

Peramalan Produksi Mobil Menggunakan Metode *Double Exponential Smoothing* dengan Algoritma *Golden Section*

Muhamad Iqbal Wiladibrata*, Nur Azizah Komara Rifai

Prodi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*iqbal.wiladibrata@gmail.com, azizah_kr@yahoo.com

Abstract. Forecasting analysis is the process of estimating a situation in the future based on past data. The *exponential smoothing* method is a forecasting method that assigns a smoothing value by an exponential function to a series of previous observed values. Research data in the form of secondary data obtained from the Association of Indonesian Automotive Industries (GAIKINDO) in the form of Toyota Avanza car production data for April 2020-April 2022. In this study, the *double exponential smoothing* method will be used because the data pattern used has a trend tendency. In the *double exponential smoothing* method, two smoothing parameters are needed, namely the parameter which is used to calculate the constant value of the forecasting model and the parameter which is used to calculate the trend coefficient of the forecasting model. In this study, the golden section algorithm is used to optimize the parameters of the *double exponential smoothing* method. The purpose of this study is to apply the *double exponential smoothing* method with the golden section algorithm to predict the production of the Toyota Avanza in May 2022. The results of the study state that the combination of parameters and which produces the minimum Sum of Squares Error (SSE) value in the golden section algorithm is at the parameter value $\alpha=0.618034$ and parameter $\gamma=0.381966$ which produces a forecasting model $F_{t+m}=15259.525596+1002.881415(m)$ with a Sum of Squares Error (SSE) value of 140294878 and an Absolute Mean Percentage Error (MAPE) is 46.67%. The results of forecasting the Toyota Avanza in May 2022 were 16262.41 or 16263 units of the Toyota Avanza.

Keywords: *Double exponential smoothing, Golden Section, Forecasting, Car Production.*

Abstrak. Analisis peramalan adalah proses memperkirakan suatu keadaan di masa mendatang berdasarkan data-data masa lampau. Metode *exponential smoothing* adalah suatu metode peramalan yang memberi nilai pemulusan oleh sebuah fungsi eksponensial pada serangkaian nilai pengamatan sebelumnya. Data penelitian berupa data sekunder yang diperoleh dari Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia (GAIKINDO) berupa data produksi mobil Toyota Avanza bulan April 2020-April 2022. Pada penelitian ini akan digunakan metode *double exponential smoothing* karena pola data yang digunakan memiliki kecenderungan trend. Pada metode *double exponential smoothing* dibutuhkan dua parameter pemulusan berupa parameter α yang digunakan untuk menghitung nilai konstanta model peramalan dan parameter γ yang digunakan untuk menghitung koefisien trend model peramalan. Dalam penelitian ini digunakan algoritma golden section untuk mengoptimalkan parameter pada metode *double exponential smoothing*. Tujuan dari penelitian ini adalah menerapkan metode *double exponential smoothing* dengan algoritma golden section untuk meramalkan produksi mobil Toyota Avanza pada bulan Mei 2022. Hasil penelitian menyatakan bahwa nilai kombinasi parameter α dan γ yang menghasilkan nilai Sum of Squares Error (SSE) minimum pada algoritma golden section berada pada nilai parameter $\alpha=0.618034$ dan parameter $\gamma=0.381966$ yang menghasilkan model peramalan $F_{t+m}=15259.525596+1002.881415(m)$ dengan nilai Sum of Squares Error (SSE) sebesar 140294878 dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar 46,67%. Hasil peramalan mobil Toyota Avanza pada bulan Mei 2022 sebesar 16262,41 atau 16263 unit mobil Toyota Avanza.

Kata Kunci: *Double exponential smoothing, Golden Section, Peramalan, Produksi Mobil.*

A. Pendahuluan

Analisis peramalan adalah proses memperkirakan suatu keadaan di masa mendatang berdasarkan data-data masa lampau. Pada analisis peramalan terdapat berbagai metode yang dapat digunakan di antaranya metode *naïve*, *moving average*, *exponential smoothing*, *trend analysis*, *decomposition*, ARIMA, dan metode lainnya. Metode-metode ini tidak dapat digunakan dalam setiap keadaan, karena terdapat faktor dan asumsi yang perlu dipenuhi pada masing-masing metode. Salah satu yang perlu diketahui adalah mengidentifikasi pola data yang dimiliki dengan melihat pola grafik atau uji stasioneritas.

Menurut Makridakis dkk. (1983) metode *exponential smoothing* adalah suatu metode peramalan yang memberi nilai pemulusan oleh sebuah fungsi eksponensial pada serangkaian nilai pengamatan sebelumnya. Metode *exponential smoothing* terbagi menjadi tiga jenis di antaranya metode *single exponential smoothing* (SES) digunakan pada setiap pola data yang memiliki kecenderungan stasioner, metode *double exponential smoothing* (DES) digunakan pada setiap pola data yang memiliki kecenderungan trend, dan metode *triple exponential smoothing* (TES) digunakan pada setiap pola data yang memiliki kecenderungan musiman.

