



Peramalan Permintaan Printing Menggunakan Metode *Double Exponential Smoothing* dan Pengujian Hasil Menggunakan Grafik *Tracking Signal* pada PT. XYZ

Sindy Anggraeni¹, Jauhari Arifin²

¹Mahasiswa Teknik Industri, Universitas Singaperbangsa Karawang

²Dosen Teknik Industri, Universitas Singaperbangsa Karawang

Abstract

Received: 11 Juli 2022

Revised: 14 Juli 2022

Accepted: 18 Juli 2022

PT. XYZ is a company engaged in make-to-order-based printing services. In MTO-based companies, forecasting can be used to prevent unfulfilled consumer demand and inventory. The purpose of this study is to obtain the best forecasting results using the double exponential smoothing method based on the smallest MSE value and verify the forecasting results using the tracking signal method. Based on the results of the analysis and discussion, it is found that the double exponential smoothing method with parameter value =0.2 was chosen because it has the smallest MSE value of 5712904.8. forecasting results for the next 3 months, namely January to March 2022, have increased successively by 5491, 5724, 5956. Forecasting using double exponential smoothing with parameter value =0.2 is still within the tracking signal control limit, namely (± 4).

Keywords: *Forecasting, Printing, Double Exponential Smoothing, MSE (Mean Square Error), Tracking Signal*

(*) Corresponding Author: asindy812@gmail.com

How to Cite: Anggraeni, S., & Arifin, J. (2022). Forecasting Printing Demand Using the Double Exponential Smoothing Method and Testing Results Using Tracking Signal Charts at PT. XY. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(13), 430-439. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6962720>

PENDAHULUAN

Perencanaan produksi merupakan perencanaan produk jenis apa dan berapa jumlah produk yang akan diproduksi oleh perusahaan yang berkaitan pada suatu periode yang akan datang (Sudiman, 2020). Sebelum melakukan perencanaan produksi, harus terlebih dahulu melakukan peramalan permintaan untuk mencapai rencana produksi yang sesuai atau mendekati permintaan pasar.

Menurut (Stevenson, 2007) Peramalan adalah masukan atau *input* dalam pengambilan keputusan manajemen operasi dalam memberikan informasi tentang permintaan masa depan. Peramalan adalah seni dan ilmu untuk memperkirakan kejadian di masa depan, dapat dilakukan dengan melibatkan pengambilan data masa lalu dan menempatkannya ke masa yang akan datang dengan suatu bentuk model matematis (Heizer & Render dalam Purnomo, 2017). Peramalan merupakan proses dalam memperkirakan berapa kebutuhan pada masa mendatang, baik kebutuhan dalam ukuran kuantitas, kualitas, waktu dan lokasi yang dibutuhkan dalam rangka memenuhi permintaan produk atau jasa.

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang jasa *printing*, melakukan proses *printing* untuk jenis produk seperti jaket, tas, kulit dan lain-lain. PT. XYZ merupakan perusahaan berbasis *Make To Order* (MTO), pada perusahaan MTO peramalan dapat digunakan untuk mengurangi risiko yang bersangkutan dengan tidak terpenuhi kebutuhan konsumen dan masalah persediaan.

Metode peramalan yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu metode *Double Exponential Smoothing*. Metode ini termasuk dalam metode *time series* (deret waktu) yang menggunakan data masa lalu untuk memprediksi sesuatu dimasa yang akan datang (Elison, Asrianto, & Aryanto, 2020). Metode *double exponential smoothing* terdiri dari model linear satu parameter dari brown dan metode dua parameter dari Holt (Purnomo, 2017). Pada penelitian ini dihitung dengan model linear satu parameter dari brown.

Dalam hal peramalan selalu dihadapkan pada suatu ketidakpastian, sehingga ada faktor akurasi atau penyimpangan yang harus diperhitungkan. Peramalan mempunyai tujuan agar ramalan yang dibuat bisa meminimumkan kesalahan peramalan atau *forecast error* (Fauziah, Ningsih, & Setiarini, 2018). Metode yang digunakan untuk menghitung akurasi sebuah peramalan yaitu dengan menggunakan metode *Mean Square Error* (MSE). MSE adalah metode untuk mengevaluasi metode peramalan, dihitung dengan menjumlahkan kuadrat semua kesalahan peramalan pada setiap periode dan membaginya dengan jumlah periode peramalan. Sedangkan salah satu metode untuk menguji hasil peramalan yaitu metode *tracking signal*. Metode *tracking signal* merupakan grafik pengendali yang menunjukkan apakah hasil peramalan masih dalam batas kontrol, sehingga akurasi peramalan dapat diterima (Habsari, Purnamasari, & Yuniarti, 2020). Gasperz (2008) dalam (Elison et al., 2020) menyatakan bahwa *tracking signal* yang positif menunjukkan bahwa nilai aktual permintaan lebih besar dari peramalan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, tujuan dari penelitian ini adalah memperoleh hasil peramalan menggunakan metode *double exponential smoothing* yang dipilih berdasarkan hasil perbandingan nilai MSE terkecil dan menguji hasil peramalan menggunakan grafik *tracking signal*.

