

Analysis of Health Service Queues at BP Umum Puskesmas X Using Promodel Simulation

Tombak Gapura Bhagya, Antari Nurayban Gitardiana, Dini Yulianti, Ida Bagus Indria Swarnandhika
80–89

Utilization of Sludge from Textile Wastewater Treatment Plants as Raw Material for Iron Coagulant

Galu Murdikaningrum, Kenny Kencanawati, Bagus R Ramdhani, Rizal Ramdani
90–103

The Effect of Binder FS-462 and Sky Binder 235 on Color Fastness Resistance in 100% Polyester Printing with Pigment Dyes

Luciana, Winni Oktaviani
104–110

Comparative Analysis of Four Time Series Models in an Effort to Determine The Optimal Forecasting Results

R. Kiki Abdul Muluk, Anggit Suryopratomo
111–122

Employee Productivity Analysis in the Production Department at PT. "X"

Alam Avrianto, Irfan Rizki Gumilar
123–129

The Effect of Solid Content Percentage and Concentration of Dispersing Agent (Anionic-Nonionic) on Quality of Polyester Dyed Fabric with Disperse by High Temperature/Pressure Method

Maulana Fahrizal Abdan, Maya Komalasari, Rendy Ardyansyah
130–140

The Opportunities of Green Intellectual Capital for Industrial Sustainability: A Systematic Review

Indriana Damaianti
141–153

Determination of Production Targets on Sewing for the Front Body of H&M Pijamas Jogger Pants

Afriani Kusumadewi, Filly Pravitasari, Feny Nurherawati
154–162

Analysis of pH Changes in Cassava Fermentation Process Exposed to ELF Magnetic Fields Intensity $100\mu T$, $200\mu T$ dan $300\mu T$

Siti Magfirah, Trapsilo Prihandono, Sudarti
163–170

The Effectiveness of Moringa Oleifera in Purifying Pegasus SP Pond Wastewater

Tri Mulyani, Astri Sri Astuti
171–178

*Comparative Analysis of Four Time-Series Models
in an Effort to Determine The Optimal Forecasting Results*

**Analisis Perbandingan Empat Metode *Time-Series Models*
dalam Upaya Menentukan Hasil Peramalan yang Optimal**

R. Kiki Abdul Muluk ^{*1)}, Anggit Suryopratomo²⁾

¹⁾ Universitas Insan Cendekia Mandiri, Bandung

Email: kiki.dachlan@gmail.com

²⁾ Universitas Ma'soem, Jl. Cipacing No.22, Jatinangor

Email: suryopratomo.anggit@gmail.com

^{*)} Corresponding author

Abstract: *Forecasting method is a method of predicting quantitatively what will happen in the future based on relevant past data. Therefore, this forecasting method is used for objective forecasting that can be done by tire companies to forecast product sales. One of the strategies in making company production decisions is forecasting. In this case the forecasting method will be studied using data on the demand for tire products from PT. XYZ. In the next few periods, the company produces products so that in the future a demand forecast is needed that can help companies to consider in carrying out the production process. There are several forecasting methods, to find out what methods are used for forecasting methods in knowing historical patterns and data. The use of the right forecasting method is expected to assist the company in determining the level of production in accordance with consumer demand in the future. Historical data is used to predict the future by using Time-series models. Assuming what happened is made for the future, Time-series models are a function of what has happened in the past. The advantage of time-series models is that they can make predictions using a series of past data to see what has happened over a period of time. In order to achieve the maximum level of profit by applying the right and directed forecasting method, it can support the company to make optimal sales.*

Keywords: *Time-Series, Moving Average, Weight Moving Average, Exponential Smoothing & Trend Linear*

Abstrak: Metode peramalan adalah metode memprediksi secara kuantitatif apa yang akan terjadi di masa depan berdasarkan data masa lalu yang relevan. Oleh karena itu, metode peramalan ini digunakan untuk peramalan objektif yang dapat dilakukan oleh perusahaan ban untuk meramalkan penjualan produk. Salah satu strategi dalam pengambilan keputusan produksi perusahaan yaitu melakukan peramalan (forecast). Dalam hal ini metode peramalan akan dikaji menggunakan data permintaan (demand) produk ban dari PT. XYZ. Dalam beberapa periode kedepan, perusahaan melakukan produksi produk sehingga kedepan dibutuhkan sebuah Peramalan permintaan (demand) yang dapat membantu bagi perusahaan untuk pertimbangan dalam melakukan proses produksi. Ada beberapa metoda peramalan, untuk mengetahui metoda apa yang digunakan untuk metoda peramalan dalam mengetahui pola dan data historis. Penggunaan metode peramalan yang tepat, diharapkan dapat membantu perusahaan dalam menentukan tingkat produksinya yang sesuai dengan permintaan konsumen di masa yang akan datang. Data historis digunakan untuk memprediksi masa depan dengan metode *Time-series models*. Dengan asumsi yang terjadi dibuat untuk masa depan, *Time-series models* adalah fungsi dari apa yang telah terjadi di masa lalu. Kelebihan dari *Time-series models* adalah dapat membuat ramalan dengan menggunakan serangkaian data masa lalu untuk melihat apa yang telah terjadi selama periode waktu. Dalam rangka meraih tingkat keuntungan yang maksimal dengan penerapan metode peramalan yang tepat dan terarah dapat menunjang perusahaan untuk melakukan penjualan yang optimal.

