

## Metode Holt-Winters Untuk Peramalan Kasus Malnutrisi Pada Rumah Sakit: Pendekatan Time Series Analysis

### *The Holt-Winters Method For Forecasting Malnutrition Cases In Hospitals : A Time Series Analysis Approach*

Taufan Eka Hidayatullah<sup>1</sup>, Aziz Musthafa<sup>2</sup>, Jumhurul Umami<sup>3</sup>

<sup>123</sup> Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Darussalam Gontor

<sup>1</sup>[taufanekahidayatullah@mhs.unida.gontor.ac.id](mailto:taufanekahidayatullah@mhs.unida.gontor.ac.id), <sup>2</sup>[aziz@unida.gontor.ac.id](mailto:aziz@unida.gontor.ac.id), <sup>3</sup>[jumhur@unida.gontor.ac.id](mailto:jumhur@unida.gontor.ac.id)

#### Abstract

Forecasting malnutrition instances permits health personnel to take proper action in dealing with patients at the hospital, reducing losses. since there has been a very minor surge in this case in the previous 5 years, resulting in complications for the health team in managing and management. The goal of this study is to model the accuracy of forecasting using patient data at risk of malnutrition from 2013 to 2020 in order to forecast for the next year using the Holt-Winters (HW), forecasting method. Triple Exponential Smoothing model was used to investigate the sensitivity of the dependability of case number estimations. The results demonstrate that when compared to other models, the root mean square error (RMSE) prediction of malnutrition cases is 38.54%. When compared to other Holt-Winters models, the use of damped trend leads in a mean absolute percentage error (MAE) of 26.94% and a mean absolute percentage error (MAPE) of 0.31.

**Keywords:** Time Series, Forecasting, Malnutrition, Holt-Winters

#### Abstrak

Peramalan kejadian malnutrisi memungkinkan petugas kesehatan untuk mengambil tindakan yang tepat dalam menangani pasien di rumah sakit, mengurangi kerugian. karena terjadi lonjakan yang sangat kecil pada kasus ini dalam 5 tahun sebelumnya, sehingga menimbulkan komplikasi bagi tim kesehatan dalam penanganan dan penatalaksanaannya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memodelkan akurasi peramalan menggunakan data pasien berisiko malnutrisi dari tahun 2013 hingga 2020 untuk peramalan tahun berikutnya menggunakan metode peramalan Holt-Winters (HW). Model *Triple Exponential Smoothing* digunakan untuk menyelidiki sensitivitas ketergantungan estimasi jumlah kasus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jika dibandingkan dengan model lain, prediksi root mean square error (RMSE) kasus malnutrisi adalah 38,54%. Jika dibandingkan dengan model Holt-Winters lainnya, penggunaan tren teredam menghasilkan mean absolute error (MAE) sebesar 26,94% dan mean absolute percentage error (MAPE) sebesar 0,31.

**Kata kunci :** Time Series, Forecasting, Malnutrisi, Holt-Winters.

#### Pendahuluan

Dikutip dari [hellosehat.com](http://hellosehat.com), malnutrisi adalah suatu keadaan dimana terjadi ketidak seimbangan zat gizi dalam tubuh seseorang, baik itu defisit maupun kelebihan. Penyakit ini dapat menyerang orang-orang dari segala usia. Namun, sebagian besar kasus malnutrisi sering dialami oleh anak-anak[1]. Tingginya frekuensi malnutrisi pada pasien rawat inap masih menjadi masalah, baik di negara industri maupun negara berkembang. Sebuah penelitian di Amerika Latin menemukan prevalensi malnutrisi sebesar 50,2 persen, dengan 11,2 persen malnutrisi berat; di Jerman, prevalensi gizi buruk adalah 27,4 persen; dan di Spanyol, prevalensi gizi buruk di rumah sakit adalah 28,9 persen. Dikutip dari [Suara.com](http://Suara.com) menurut temuan penelitian Asia yang didanai Fresenius Kabi Deutschland GmbH, Jerman, 76% pasien rawat inap di Indonesia berisiko mengalami malnutrisi sedang hingga berat[2]. Malnutrisi pada pasien dapat menyebabkan penurunan imunitas, mengakibatkan masa pemulihan yang lebih lama, rawat inap dan terapi yang lebih lama, biaya pengobatan yang lebih besar, dan secara umum meningkatkan morbiditas dan kematian[3].