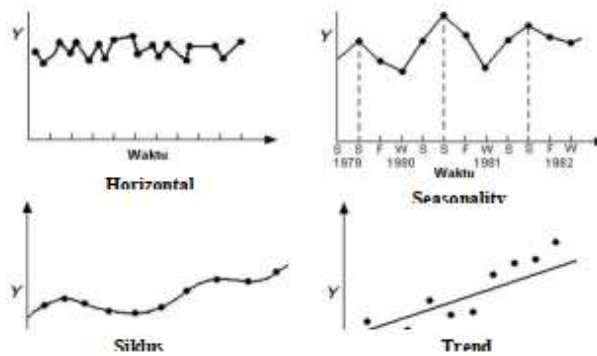
METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini merupakan analisis kuantitatif, pengumpulan data dilakukan dengan studi dokumentasi terhadap jumlah permintaan *printing* pada produk jaket selama periode Maret–Desember 2021. Teknik analisis yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:

Identifikasi Pola Data

Langkah pertama dalam melakukan peramalan menggunakan model *time series* adalah dengan mempertimbangkan jenis pola data. Ada beberapa jenis pola data yaitu (Lusiana & Yuliyarty, 2020):

1. Horizontal (H) atau Stasioner, terjadi bila nilai data berfluktuasi disekitar nilai rata-rata yang tetap, stabil atau disebut stasioner terhadap nilai rata-ratanya.
2. *Seasonality* (S) pola musiman terjadi bila pola datanya berulang sesudah suatu periode tertentu: hari, mingguan, bulanan, triwulan dan tahun.
3. *Cycles* (C), siklus adalah suatu pola data yang terjadinya setiap beberapa tahun, biasanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang dan berkaitan dengan siklus bisnis.
4. *Trend* (T), terjadi bila ada kenaikan atau penurunan dari data secara gradual dari gerakan datanya dalam kurun waktu panjang.



Gambar 1. Jenis Pola Data Peramalan

Berikut merupakan kerangka untuk memilih metode yang dapat digunakan berdasarkan pola datanya, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kerangka untuk Memilih Metode Peramalan

Metode Peramalan	Pola Data	Horizon Waktu	Kebutuhan Data Minimal	
			Nonseasonal	Seasonal
Naïve	Stasioner	Sangat Pendek	1 atau 2	-
	Trend			
	Clyctical			
Moving Average	Stasioner	Sangat Pendek	Jumlah Periode	-
Exponential Smoothing -Simple -Adaptive Response -Holt's -Winter's -Bass model	Stasioner	Pendek	5-10	-
	Stasioner	Pendek	10-15	-
	Linier Trend	Pendek ke Menengah	10-15	-
	Trend and Seasonality	Pendek ke Menengah	-	Min 4-5 per season
	S-Curve	Menengah ke Tinggi	Kecil, 3-10	
Regresive Base -Trend -Causal	Trend, with/without Seasonality	Menengah	Min 10	Min 4-5 per season
	Semua data pola	Pendek, Menengah dan Tinggi	Min 10	
Time Series Decomposition	Trend, Seasonal, Clyctical,	Pendek, Menengah dan Tinggi	-	2 Peaks
ARIMA	Stasioner	Pendek, Menengah dan Tinggi	Min. 50	-

Double Exponential Smoothing

Rumus yang digunakan untuk menghitung *double exponential* adalah sebagai berikut (Shafana & Rohaeni, 2022).