Kata Kunci: Time-Series, Moving Average, Weight Moving Average, Exponential Smoothing & Trend Linier

DOI: <http://dx.doi.org/10.37577/sainteks.v%vi%i.457>

Received: 07, 2022. Accepted: 08, 2022

Published: 09, 2022

PENDAHULUAN

Pemodelan statistik merupakan salah satu cabang ilmu yang banyak digunakan dalam penelitian dan pengembangan ilmu pengetahuan lainnya. Dalam pembahasannya, model statistik dikaji berdasarkan konsep persamaan matematika. Di era digital saat ini, konsep matematika banyak diterapkan dalam berbagai bidang keilmuan seperti sains, teknologi, pertanian, lingkungan, masalah social, dan ekonomi. Dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi, konsep matematika model statistik lebih umum digunakan untuk menyelesaikan berbagai masalah teknik. Keuntungan lain dari model statistik yang lebih banyak digunakan adalah dalam bidang ekonomi. Sebuah pendekatan statistik untuk ekonomi. Misalnya, analisis pasar saham untuk memprediksi pembelian atau penjualan jumlah saham. Pendekatan lain juga sangat berguna untuk memvalidasi keputusan dalam suatu perusahaan. Saat ini banyak perusahaan yang bergerak di bidang transportasi, baik domestik maupun internasional. Transportasi berkembang begitu pesat sehingga banyak perusahaan yang menawarkan inovasi untuk menarik konsumen. Selain inovasi dan penawaran menarik tersebut, perusahaan secara langsung maupun tidak langsung dapat mengkaji secara ilmiah proyeksi penjualan produk ban.

Dalam hal ini salah satu perusahaan ban yaitu PT. XYZ memilih salah satu cara ilmiah untuk mengetahui model prediksi penjualan produk yang tepat dan sesuai. Berbicara tentang prediksi, kita dapat menerapkan model statistik untuk menganalisis masalah tersebut. Salah satu model tersebut adalah metode peramalan dengan memilih kriteria kebaikan model. Ada beberapa model metode prediksi untuk mempelajari masalah yang berbeda. Pembahasan ini tidak dikhususkan untuk peramalan atau prediksi volume produk yang terjual, tetapi dengan membandingkan teknik dan model peramalan untuk mendapatkan model yang cocok ketika produk tertentu dijual, akan dipertimbangkan secara lebih rinci. Hal ini disebabkan oleh dua faktor umum: perubahan karakteristik konsumen dan standar produk, serta evolusi transportasi.

Dengan demikian, tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan model dengan metode peramalan untuk menentukan model yang tepat digunakan untuk peramalan penjualan produk. Dalam hal ini, data penjualan produk ban digunakan sebagai uji untuk menganalisis proses peramalan. Hasil pembahasan ini tidak terbatas pada produk ban saja, tetapi dapat digunakan untuk memprediksi penjualan produk lainnya.

Persaingan yang ketat semakin meningkat diiringi oleh tingkat penjualan yang semakin meningkat, serta fluktuasi kinerja penjualan selama tiga tahun terakhir, dilakukannya efisiensi produksi mendorong perusahaan untuk melakukan peramalan merupakan hal yang sangat diperlukan oleh perusahaan. untuk melihat kedepan prospek penjualan dibutuhkan peramalan penjualan oleh bagian perencanaan untuk meramalkan yang akan terjadi di pasar sehingga dapat merumuskan tingkat produksi yang efektif yang akan dilakukan oleh divisi pengadaan sehingga *inefisiensi* produksi dapat berkurang (Anggrainingsih, R., Aprianto, G. R., & Sihwi, 2015).