Pada metode *exponential smoothing* dibutuhkan suatu parameter pemulusan yang digunakan untuk menghasilkan model peramalan. Umumnya parameter ditentukan dengan cara trial-error atau coba-coba, namun cara ini tidak memiliki aturan yang jelas dalam menentukan nilai parameter yang meminimumkan error. Namun menurut Kiusalaas (2013) algoritma golden section dapat digunakan untuk mengoptimalkan parameter pada metode *exponential smoothing*. Algoritma golden section menggunakan prinsip mengurangi daerah batas parameter yang mungkin menghasilkan sum of squares error (SSE) minimum yang dihitung secara berulang.

Dalam melakukan analisis peramalan dibutuhkan suatu data time series atau data runtun waktu. Seperti data produksi mobil Toyota Avanza bulan April 2020-April 2022, dipilihnya data produksi mobil ini dikarenakan peneliti tertarik dengan pernyataan yang diberikan oleh Kementerian Perindustrian Indonesia (2021) menyebutkan produsen industri otomotif khususnya mobil di Indonesia semakin berkembang pesat setiap tahunnya. Dengan semakin pesatnya industri mobil, maka perusahaan-perusahaan mobil akan bersaing untuk menjadi yang teratas dalam penjualan produk mobilnya. Terlebih lagi, menurut Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia (GAIKINDO) pada bulan April 2020 terjadi hambatan produksi di seluruh perusahaan karena adanya pandemi covid-19 yang melanda Indonesia (GAIKINDO, 2020). Hal ini mengakibatkan terjadinya ketidakpastian dan ketidakstabilan produksi mobil di setiap perusahaan dalam beberapa periode waktu ke depan. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah melakukan analisis peramalan. Hal ini dilakukan agar perusahaan dapat menentukan strategi produksi di masa yang akan datang agar produksi dapat meningkat.

Penelitian tentang analisis peramalan telah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti di antaranya oleh Iwan dkk. (2018) melakukan perbandingan tiga metode peramalan di antaranya metode *moving average*, *exponential smoothing*, dan *trend analysis* untuk meramalkan permintaan mobil xpander yang menyatakan bahwa metode *exponential smoothing* memberikan hasil peramalan yang lebih baik. Selanjutnya Febrian dkk. (2020) melakukan perbandingan metode *double moving average* dan *double exponential smoothing* untuk meramalkan jumlah wisatawan yang datang ke Sumut menyatakan bahwa metode *double exponential smoothing* memberikan hasil peramalan yang lebih baik.

1. Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan di atas, identifikasi masalah dalam penelitian ini di antaranya:
2. Bagaimana penerapan metode *double exponential smoothing* dengan algoritma golden section dalam meramalkan produksi mobil Toyota Avanza pada bulan Mei 2022?
Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini di antaranya:
1. Menerapkan metode *double exponential smoothing* dengan algoritma golden section untuk meramalkan produksi mobil Toyota Avanza pada bulan Mei 2022.

B. Metodologi Penelitian

Jenis data yang digunakan adalah data sekunder. Data sekunder adalah informasi atau sekumpulan data yang telah dikumpulkan dan ditangani oleh pihak atau sumber tertentu. data yang digunakan didapat dari Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia (GAIKINDO). GAIKINDO adalah asosiasi nirlaba yang terdiri dari spesialis Agen Pemegang Merek (APM) yang terdiri dari pembuat kendaraan, grosir kendaraan, dan pembuat suku cadang utama kendaraan (manufacturer). Data yang digunakan adalah data bulanan produksi mobil Toyota Avanza di PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia (TMMI) pada bulan April 2020-April 2022.

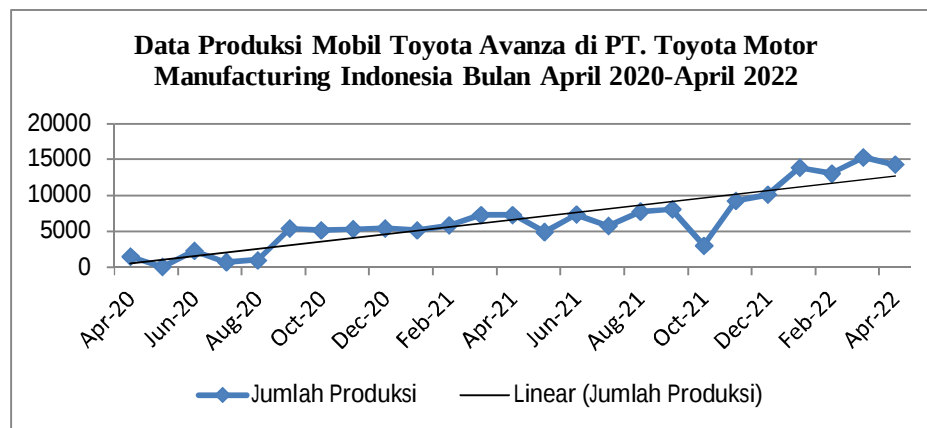
Tabel 1. Data Produksi Mobil Toyota Avanza di PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia (TMMI) April 2020-April 2022