- Menentukan nilai *smoothing* pertama (S'_t)

$$S'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha) S'_{t-1} \quad (1)$$
- Menentukan nilai *smoothing* kedua (S''_t)

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

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

d. Menentukan nilai *slope* (b_t)

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

e. Menentukan nilai peramalan

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

Keterangan:

S'_t = Nilai *single exponential smoothing*

S''_t = Nilai *double exponential smoothing*

X_t = Nilai aktual periode ke-t

α = Parameter *exponential smoothing* $0 < \alpha < 1$

Mean Square Error (MSE)

Rata-rata kuadrat kesalahan, perhitungan *error* ini memberikan pinalti pada selisih yang lebih besar dibandingkan selisih yang lebih kecil melalui perhitungan kuadrat dapat dilihat pada rumus berikut.

$$MSE = \sum \frac{(X_t - F_t)^2}{n} \quad (6)$$

Keterangan:

X_t = Permintaan aktual pada periode-t

F_t = Peramalan Permintaan pada periode-t

n = Jumlah Periode permintaan

Tracking Signal

Tracking signal merupakan hasil dari *Running Sum of The Forecast Error* (RSFE) yang dibagi dengan *Mean Absolute Deviation* (MAD) dimana kegunaanya untuk mengetahui perbandingan nilai actual dengan nilai peramalan (Mahardika & Susanto, 2017). Nilai *tracking signal* dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$TS = \frac{RSFE}{MAD} \quad (7)$$

Dimana

$$MAD = \frac{\sum(\text{absolute dari forecast error})}{n} \quad (8)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan merupakan data permintaan *printing* produk jaket periode Maret sampai dengan Desember 2021 di PT.XYZ. data yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Permintaan *Printing* bulan Maret-Desember 2021.

No	Bulan	Permintaan
1	Maret	2028
2	April	1476
3	Mei	3358
4	Juni	4126

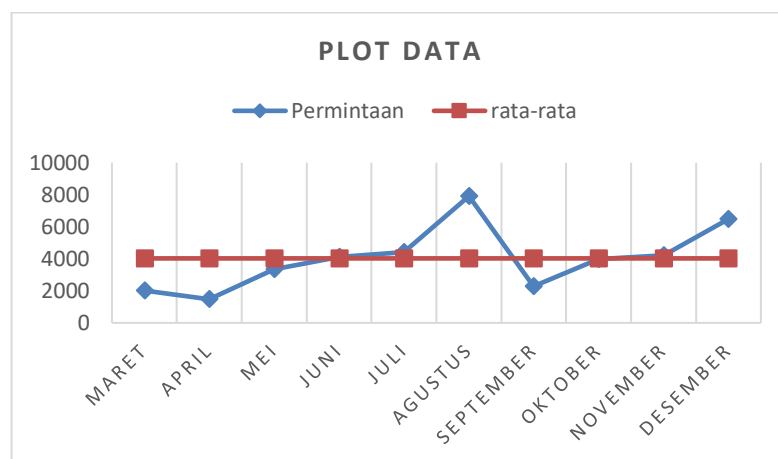
5	Juli	4415
6	Agustus	7910
7	September	2282
8	Oktober	3980
9	November	4216
10	Desember	6466

Sumber: (PT.XYZ, 2022)

Data permintaan pada tabel 2 kemudian dibuat grafik untuk mengidentifikasi pola data dalam menentukan metode peramalan yang digunakan.

Identifikasi Pola Data

Plot data *time series* permintaan *printing* pada PT. XYZ dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Plot Data Permintaan *Printing* Periode Maret-Desember 2021

Dari gambar plot data tersebut dapat dilihat bahwa nilai data tersebut berada dikisaran nilai rata-rata tertentu, dimana data tersebut turun kemudian naik kembali dengan kata lain pola data tersebut sudah *stasioner*. Merujuk pada Tabel 1. Metode peramalan yang dapat digunakan untuk meramalkan data tersebut dalam jangka pendek adalah metode peramalan *Double Exponential Smoothing*.

Perhitungan Metode *Double Exponential Smoothing*

Data pada Tabel 2. digunakan untuk meramalkan jumlah permintaan pada periode berikutnya. Peramalan dilakukan menggunakan metode *double exponential smoothing* dengan nilai $\alpha = 0,1$ sampai dengan $\alpha = 0,9$. Berikut ini perhitungan untuk $\alpha = 0,1$.

a. Menentukan nilai *smoothing* pertama (S'_t)

- Untuk $t = 1$

Karena saat $t = 1$ nilai S'_t belum ada maka dalam mengatasi masalah tersebut dapat dilakukan dengan S'_t sama dengan nilai data periode pertama X_1 sebesar 2028.