Upaya untuk dapat target penjualan tercapai yang efektif dan efisien, diperlukan adanya suatu peramalan yang tepat, sehingga tidak terjadi kelebihan atau kekurangan produksi dan proses pendistribusian produk dapat berjalan lancar (Awaluddin, R., Fauzi, R. and Harjadi, n.d.). Peramalan penjualan pembuatan ban *Pasasanger* yang tepat akan terwujud jika dibuat suatu perencanaan dan analisa untuk menentukan seberapa besar tercapai target yang di dapat. PT. XYZ merupakan perusahaan ban pertama di Indonesia, sampai saat ini produk unggulan yang

dihasilkannya jenis *consumer tire*, yaitu ban yang biasa digunakan untuk kendaraan roda empat atau biasa disebut ban mobil penumpang (*passanger tire*) (Ngantung, 2019).

Dalam melakukan peramalan penjualan PT. XYZ menggunakan metode yang mengasumsikan permintaan untuk periode berikutnya adalah predictor terbaik. Perusahaan memperkirakan volume penjualan di masa depan yang diperkirakan lebih tinggi di hari, bulan, dan tahun sebelumnya. (Awaluddin, R., Fauzi, R. and Harjadi, n.d.). Namun, proyeksi ini mungkin tidak sesuai dengan kondisi perusahaan yang sebenarnya. Penggunaan metode ini dinilai kurang memuaskan karena terjadi penyimpangan yang besar. Perusahaan merekomendasikan agar perencanaan mengharapkan nilai yang lebih akurat untuk menemukan model yang lebih akurat.

Time-series models merupakan metode yang memprediksi masa depan berdasarkan data masa lalu. *Time-series models* membuat asumsi bahwa apa yang akan terjadi di akan datang merupakan fungsi dari apa yang telah terjadi di waktu lampau (Siti Muawanah Robial, n.d.). Kelebihan dari **Time-series models** adalah dapat melihat apa yang sudah terjadi selama periode waktu dan menggunakan serangkaian data masa lalu untuk membuat ramalan.

METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif. Penelitian deskriptif menurut (Sugiyono, 2014) merupakan penelitian yang digunakan untuk mengetahui nilai variabel mandiri, baik satu variabel atau lebih (*independent*) tanpa membuat perbandingan atau menghubungkan dengan variabel yang lain. Atas dasar ini, penelitian deskriptif sebenarnya hanya ditujukan untuk memperoleh gambaran atas suatu kejadian tanpa harus menyelidiki lebih lanjut tentang sebab dan hubungan yang terjadi antar variabel dalam kejadian yang diteliti. Variabel-variabel dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

Tabel 1. Variabel Penelitian

Variabel	Indikator	Sumber Data
Jumlah Volume Produksi dan Penjualan	Moving Average Model	PT. XYZ
	Weighted Moving Average Model	
	Exponential Smoothing Model ($\alpha = 0,5$)	
	Trend Linier Model	

Data yang diperoleh berupa data penjualan selama tiga tahun terakhir yaitu tahun 2019, 2020 dan 2021, yang selanjutnya akan diolah dengan menggunakan empat metode **time series forecast** yaitu **Metoda Moving Average**, **Metoda Weighted Moving Average**, **Metoda Exponential Smoothing (α)** dan **Metoda Trend Linier**, untuk menentukan metode peramalan terbaik dalam meramalkan tingkat volume penjualan yang mendekati kondisi riil perusahaan, pengolahan tersebut menggunakan simulasi dengan menggunakan (**software QM For Windows V5 dan Excel**).