Malnutrisi adalah penyakit yang menghancurkan dan umum di lingkungan rumah sakit akut, dengan tingkat lebih dari 40% dilaporkan dalam penelitian di Australia dan di seluruh dunia. Malnutrisi terkait dengan berbagai efek negatif, termasuk depresi sistem kekebalan, penyembuhan luka yang tertunda, atrofi otot, masa

rawat inap yang lebih lama, biaya perawatan yang lebih besar, dan peningkatan kematian. Tingkat rujukan untuk evaluasi diet dan pengobatan malnutrisi akut telah ditemukan tetapi tidak memadai, hal ini dapat mengakibatkan meningkatkan kemungkinan munculnya masalah yang disebutkan di atas[4]. Pendekatan analisis deret waktu bertujuan untuk meramalkan situasi masa depan dengan menganalisis data masa lalu dan mengekstrapolasi tren ke masa depan. Misalnya, pengumpulan data dilakukan selama 8 tahun setiap bulan, statistik bulanan tentang jumlah orang yang sakit di rumah sakit dicatat. Dengan menggunakan teknik deret waktu, tim analitik dapat memperkirakan jumlah kejadian di masa mendatang, seperti tahun ke-9 dan seterusnya.[5]

Penelitian ini menggunakan metode *Triple Exponential Smoothing*, di temukan oleh Gardner dan McKenzie (1985) yang merupakan metode pengembangan dari metode peramalan Sempel Exponential Smoothing yang di pelopori oleh Holt(1957), dikarenakan banyak bukti empiris yang menunjukkan bahwa prakiraan jangka Panjang yang konstan ke masa depan dari metode yang di kemukakan Holt(1957) ke masa depan seringkali lebih cepat dari fakta, terutama untuk estimasi yang panjang.[6] Penelitian tentang metode ini telah banyak dilakukan salah satunya penelitian yang dilakukan oleh Arum Handini yang meneliti tentang peramalan volume penumpang di bandara Soekarno-Hatta menggunakan *Holt-Winters Damped Trend*. [7]

Tidak luput dari seberapa besar suatu Lembaga pelayanan kesehatan, pasti memiliki masalah dan kendala tertentu dalam Lembaga tersebut. Seperti halnya salah satu masalah yang terjadi dalam Lembaga pelayanan Kesehatan kebanyakan, malnutrisi merupakan salah satu masalah yang sedang dihadapi saat ini, masalah ini dibagi antara dua sisi. Yaitu pada segi manajemen dan institusi sendiri malnutrisi menyebabkan pasien yang dirawat dengan kondisi malnutrisi dapat membebani biaya perawatan karena penanganannya lebih sulit dan tingkat keberhasilan perawatan lebih kecil, dan dalam segi pasien sendiri hal ini dapat mengurangi kualitas hidup suatu pasien dan membebankan keluarga dalam hal perawatan entah dalam segi biaya atau yang lainnya. “jika bisa diprediksi kasus malnutrisi beberapa rumah sakit di Jawa Timur maka dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk menyiapkan jumlah, kualifikasi, keterampilan dan kompetensi tenaga gizinya, sehingga dapat membantu manajemen memberikan pelayan terbaik yang efektif dan efisien” ujar seroarang Ahli Gizi di rumah sakit “X” di Jawa Timur.

Diambil kesimpulan dari latar belakang diatas, penelitian ini bertujuan memprediksi angka kenaikan dan penurunan kasus pada tahun 2021 dengan data dari tahun 2013 hingga 2020 menggunakan pendekatan *Time Series Forecasting* dengan metode *Triple Exponential Smoothing* guna menjadi tolak ukur pengambilan keputusan dalam fokus penanganan kasus malnutrisi yang terjadi di rumah sakit.

## Metode Penelitian

Dalam penilitan ini, penulis membahas bagaimana menggunakan Holt-Winters *Triple Exponential Smoothing* untuk memprediksi angka kasus malnutrisi. Dipilihnya model ini didasari atas rumus pemodelan ETS (Error-Trend-Seasonality) yang ada dalam gambar berikut :

Sumber: Taylor, J. W. (2003) (dengan modifikasi)		SEASONAL		
		None (N)	Additive (A)	Multiplicative (M)
TREND	None (N)	N-N	N-A	N-M
	Additive (A)	A-N	A-A	A-M
	Multiplicative (M)	M-N	M-A	M-M
	Damped Add. (DA)	DA-N	DA-A	DA-M
	Damped Mult. (DM)	DM-N	DM-A	DM-M