- Untuk $t = 2$

$$S'_2 = (0,1 \times 1476) + (1 - 0,1) 2028 == 1973$$

- Untuk $t = 3$
 $S'_3 = (0,1 \times 3358) + (1 - 0,1) 1973 == 2111$
 Perhitungan dilakukan sampai dengan $t = 10$.
 - b. Menentukan nilai *smoothing* kedua (S''_t)
 - Untuk $t = 1$
 Karena saat $t = 1$ nilai S'_t belum ada maka dalam mengatasi masalah tersebut dapat dilakukan dengan S''_t sama dengan nilai data periode pertama X_1 sebesar 2028
 - Untuk $t = 2$
 $S''_2 = (0,1 \times 1973) + (1 - 0,1) 2028 == 2022$
 - Untuk $t = 3$
 $S''_3 = (0,1 \times 2111) + (1 - 0,1) 2022 == 2131$
 Perhitungan dilakukan sampai dengan $t = 10$.
 - c. Menentukan nilai konstanta (a_t)
 - Untuk $t = 1$
 $a_1 = 2(2028) - 2028 = 2028$
 - Untuk $t = 2$
 $a_2 = 2(1973) - 2022 = 1923$
 - Untuk $t = 3$
 $a_3 = 2(2111) - 2031 = 2191$
 Perhitungan dilakukan sampai dengan $t = 10$.
 - d. Menentukan nilai *slope* (b_t)
 - Untuk $t = 1$
 $b_1 = \frac{0,1}{1-0,1} (2028 - 2028) = 0$
 - Untuk $t = 2$
 $b_2 = \frac{0,1}{1-0,1} (1973 - 2022) = -6$
 - Untuk $t = 3$
 $b_3 = \frac{0,1}{1-0,1} (2111 - 2031) = 9$
 Perhitungan dilakukan sampai dengan $t = 10$
- Setelah dilakukan perhitungan seperti diatas, maka diperoleh hasil secara lengkap untuk $\alpha = 0,1$ pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Nilai $\alpha = 0,1$

Periode (t)	X_t	S'_t	S''_t	a_t	b_t	F_t
1	2028	2028	2028	2028	0	-
2	1476	1973	2022	1923	-6	2028
3	3358	2111	2031	2191	9	1918
4	4126	2313	2060	2566	28	2200
5	4415	2523	2106	2940	46	2594
6	7910	3062	2201	3922	96	2987
7	2282	2984	2280	3688	78	4018
8	3980	3083	2360	3807	80	3766

9	4216	3197	2444	3950	84	3887
10	6466	3524	2552	4495	108	4033

Tabel 4. Hasil Peramalan Nilai $\alpha = 0,1$ sampai $\alpha = 0,9$

Bulan	Xt	Peramalan								
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
Maret	2028									
April	1476	2028	2028	2028	2028	2028	2028	2028	2028	2028
Mei	3358	1918	1807	1697	1586	1476	1366	1255	1145	1034
Juni	4126	2200	2405	2644	2915	3220	3558	3929	4333	4770
Juli	4415	2594	3134	3633	4079	4459	4758	4965	5065	5046
Agustus	7910	2987	3755	4335	4737	4974	5069	5052	4956	4824
September	2282	4018	5577	6784	7718	8458	9078	9641	10197	10781
Oktober	3980	3766	4585	4708	4320	3564	2545	1326	-62	-1615
November	4216	3887	4538	4491	4128	3718	3443	3424	3745	4474
Desember	6466	4033	4579	4481	4225	4058	4063	4215	4425	4560

Perhitungan Nilai Akurasi Peramalan Menggunakan Mean Square Error (MSE)

Perhitungan nilai akurasi peramalan menggunakan MSE dengan parameter nilai $\alpha = 0,1$ sampai $\alpha = 0,9$ dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Nilai Akurasi Peramalan

α	Mean Square Error
0,1	6158705.5
0,2	5712904.8
0,3	6025990.1
0,4	6463891.7
0,5	6986122.6
0,6	7651013.1
0,7	8581076.2
0,8	9952447.1
0,9	12110372.7

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan bahwa nilai akurasi peramalan yang paling kecil adalah $\alpha = 0,2$ dengan nilai MSE 5712904.8. Maka peramalan permintaan *printing* pada periode selanjutnya dapat dihitung dengan nilai $\alpha = 0,2$ sebagai berikut.