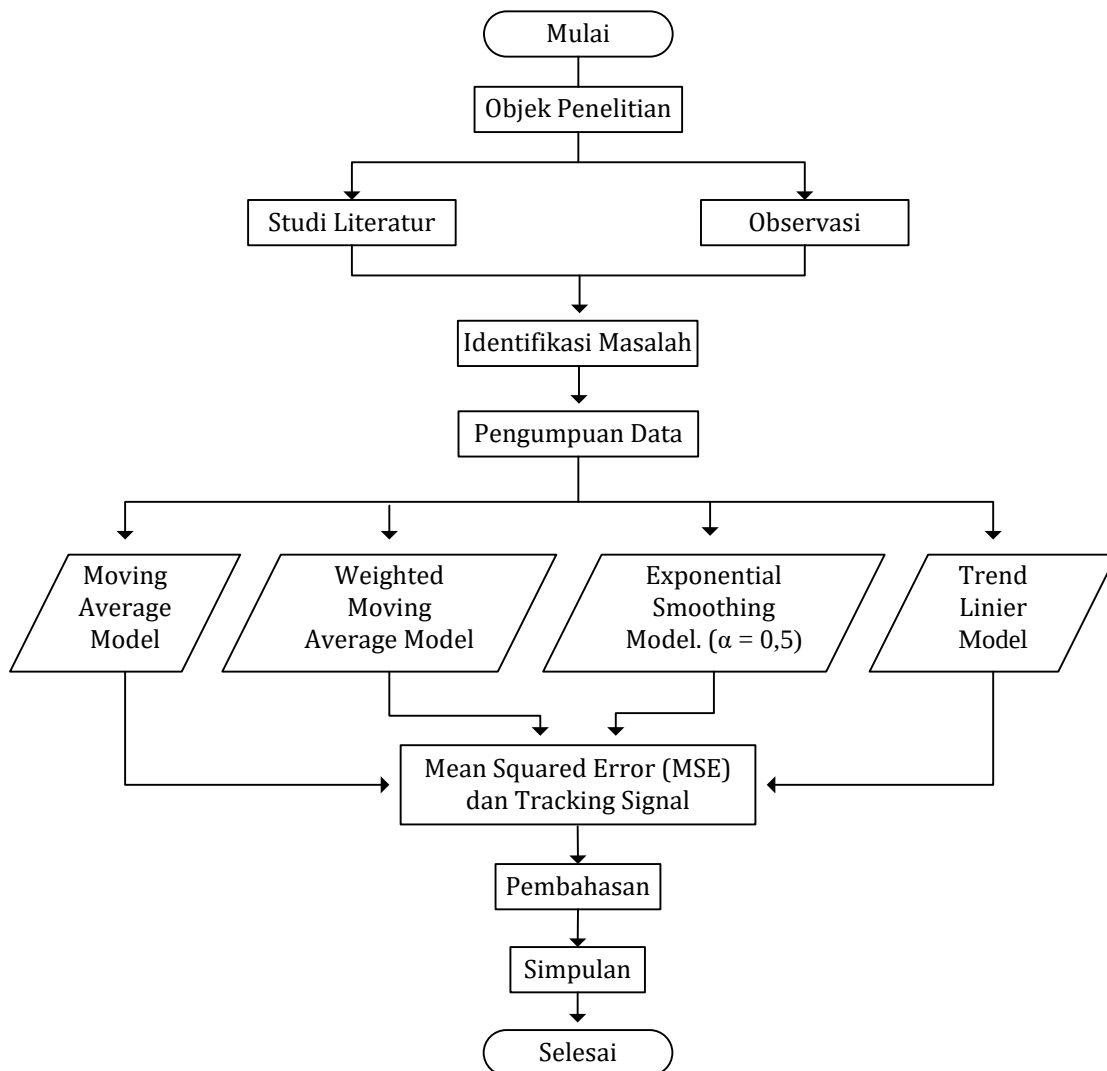
MSE (*Mean Squared Error*) menggunakan penyebut n tanpa memperhatikan derajat bebas model. (Siti Muawanah Robial, 2018) MSE digunakan untuk mengukur ketepatan nilai dengan model yang dinyatakan dalam rata-rata kuadrat dari kesalahan dan juga dapat digunakan untuk membandingkan ketetapan ramalan antara metode peramalan yang berbeda, namun MSE memberikan ketelitian yang lebih baik dari pada MAD sehingga banyak dipakai dalam optimalisasi pembobotan. Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |y(t) - y^t(t)|^2$$

Data-data yang akan dianalisis dan metode analisis yang dipergunakan antara lain :

1. Data volume penjualan bulanan
2. Analisis Forecasting dengan *Metode Moving Average*
3. Analisis Forecasting dengan *Metode Weighted Moving Average*

4. Analisis Forecasting dengan *Metode Exponential Smoothing*
5. Analisis Forecasting dengan *Metode Trend Line*



Gambar 1. Langkah – Langkah Penelitian

Model Rata-rata Bergerak (*Moving Average Model = MA*)

Moving Average diperoleh dengan merata-rata permintaan berdasarkan beberapa data masa lalu terakhir . Tujuan utama dari penggunaan teknik ***Moving Average*** ini adalah untuk mengurangi atau menghilangkan fluktuasi acak dalam permintaan dari waktu ke waktu. Ini dicapai dengan rata-rata beberapa nilai data secara bersama-sama dan nilai rata – rata digunakan sebagai perkiraan mendatang dalam periode permintaan. Ini disebut rata – rata bergerak karena setiap rangkaian waktu baru dari data permintaan aktual tersedia, data permintaan aktual terdahulu tidak digunakan dari perhitungan. Kemudian suatu nilai rata rata baru akan dihitung (Herjanto, 2009) . Secara matematis, maka ***Moving Average*** akan dinyatakan dalam persamaan:

$$MA = \frac{A_t + A_{t-1} + \dots + A_{t-(N-1)}}{N}$$

dimana :