N-N Simple Exponential Smoothing (SES)

Double Exponential Smoothing  
 A-N Holt's Linear Trend Method  
 M-N Exponential Trend Method

Triple Exponential Smoothing  
 A-A Additive Holt-Winter's Method  
 A-M Multiplicative Holt-Winter's Method

Damped Double Exponential Smoothing  
 DA-N Damped Holt's Linear Trend Method  
 DM-N Damped Exponential Trend Method

Damped Triple Exponential Smoothing  
 DA-A Damped Additive Holt-Winter's Method  
 DA-M Damped Multiplicative Holt-Winter's Method

Gambar 1 ETS Model by Taylor, J. W. (2003)

Jika data hanya dipengaruhi oleh pola tren, pemulusan eksponensial Holt-Winter sudah cukup. Namun, jika data dipengaruhi tidak hanya oleh pola tren tetapi juga oleh pola musiman (seasonal) dan ada peredaman atau penurunan dalam tren, pemulusan eksponensial Holt sederhana tidak efektif untuk peramalan karena tidak dapat mendeteksi tren musiman. Akibatnya, pemulusan eksponensial Holt-Winters dengan satu parameter digunakan untuk menetralkan kecenderungan musiman dalam data [8]. *Triple Exponential Smoothing* mempertimbangkan tren, karakteristik musiman (seasonal), dan peredaman tren (damped trend) pada data yang diperoleh.

### **Exponential Smoothing**

Metode Exponential Smoothing (Makridakis, 1999) adalah suatu mekanisme untuk memperbaiki peramalan berdasarkan observasi terkini. Strategi peramalan ini menitik beratkan pada pengurangan prioritas objek pengamatan awal secara bertahap. Satu atau lebih parameter pemulusan didefinisikan secara eksplisit dalam pemulusan eksponensial atau pemulusan eksponensial, dan hasilnya menentukan bobot yang dialokasikan ke data yang diamati. Dengan kata lain, pengamatan baru akan diprioritaskan untuk memprediksi pengamatan lama. Ada berbagai jenis algoritma pemulusan eksponensial. [9] Pemulusan eksponensial sederhana (SES), pemulusan eksponensial ganda (DES), dan pemulusan eksponensial rangkap tiga (TES) adalah tiga bentuk pemulusan eksponensial (TES). SES digunakan untuk data yang tidak mengandung pola tren atau musiman, DES digunakan untuk data yang memiliki komponen tren, dan TES digunakan untuk data yang mengandung pola musiman. Selanjutnya tipe DES diberikan tambahan parameter untuk melunakkan pergerakan trend yang dikenal dengan teknik damped holt (DES dengan trend damped). [10]

### **Simple Exponential Smoothing**

Pemulusan eksponensial sederhana adalah yang paling dasar dari pendekatan pemulusan eksponensial. Strategi ini sesuai untuk memprediksi data yang tidak memiliki tren atau pola musiman yang jelas. Bentuk komponen adalah representasi alternatif. Level adalah satu-satunya komponen yang dipertimbangkan dalam pemulusan eksponensial dasar. Representasi bentuk komponen dari metode pemulusan eksponensial berisi persamaan ramalan dan persamaan pemulusan untuk setiap komponen metode. [11]

Pemulusan eksponensial sederhana memiliki bentuk komponen berikut [10]:

$$\text{Pemulusan Data} \quad : \hat{y}_t = \alpha y_t + (1 - \alpha) \hat{y}_{t-1}; 0 \leq \alpha \leq 1$$

$$\text{Rumus Peramalan} \quad : \hat{y}_{t+h|t} = \hat{y}_t + hb_t$$

Di mana,

$$\hat{y}_t \quad : \text{Nilai ramalan pada periode } t$$

$$y_t \quad : \text{Nilai aktual pada periode } t$$

$$\alpha \quad : \text{Alpha, parameter pemulusan}$$

$$\hat{y}_{t+h|t} \quad : \text{Nilai peramalan untuk } h \text{ periode kedepan}$$

$0 \leq \alpha \leq 1$  menunjukkan parameter penghalusan. Peramalan waktu  $T+1$  adalah rata-rata tertimbang di antara semua pengamatan dalam deret  $y_1, \dots, y_T$ . Parameter mengontrol laju penurunan bobot.