- a. Peramalan periode 11 ($m=1$) yaitu untuk bulan Januari 2022

$$\begin{aligned}
 F_{t+m} &= a_t + b_t m \\
 F_{10+1} &= a_{10} + b_{10} (1) \\
 &= 5258 + 233 (1) \\
 &= 5491
 \end{aligned}$$

- b. Peramalan periode 12 ($m=2$) yaitu untuk bulan Februari 2022

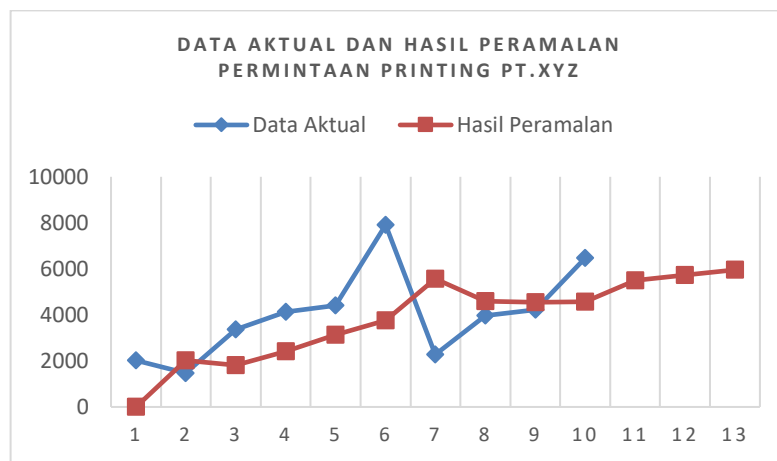
$$F_{t+m} = a_t + b_t m$$

$$\begin{aligned}
 F_{10+2} &= a_{10} + b_{10} (2) \\
 &= 5258 + 233 (2) \\
 &= 5724
 \end{aligned}$$

c. Peramalan periode 13 (m=2) yaitu untuk bulan Maret 2022

$$\begin{aligned}
 F_{t+m} &= a_t + b_t m \\
 F_{10+3} &= a_{10} + b_{10} (3) \\
 &= 5258 + 233 (3) \\
 &= 5956
 \end{aligned}$$

Setelah didapatkan hasil perhitungan untuk 3 bulan ke depan, maka hasil peramalan juga dapat dilihat dalam bentuk grafik berikut.



Gambar 3. Grafik Data Aktual dan Hasil Peramalan

Gambar 3. Menunjukkan pola data pada garis peramalan akan mengalami peningkatan untuk 3 bulan yang diramalkan yaitu bulan Januari 2022 sebesar 5491, bulan Februari 2022 sebesar 5724 dan bulan Maret 2022 sebesar 5956.

Metode Verifikasi *Tracking Signal*

Tracking signal digunakan untuk menghitung keandalan suatu metode peramalan. Hasil perhitungan *tracking signal* dapat dilihat pada Tabel 6. Berikut.

Tabel 6. Perhitungan *Tracking Signal*

Periode	Forecast DES	Aktual	Error	RSFE	Absolute Error	Kum Absolute Error	MAD	Tracking Signal
1		2028	2028	2028	2028	2028	2028	1.0
2	2028	1476	-552	1476	1476	3504	1752	0.8
3	1807	3358	1551	3027	3027	6531	2177	1.4
4	2405	4126	1721	4747	4747	11278	2820	1.7
5	3134	4415	1281	6029	6029	17307	3461	1.7
6	3755	7910	4155	10184	10184	27491	4582	2.2
7	5577	2282	-3295	6889	6889	34380	4911	1.4
8	4585	3980	-605	6284	6284	40663	5083	1.2
9	4538	4216	-322	5962	5962	46625	5181	1.2

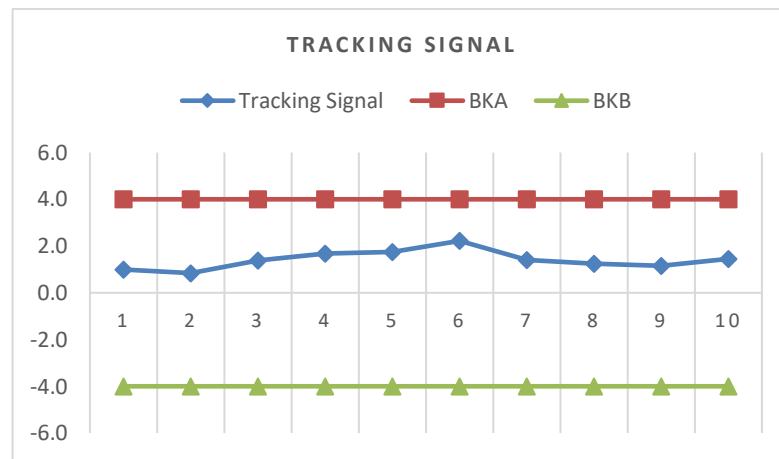
10	4579	6466	1887	7849	7849	54474	5447	1.4
----	------	------	------	------	------	-------	------	-----

Berdasarkan Tabel 6. diatas dapat dihitung nilai MAD dan *tracking signal*-nya, seperti berikut.

$$MAD = \frac{54474}{10} = 5447$$

$$Tracking\ Signal = \frac{7849}{5447} = 1,4$$

Grafik *tracking signal* ditunjukkan pada gambar berikut ini.