Waktu	Jumlah Produksi	Waktu	Jumlah Produksi	Waktu	Jumlah Produksi
		Jan-21	5157	Jan-22	13868
		Feb-21	5820	Feb-22	13071
		Mar-21	7308	Mar-22	15317
Apr-20	1499	Apr-21	7296	Apr-22	14294
Mei-20	40	Mei-21	4977		
Jun-20	2314	Jun-21	7333		
Jul-20	717	Jul-21	5773		
Agu-20	1030	Agu-21	7773		
Sep-20	5398	Sep-21	8111		
Okt-20	5179	Okt-21	3049		
Nov-20	5335	Nov-21	9277		
Des-20	5475	Des-21	10089		

Sumber: GAIKINDO (2022)

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil Mengidentifikasi Pola Data



Gambar 1. Grafik Data Bulanan Produksi Mobil Toyota Avanza di PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia Bulan April 2020-April 2022

Berdasarkan Gambar 1. menunjukkan terdapat kenaikan atau trend positif pada data bulanan produksi mobil Toyota Avanza di PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia bulan April 2020-April 2022. Namun untuk menguatkan keputusan pola data bulanan produksi mobil

Toyota Avanza di PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia Bulan April 2020-April 2022 stasioner atau tidak, dapat dilakukan uji formal menggunakan Uji Stasioneritas Augmented Dickey-Fuller dengan pengujian hipotesis menurut Dickey dan Fuller (1976) sebagai berikut:

- Hipotesis
 H_0 : Pola data bulanan produksi mobil Toyota Avanza di PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia Bulan April 2020-April 2022 tidak stasioner.
 H_1 : Pola data bulanan produksi mobil Toyota Avanza di PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia Bulan April 2020-April 2022 stasioner.
- Taraf Signifikan
 Taraf signifikan atau α yang digunakan sebesar 5%
- Statistik Uji
 Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan dengan *software R* diperoleh hasil sebagai berikut:

Augmented Dickey-Fuller Test

 data: data\$`Jumlah Produksi`
 Dickey-Fuller = -1.6908, Lag order = 2, p-value = 0.6902
- Dari hasil perhitungan *software R* didapat nilai t-hitung *dickey-fuller* sebesar -1,6908 dan nilai *p-value* sebesar 0,6902
- Kriteria Uji
 Tolak H_0 jika $|dickey - fuller| \geq |nilai kritis ADF|$ dan $p - value < \alpha$.
 Maka $|-1,6908| < |-3,41049|$ atau $|dickey - fuller| < |nilai kritis ADF|$ pada lag order ke-2 dan $0,6902 > 0,05$ atau $p - value > \alpha$ yang berarti H_0 diterima.
- Kesimpulan
 Pada taraf 5% Pola Data Bulanan Produksi Mobil Toyota Avanza di PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia Bulan April 2020-April 2022 tidak stasioner.

Hasil Perhitungan Algoritma Golden Section

Tabel 2. Hasil Perhitungan Parameter α dan γ Pada Metode *Double exponential smoothing* Menggunakan Algoritma Golden Section