### **Double Exponential Smoothing**

Holt menciptakan SES pada tahun 1957 untuk memperhitungkan data perkiraan tren. Pendekatan ini dikenal sebagai *Double Exponential Smoothing* (DES) karena menggabungkan persamaan peramalan dengan dua persamaan pemulusan, pemulusan data dan pemulusan tren. Di bawah ini adalah persamaan DES [10]:

$$\text{Rumus Peramalan} \quad : \hat{y}_{t+h|t} = l_t + hb_t$$

$$\text{Pemulusan data} \quad : l_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)(l_{t-1} + b_{t-1}) \quad ; 0 \leq \alpha \leq 1$$

$$\text{Pemulusan Tren} \quad : b_t = \beta(l_t - l_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad ; 0 \leq \beta \leq 1$$

Dengan,

- $b_t$  : Estimasi tren pada periode  $t$   
 $\beta$  : Beta, parameter pemulusan tren

### Triple Exponential Smoothing

Holt dan Winters (1960) memperluas pendekatan Holt untuk menjelaskan musiman. Teknik musiman Holt-Winters terdiri dari persamaan prakiraan dan tiga persamaan pemulusan—satu untuk level, satu untuk tren, dan satu untuk komponen musiman—masing-masing dengan parameter pemulusannya sendiri, dan komponen tersebut digunakan untuk mewakili frekuensi musiman, atau jumlah musim dalam setahun. Misalnya, data triwulanan dan data bulanan. Pendekatan ini memiliki dua bentuk yang berbeda dalam struktur komponen musiman yaitu Holt Winters additive method dan Holt Winters Multiplicative method. Komponen untuk metode aditif meliputi [10][11]:

$$\text{Rumus Peramalan} : \hat{y}_{t+h|t} = l_t + hb_t + s_{t+h-m(k+1)}$$

$$\text{Pemulusan data} : l_t = \alpha(y_t - s_{t-m}) + (1 - \alpha)(l_{t-1} + b_{t-1}) ; 0 \leq \alpha \leq 1$$

$$\text{Pemulusan Tren} : b_t = \beta(l_t - l_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} ; 0 \leq \beta \leq 1$$

$$\text{Pemulusan Musiman} : s_t = \gamma(y_t - l_{t-1} - b_{t-1}) + (1 - \gamma)s_{t-m} ; 0 \leq \gamma \leq 1$$

Dimana:

$b_t$ : Estimasi tren pada periode  $t$

$\beta$ : Beta, parameter pemulusan tren

$s_t$ : Prakiraan musiman pada periode  $t$

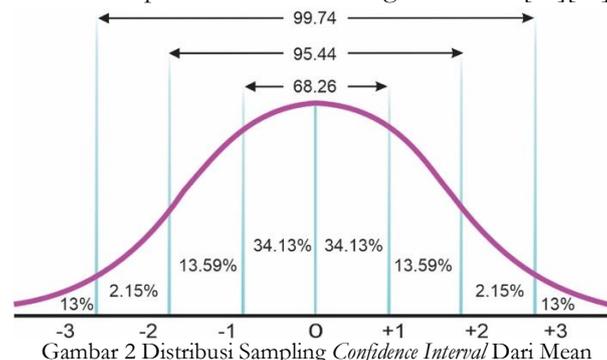
$\gamma$ : gamma, parameter pemulusan musiman

$k$ : bilangan bulat yang memastikan bahwa prakiraan indeks musiman yang digunakan untuk peramalan berasal dari periode terakhir data sampel

di mana  $k$  adalah komponen bilangan bulat dari  $(h - 1)/m$ , memastikan bahwa indeks musiman yang digunakan untuk peramalan merupakan prakiraan dari tahun terakhir sampel. Persamaan level mewakili rata-rata tertimbang dari pengamatan  $(y_t - s_{t-m})$  yang disesuaikan secara musiman  $(l_{t-1} + b_{t-1})$  dan prediksi waktu non-musiman. Teknik linier Holt sama dengan persamaan tren. Persamaan musiman menampilkan rata-rata tertimbang dari indeks  $(y_t - l_{t-1} - b_{t-1})$  musiman saat ini, dan indeks musiman dari musim sebelumnya (yaitu periode waktu yang lalu).[11]

### Confidence Interval

Area di bawah kurva normal, yang diukur dengan persentase seperti 90%, 95%, dan 99%, dikenal sebagai Confidence Interval (CI) dimana tingkat kepercayaan mengacu pada kemungkinan bahwa parameter populasi terjadi dalam kisaran : C.I. = point estimate  $\pm$  margin of error [12][13].



