Journal of Intelligence Data Science)*, 1(1): 27–34.
- Hilmy, M., Badie'ah, dan Munawar, H. 2021. Prosiding Seminar Nasional Konstelasi Ilmiah Mahasiswa UNISSULA 5 (KIMU 5) Semarang. *Konstelasi Ilmiah Mahasiswa UNISSULA 5 (KIMU 5)*, 86–96.
- Hyndman, R. J., Koehler, A. B., Ord, J. K., dan Synder, R. D. 2008. *Forecasting with Exponential Smoothing. The State Space Approach*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Lusiana, A., dan Yuliarty, P. 2020. Penerapan Metode Peramalan (Forecasting) pada Permintaan Atap di PT X. *Jurnal Teknik Industri ITN Malang*, 11–20.
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., Hyndman, R. J. 1983. *Forecasting Methods and Applications*. 2nd Edition. John Wiley and Sons, New York.
- Mokorimban, F. E., Nainggolan, N., dan Langi, Y. A. R. 2021. Penerapan Metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) dalam Model Intervensi Fungsi Step terhadap Indeks Harga Konsumen di Kota Manado. *D'Cartesian Jurnal Matematika Dan Aplikasi*, 10(2): 91–99.
- Nurdahniar. 2019. Pelayanan Kesehatan Rawat Inap Rumah Sakit Umum Daerah Tenriawaru Kabupaten Bone. *Universitas Negeri Makassar*.
- Nurhaeni. 2019. Peramalan Kejahatan Menggunakan Holt's Double Exponential Smoothing. *Sainteks*, 16(2): 121–127.
- Pramesti, A. D., Jajuli, M., dan Sari, B. N. 2020. Implementasi Metode Double Exponential Smoothing dalam Memprediksi. *ULTIMATICS*, 12(2): 95–103.
- Pujiati, E., Yuniarti, D., dan Goejantoro, R. 2016. Peramalan Dengan Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing Dari Brown (Studi Kasus: Indeks Harga Konsumen (IHK) Kota Samarinda). *Jurnal EKSPONENSIAL*, 7(1): 33-40.
- Robot, R. P., Sengkey, R., dan Rindengan, Y. D. Y. 2018. Aplikasi Manajemen Rawat Inap dan