Iterasi	Parameter Alpha				Parameter Gamma				Sum Of Squares Error (SSE)			
	a1	alpha1	alpha2	b1	a2	gamma1	gamma2	b2	f(a1,γ1)	f(a1,γ2)	f(a2,γ1)	f(a2,γ2)
1	0	0.381966	0.618034	1	0	0.381966	0.618034	1	164833733	150631352	140294878	149202895
2	0.381966	0.618034	0.763932	1	0.38197	0.618034	0.763932	1	149202895	157696871	167037225	182057886
3	0.381966	0.527864	0.618034	0.763932	0.38197	0.527864	0.618034	0.763932	142206645	144409190	144910122	149201895
4	0.381966	0.472136	0.527864	0.618034	0.38197	0.472136	0.527864	0.618034	144030167	143517928	141507553	142206645
5	0.472136	0.527864	0.562306	0.618034	0.47214	0.527864	0.562306	0.618034	142206645	142907618	142637603	143678915
6	0.472136	0.506578	0.527864	0.562306	0.47214	0.506578	0.527864	0.562306	142199432	142377946	141872432	142206645
7	0.506578	0.527864	0.541020	0.562306	0.47214	0.493422	0.506578	0.527864	141706537	141872432	141628516	141851335
8	0.527864	0.541020	0.549150	0.562306	0.47214	0.485292	0.493422	0.506578	141506260	141628516	141501769	141645275
9	0.527864	0.535994	0.541020	0.549150	0.47214	0.480266	0.485292	0.493422	141472748	141533825	141436738	141506260
10	0.535994	0.541020	0.544124	0.549150	0.47214	0.477162	0.480266	0.485292	141396151	141436738	141380354	141424134
11	0.541020	0.544124	0.546046	0.549150	0.47214	0.475240	0.477162	0.480266	141354145	141380354	141346784	141374211
12	0.544124	0.546046	0.547228	0.549150	0.47214	0.474058	0.475240	0.477162	141330259	141346784	141326643	141343628
13	0.546046	0.547228	0.547968	0.549150	0.47214	0.473318	0.474058	0.475240	141316142	141326643	141314228	141324908
14	0.547228	0.547968	0.548410	0.549150	0.47214	0.472876	0.473318	0.474058	141307897	141314228	141306883	141313278
15	0.547968	0.548410	0.548708	0.549150	0.47214	0.472578	0.472876	0.473318	141302592	141306883	141301961	141306281
16	0.548410	0.548708	0.548852	0.549150	0.47214	0.472434	0.472578	0.472876	141299879	141301961	141299591	141301679
17	0.548708	0.548852	0.549006	0.549150	0.47214	0.472280	0.472434	0.472578	141297362	141299591	141297062	141299299
18	0.548852	0.549006	0.548996	0.549150	0.47214	0.472290	0.472280	0.472434				

Berdasarkan hasil perhitungan algoritma golden section didapat kombinasi $\alpha_1, \alpha_2, \gamma_1, \gamma_2$ menghasilkan nilai Sum of Squares Error (SSE) minimum dari perhitungan metode *double exponential smoothing* pada seluruh baris iterasi berada pada nilai parameter

$\alpha=0,618034$ dan parameter $\gamma=0,381966$ dengan menghasilkan nilai Sum of Squares Error (SSE) sebesar 140294878.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa, dalam penerapan metode *double exponential smoothing* dengan algoritma golden section diperoleh nilai parameter α sebesar 0,618034 dan parameter γ sebesar 0,381966 dengan menghasilkan nilai Sum of Squares Error (SSE) yang lebih kecil dari kombinasi $\alpha_1, \alpha_2, \gamma_1, \gamma_2$ yang lain sebesar 14029487.

Daftar Pustaka

- [1] Dickey, D.A. & W.A. Fuller. (1979) Distribution of the estimators for autoregressive time series with unit root. *Journal of the American Statistical Association*. 74(366a), 427-431.
- [2] Febrian, Didi, Said I.A.I., & Debora A.J.N. (2020). The comparison of double moving average and *double exponential smoothing* methods in forecasting the number of foreign tourists coming to north sumatera. *Journal of Physics: Conference Serie*, 1462(012046), 1742-9596.
- [3] Gaikindo. (2022). Indonesian Automobile Industry Data. (<https://www.gaikindo.or.id/indonesian-automobile-industry-data/>, diakses Februari 2022).
- [4] Heizer, J. & B. Render. (2009). *Manajemen operasi*. (Buku 1 Edisi 9). Jakarta: Salemba Empat.
- [5] Herjanto, Eddy. (2007). *Manajemen Operasi*. (Edisi 3). Jakarta: Grafindo.
- [6] Iwan. Eneng I.H.R., & Agus Y. (2018). Analisa peramalan permintaan mobil Mitsubishi xpander dengan tiga metode forecasting. *Jurnal Humaniora Bina Sarana Informatika*, 18(2), 2579-3314.
- [7] Kementrian Perindustrian Indonesia. (2021). Industri Otomotif Jadi Sektor Andalan Ekonomi Nasional. (<https://www.kemenperin.go.id/artikel/22297/Menperin:-Industri-Otomotif-Jadi-Sektor-Andalan-Ekonomi-Nasional>, diakses 29 Januari 2022).
- [8] Kiusalaas, J. (2013). *Numerical Method In Engineering*. USA: Cambridge University
- [9] Makridakis, S., S.C. Wheelwright, & V.E. Mcgee. (1983). *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Terjemahan oleh Untung Sus Andriyanto dan Abdul Basith. (2020). Jakarta: Erlangga.
- [10] Nasution, A. H.. (2008). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Surabaya: Prima Printing.
- [11] Wilson, H.J. & B. Keating. (2002). *Business Forecasting with Accompanying Excell Based Forecats Xtm Software*. (4th Edition). McGraw-Hill.
- [12] Prancisca, Devila Mustika. (2021). *Prediksi Sisa Umur Bearing Menggunakan Regresi Eksponensial*, *Jurnal Riset Statistika*, 1(2), 107-116.