Distribusi normal dari mean populasi ( $\mu$ ) = 0 and SD = 1, sedangkan persamaan yang digunakan untuk menghitung Confidence Interval di antara rata-rata adalah sebagai berikut [14]:

$$\bar{X} \pm z \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Dimana,

- $\bar{X}$  : mean dari sample
- $z$  : nilai-z untuk confidence-level yang dipilih
- $\sigma$  : standard deviasi populasi
- $n$  : jumlah observasi di dalam sample

Dalam hal ini,  $\bar{x}$  mewakili rata-rata sampel dan  $z$  mewakili nilai kritis.

Lebar rentang confidence interval ditentukan oleh [12]:

1. Ukuran sample,  $n$ .
2. Variasi dalam populasi yang diukur dengan  $\sigma$  dan diestimasi di dalam sample dengan  $s$ .
3. level of confidence yang diminta.

### ***Evaluasi Model***

Tidak semua prakiraan sepenuhnya benar karena semuanya memungkinkan adanya cacat proyeksi. Karena peramalan yang baik dapat mengurangi kesalahan hasil, maka pendekatan peramalan dinilai dari tingkat kesalahan atau kesalahan yang terjadi. Semakin baik dan tepat prediksinya, semakin sedikit kesalahan hasilnya. Mean Absolute Percentage Error (MAPE), Mean Absolute Error (MAE), dan Root Mean Squared Error (RMSE) adalah pengukuran akurasi yang digunakan untuk menghitung kesalahan dalam prediksi kasus malnutrisi. Rumus MAPE, MAE, RMSE dalam sampel dan luar sampel adalah sebagai berikut [7][15][16]:

$$\text{MAPE} = \frac{100\%}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{y_t - \hat{f}_t}{y_t} \right|$$

$$\text{MAE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |e_i|$$

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2}$$

### ***Teknik Pengambilan Data***

#### ***Metode Skrining Gizi***

Skrining atau skrining merupakan tahap pertama pelayanan gizi rawat inap. Skrining gizi adalah metode yang cepat, mudah, efisien, dapat diulang, ekonomis, tidak membahayakan individu yang diperiksa, valid dan dapat dipercaya, serta dapat dilakukan oleh tenaga kesehatan ruangan dan dokter untuk menilai gizi. MUST (*Malnutrition Universal Screening Tools*); NRS 2002 (*Nutritional Risk Screening*); MNA (*Mini Nutritional Assessment*); SNAQ (*Short Nutritional Assessment Questionnaire*); STAMP (*Screening Tools Assessment of Malnutrition in Pediatric*); PNI (*Prognostic Nutritional Index*s) dan SGA (*Subjective Global Assessment*).[17]

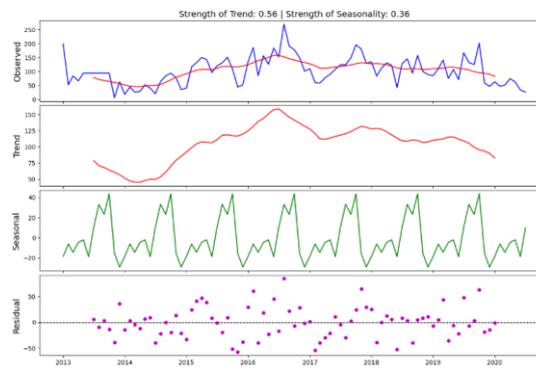
Kemudian data yang di dapatkan dari metode skrining gizi tersebut di input ke dalam Microsoft excel dan diurutkan sesuai data runtut waktu per bulan dari Januari 2013 hingga Juli 2020.

### **Hasil dan Pembahasan**

Guna mendapatkan hasil dari peramalan pada data kasus malnutrisi dari tahun 2013 hingga 2020, data harus melewati proses preprocessing,

Preprocessing terdiri dari transformasi data ke dalam format date time, set index untuk kolom date time agar dapat di proses sebagai data runtun waktu (Time Series), dan penanganan terhadap Missing Values

dengan mengisi Missing values dengan data sebelumnya. Tujuan dari Pre-processing adalah menjadikan data dapat tersusun dan mudah dimengerti oleh mesin pembelajaran. Setelah data melalui tahapan preprocessing data bisa melanjutkan ke tahapan dekomposisi data guna penentuan model untuk proses pemodelan *Exponential Smoothing* seperti gambar berikut:



Gambar 3 hasil proses dekomposisi

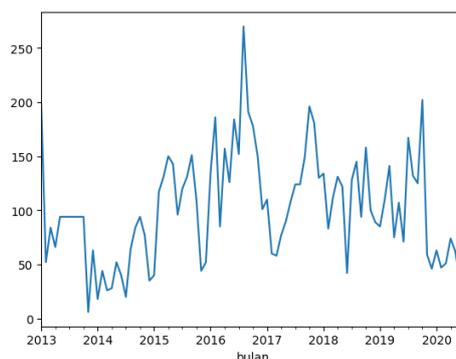
Metode pemodelan *Time series Forecasting Holt-Winters Exponential Smoothing* dapat ditentukan melalui proses dekomposisi diatas, dekomposisi merupakan metode pemisahan struktur dalam data aktual menjadi 3 bagian yaitu : Trend, Seasonality (data musiman), dan residual atau bisa disebut juga white noise. Proses penentuan model di tetapkan dengan catatan jika data tidak mengandung unsur tren atau pola musiman maka pemodelan yang digunakan cukup dengan menggunakan *Simple Exponential Smoothing*, jika data mengandung unsur tren tanpa ada pola musiman maka pemodelan menggunakan *Double Exponential Smoothing*, dan jika data mengandung unsur tren dan pola musiman maka pemodelan yang digunakan adalah *Triple Exponential Smoothing*. Jika dilihat dari hasil dekomposisi data pada gambar (3), dapat diambil keputusan pemodelan menggunakan *Triple Exponential Smoothing* dikarenakan data mengandung pola tren dan pola musiman (*Seasonality*).

Pembuatan model klasifikasi menggunakan Visual Studio Code. Dalam pembuatan model dibagi menjadi dua yaitu data uji (data test) dan data latih (data training) untuk data latih sebesar 75% dari data keseluruhan dan data uji sebesar 25% dari data keseluruhan.

Tabel 1 Pembagian data latih dan data uji

No	Data Penelitian	Periode	Jumlah Data
1	Data Latih	01 Januari 2013 – 01 September 2018	69
2	Data Uji	01 Oktober 2018 – 01 Juli 2020	22

Dari Januari 2013 hingga Juli 2020, jumlah kasus malnutrisi pada rumah sakit “X” di Jawa Timur sangat bervariasi setiap tahunnya. Seperti yang dapat dilihat pada grafik kasus malnutrisi pada rumah sakit “X” berikut.

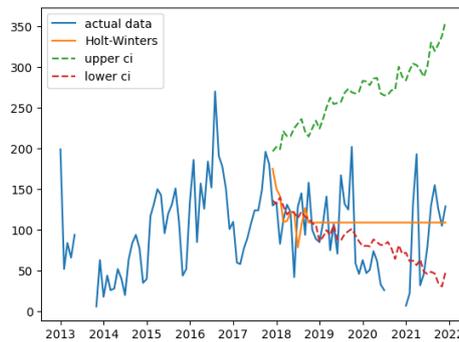


Gambar 4 grafik jumlah kasus malnutrisi per bulan

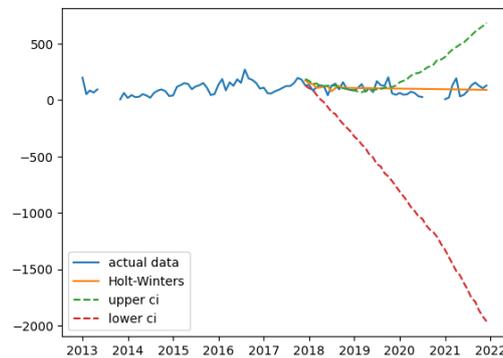
Metode peramalan Holt-Winters dengan model *Triple Exponential Smoothing* merupakan metode yang cocok digunakan untuk data yang memiliki jumlah data dengan rentan waktu yang dapat dibilang sedikit. Dengan memanfaatkan 3 tahap pemulusan dalam setiap parameter level, tren, dan pola musiman (seasonality). Model ini mendapatkan tingkat error paling kecil daripada model *Simple Exponential Smoothing* dan *Double Exponential Smoothing* dengan menggunakan metode evaluasi model Mean Absolute Error (MAE), Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dan Root Mean Squared Error (RMSE), perbandingan tingkat error antar model dapat dilihat pada table dan grafik hasil peramalan berikut.