Gambar 4. Grafik Pengendali *Tracking Signal*

Berdasarkan grafik *tracking signal* untuk metode *double exponential smoothing* dengan nilai $\alpha = 0,2$ berada antara batas-batas yang masih dapat diterima, karena berada diantara batas angka minimum -4 dan batas angka maksimum +4. Dimana nilai *tracking signal* tersebut bergerak dari 0,8 sampai 1,7. Hal tersebut memiliki arti bahwa akurasi dari metode peramalan *double exponential smoothing* dengan nilai $\alpha = 0,2$ bisa diterima karena masih berada didalam batas kendali *tracking signal* (± 4).

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Parameter α terbaik yang didapat untuk peramalan permintaan *printing* PT.XYZ dari bulan Maret sampai Desember 2021 adalah $\alpha = 0,2$ dengan nilai *Mean Square Error* sebesar 5712904.8 dipilih berdasarkan nilai MSE terkecil.
2. Hasil peramalan permintaan *printing* PT. XYZ dari bulan Januari sampai Maret 2022 dengan menggunakan nilai $\alpha = 0,2$ menggunakan metode *double exponential smoothing* akan mengalami peningkatan setiap bulannya.
3. Verifikasi hasil peramalan menggunakan metode *tracking signal* menunjukkan bahwa peramalan dengan metode *double exponential smoothing* dengan parameter nilai $\alpha = 0,2$ bisa diterima karena masih berada dalam batas kendali *tracking signal* (± 4).

REFERENSI

- Elison, M. H., Asrianto, R., & Aryanto. (2020). Prediksi Penjualan Papan Bunga Menggunakan Metode *Double Exponential Smoothing*. *Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi Informasi*, 2(3), 45–56.
- Fauziah, Ningsih, Y. I., & Setiarini, E. (2018). Analisis Peramalan (*Forecasting*) Penjualan Jasa Pada Warnet Bulian City di Muara Bulian. *Jurnal Ilmiah Ekonomi dan Bisnis*, 10(1), 61–67.
- Habsari, H. D. P., Purnamasari, I., & Yuniarti, D. (2020). Peramalan Menggunakan Metode *Double Exponential Smoothing* dan Verifikasi Hasil Peramalan Menggunakan Grafik Pengendali *Tracking Signal* (Studi Kasus : Data IHK Provinsi Kalimantan Timur). *Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, 14(1), 13–22. Diambil dari <https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/barekeng/> 13
- Lusiana, A., & Yuliarty, P. (2020). Penerapan Metode Peramalan (*Forecasting*) Pada Permintaan Atap di PT X. *Jurnal Teknik Industri ITN Malang*, 11–20. Diambil dari <https://journals.unisba.ac.id/index.php/matematika>
- Mahardika, A. D., & Susanto, N. (2017). Peramalan Perencanaan Produksi Terak dengan Metode *Exponential Smoothing With Trend* Pada PT. Semen Indonesia (Persero) TBK . *Jurnal Undip*. 6(1), 1–10. Diambil dari ejournal3.undip.ac.id
- Purnomo, H. (2017). *Manajemen Operasi* (1st ed.). Yogyakarta: CV. SIGMA.
- Shafana, N. R., & Rohaeni, O. (2022). Peramalan Pengguna Jasa Desain Kemasan Menggunakan Metode *Double Exponential Smoothing*. *Jurnal Matematika*, 21(1), 1–8. Diambil dari <https://journals.unisba.ac.id/index.php/matematika>
- Stevenson, W. J. (2007). *Operations Management* (12th ed.). Mc Graw Hill Education.
- Sudiman. (2020). Peramalan Untuk Perencanaan Produksi Stop Valve Tipe TX277S Menggunakan Metode Peramalan Deret Waktu (*Time Series*) DI PT . XYZ. *JITMI*, 3(1), 7–14.