Tabel 2 Perbandingan Error Pada Setiap Model Exponential Smoothing

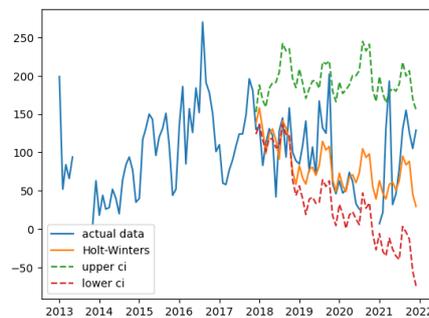
Model	MAE	MAPE	RMSE
Simple Exponential Smoothing	41.78	0.69	48.52
Double Exponential Smoothing	38.92	0.62	45.30
Triple Exponential Smoothing	26.94	0.31	38.57



Gambar 5 Hasil Peramalan Dibandingkan Dengan Data Aktual Menggunakan Model *Simple Exponential Smoothing*



Gambar 6 Hasil Peramalan Dibandingkan Dengan Data Aktual Menggunakan Model *Double Exponential Smoothing*



Gambar 7 hasil peramalan dibandingkan dengan data aktual menggunakan model *Triple Exponential Smoothing*

Gambar 5,6,7 menunjukkan bahwa hasil prediksi dan Confidence Interval (C.I.) model *Triple Exponential Smoothing* mengungguli model *Simple Exponential Smoothing* dan *Double Exponential Smoothing*, yang mana hasil prakiraan ini secara substansial dipengaruhi oleh pola tren dan pola musiman data masa lalu kemudian dipelajari dalam proses pelatihan data. Hasil peramalan *Triple Exponential Smoothing* menunjukkan hasil yang semakin menurun karena tahap pelatihan mendeteksi tren penurunan dan pola musiman.

Tabel 3 Perbandingan Angka Kasus Hasil Prediksi Dengan Data Aktual

No	Tanggal	Data Proses	Data Aktual	Hasil Prediksi	C.I. Tertinggi	C.I. Terendah
1	Januari 2021	0	7	63.22	199.11	-5.96
2	Februari 2021	0	22	46.77	176.93	-29.08
3	Maret 2021	0	131	39.25	164.75	-35.07
4	April 2021	0	193	58.39	178.27	-11.93
5	Mei 2021	0	32	61.25	183.85	-26.24
6	Juni 2021	0	46	50.78	179.82	-35.25
7	Juli 2021	0	79	63.51	189.19	-39.7
8	Agustus 2021	0	130	95.06	217.68	3.34
9	September 2021	0	155	83.73	199.56	-4.02
10	Oktober 2021	0	126	88.44	206.52	-13.17
11	November 2021	0	105	45.35	169.65	-55.18
12	Desember 2021	0	129	29.47	155.26	-74.13

Tabel diatas merupakan hasil prediksi menggunakan Metode pemodelan *Time series Forecasting Holt-Winters Exponential Smoothing*, didapati angka hasil peramalan yang telah dibandingkan dengan data aktual tahun 2021 memiliki kemiripan dan lingkup yang cukup baik jika dilihat dari nilai hasil prediksi dan Confidence Interval.

## Kesimpulan

Pada penelitian ini pengujian peramalan kasus malnutrisi menggunakan metode *Time series Forecasting Holt-Winters Exponential Smoothing* pada rumah sakit "X" di Jawa Timur merupakan metode yang memiliki kinerja paling baik daripada model *Simple Exponential Smoothing* dan *Double Exponential Smoothing* yang mana model *Triple Exponential Smoothing* mendapati nilai Error pada evaluasi model Mean Absolute Error (MAE) sebesar 26.94%, Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar 31% dan Root Mean Squared Error (RMSE) sebesar 38.57% yang mana hasil evaluasi tingkat error ini merupakan angka yang paling kecil daripada 2 model *Exponential Smoothing* sebelumnya.

Dan penelitian ini dapat ditingkatkan dengan menambah data atau menggunakan algoritma yang berbeda ataupun implementasi pada algoritma yang sudah ada.

## Daftar Rujukan

- [1] K. Ariani Setyaputri, "Penyakit Malnutrisi: Obat, Gejala, dll. • Hello Sehat," Sep. 15, 2021. <https://hellosehat.com/parenting/kesehatan-anak/malnutrisi/malnutrisi/> (accessed Mar. 27, 2022).
- [2] R. Sulaiman and D. Rachmawati, "Studi Ungkap Kejadian Malnutrisi Pasien Rawat Inap di Indonesia Cenderung Sedang Hingga Tinggi, Apa Sebabnya?," *Suara.com*. <https://www.suara.com/health/2022/05/24/225144/studi-ungkap-kejadian-malnutrisi-pasien-rawat-inap-di-indonesia-cenderung-sedang-hingga-tinggi-apa-sebabnya>

- (accessed Jul. 14, 2022).
- [3] R. Andini and D. Caturini Sulistyoningrum, "Studi komparasi beberapa metode skrining penilaian status gizi pada pasien dewasa rawat inap rumah sakit The comparative study of different methods nutrition screening assessment for hospitalized patients," 2017. [Online]. Available: <https://jurnal.ugm.ac.id/jgki>
  - [4] L. A. Barker, B. S. Gout, and T. C. Crowe, "Hospital Malnutrition: Prevalence, Identification and Impact on Patients and the Healthcare System," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 8, no. 2, p. 514, Feb. 2011, doi: 10.3390/IJERPH8020514.
  - [5] A. Aryati, I. Purnamasari, and Y. N. Nasution, "Peramalan dengan Menggunakan Metode Holt-Winters Exponential Smoothing (Studi Kasus: Jumlah Wisatawan Mancanegara yang Berkunjung Ke Indonesia)," *J. EKSPONENSLAL*, vol. 11, no. 1, pp. 99–106, 2020.
  - [6] G. Sbrana and A. Silvestrini, "Forecasting with the damped trend model using the structural approach," *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 226, pp. 1–32, 2020, doi: 10.1016/j.ijpe.2020.107654.
  - [7] A. H. Primandari, "an Alternative Forecasting Using Holt-Winter Damped Trend for Soekarno-Hatta Airport Passenger Volume," *J. Eksakta*, vol. 17, no. 1, pp. 1–10, 2017, doi: 10.20885/eksakta.vol17.iss1.art1.
  - [8] I. Djakaria and S. E. Saleh, "Covid-19 forecast using Holt-Winters exponential smoothing," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1882, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1882/1/012033.
  - [9] A. Raharja, W. Angraeni, and R. A. Vinarti, "Penerapan Metode Exponential Smoothing Untuk Peramalan Penggunaan Waktu Telepon Di Pt.Telkomsel Divre3 Surabaya," *J. Sist. Inf.*, pp. 1–9, 2007.
  - [10] M. Hakimah, W. M. Rahmawati, and A. Y. Afandi, "Pengukuran Kinerja Metode Peramalan Tipe Exponential Smoothing Dalam Parameter Terbaiknya," *Netw. Eng. Res. Oper.*, vol. 5, no. 1, p. 44, 2020, doi: 10.21107/nero.v5i1.150.
  - [11] J. G. Richardson and F. D. Newbury, "Business Forecasting: Principles and Practice," *South. Econ. J.*, vol. 19, no. 4, p. 531, 1953, doi: 10.2307/1054108.
  - [12] F. Tasya, "Estimasi dan Confidence Interval," *Academia*, no. June, pp. 1–31, 2019, [Online]. Available: [https://www.academia.edu/39114512/ESTIMASI\\_DAN\\_CONFIDENCE\\_INTERVAL](https://www.academia.edu/39114512/ESTIMASI_DAN_CONFIDENCE_INTERVAL)
  - [13] Fabiana Meijon Fadul, "濟無No Title No Title No Title," 2019.
  - [14] C. Bocci and L. Chiantini, "Basic Statistics," *UNITEXT - La Mat. per 3 piu 2*, vol. 118, pp. 15–34, 2019, doi: 10.1007/978-3-030-24624-2\_2.
  - [15] S. Muna and K. Kuntoro, "Application of the Holt-Winters Exponential Smoothing Method on the Air Pollution Standard Index in Surabaya," *J. Biometrika dan Kependud.*, vol. 10, no. 1, p. 53, 2021, doi: 10.20473/jbk.v10i1.2021.53-60.
  - [16] T. Chai and R. R. Draxler, "Root mean square error (RMSE) or mean absolute error (MAE)? -Arguments against avoiding RMSE in the literature," *Geosci. Model Dev.*, vol. 7, no. 3, pp. 1247–1250, 2014, doi: 10.5194/gmd-7-1247-2014.
  - [17] Herawati, Triwahyu, and Arief Alamsyah, "Metode Skrining Gizi di Rumah Sakit dengan MST Lebih Efektif dibandingkan SGA Nutrition Screening Method in Hospital with MST is More Effective than SGA," Malang.