A = Permintaan Aktual pada Periode –t

N = Jumlah data permintaan yang dilibatkan dalam perhitungan

Karena data aktual yang dipakai hasil perhitungan **Moving Average** berikutnya selalu dihitung dengan mengeluarkan data yang terdahulu, maka :

$$MA_t = AA_{t-1} + \frac{A_t - A_{t-N}}{N}$$

Dalam metode ini yang penting adalah pilih nilai yang benar untuk N. semakin tinggi nilai N, semakin besar perubahan nilai dari periode ke periode. Di sisi lain, semakin tinggi nilai N, semakin agresif hasil prediksi dalam memprediksi perubahan pada data yang paling sering dihitung. Jika permintaan berubah secara signifikan dari waktu ke waktu, nilai N yang kecil adalah tepat karena peramalan harus cukup agresif untuk mengantisipasi perubahan ini. Di sisi lain, jika permintaan stabil dari waktu ke waktu, nilai N yang besar harus digunakan (Arman Hakim Nasution, 1999).

Weighted Moving Avarage (WMA) Model

Secara matematis, **Weighted Moving Avarage (WMA) Model** dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$WMA = \sum W_t - A$$

Dimana :

W_t = Bobot Permintaan Aktual pada periode - t

A_t = Permintaan Aktual pada periode - t

Dengan keterbatasan bahwa :

$$\sum W_t = t$$

Pemulusan Eksponensial (*Exponential Smooting = ES*)

Kelemahan teknik **Moving Average** dalam kebutuhan akan data data masa lalu yang cukup banyak, dapat diatasi dengan teknik **Exponential Smooting = ES**. Model matematis ES ini dapat dikembangkan dari persamaan berikut:

$$F_t = F_{t-1} + \frac{A_t - A_{t-N}}{N} \dots \dots (1)$$

Dimana bila data permintaan aktual yang lama A_{t-n} tidak tersedia maka dapat digantikan dengan nilai pendekatan yang berupa nilai pendekatan yang berupa nilai ramalan sebelumnya (F_{t-1}), sehingga persamaan (1) dapat dituliskan menjadi :

$$F_t = F_{t-1} + \frac{A_t - F_t}{N} \text{ atau } F_t = \left(\frac{1}{N}\right) A_t + \left(1 - \frac{1}{N}\right) F_{t-1} \dots \dots (2)$$

Dari rumus di atas dapat kita lihat bahwa peramalan menggunakan **Exponential Smooting** pada periode t.1 (F_{t+1}) didasarkan pada bobot data permintaan actual terakhir (A_t) dengan bobot $1/N$. bobot prediksi terakhir (F_{t-1}) dengan bobot $(1-1/N)$. Karena N adalah bilangan positif, $1/N$ adalah konstanta dengan nilai antara nol ($N=\infty$) dan 1 ($N=1$). Mengganti $1/N$ dengan (α) maka persamaan (2) menjadi :

$$F_t = \alpha A_1 + (1 - \alpha) F_{t-1} \dots \dots (3)$$

Bila kita notasikan f_t sebagai peramalan permintaan pada periode-t, sehingga $f_t = F_{t-1}$, maka persamaan (3) menjadi :

$$F_t = \alpha A_1 + (1 - \alpha)f_t \dots (4)$$

Dari persamaan (4) terlihat bahwa teknik metoda **Exponential Smoothing** banyak mengurangi kelemahan teknik MA dalam penyimpangan data karena hanya data permintaan aktual terakhir, ramalan terakhir dan suatu nilai konstanta yang harus disimpan.

Trend Linier Model

Metode ini merupakan dasar dari persamaan garis tren yang sistematis, yang memungkinkan kita untuk memprediksi apa yang sedang dipelajari untuk masa depan berdasarkan persamaan tersebut. Metode ini sangat cocok untuk peramalan jangka panjang. Untuk mencerminkan apa yang harus diselidiki, pertama-tama identifikasi tren.

Trend adalah pergerakan jangka Panjang dari deret waktu dan dapat direpresentasikan sebagai garis lurus atau kurva halus. Metode ini menyesuaikan garis tren dengan serangkaian titik data historis dan memproyeksikannya ke masa depan untuk peramalan jangka menengah hingga jangka Panjang. Rumus untuk model tren linier adalah:

$$\hat{y} = a + bx$$

Dimana : Nilai **Slope** b , secara matematis dirumuskan sbb :

$$b = \frac{\sum x \cdot y - n \cdot \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sum x^2 - n \cdot \bar{x}^2}$$

sedangkan untuk y - **Intercept**, secara matematis dirumuskan sbb :

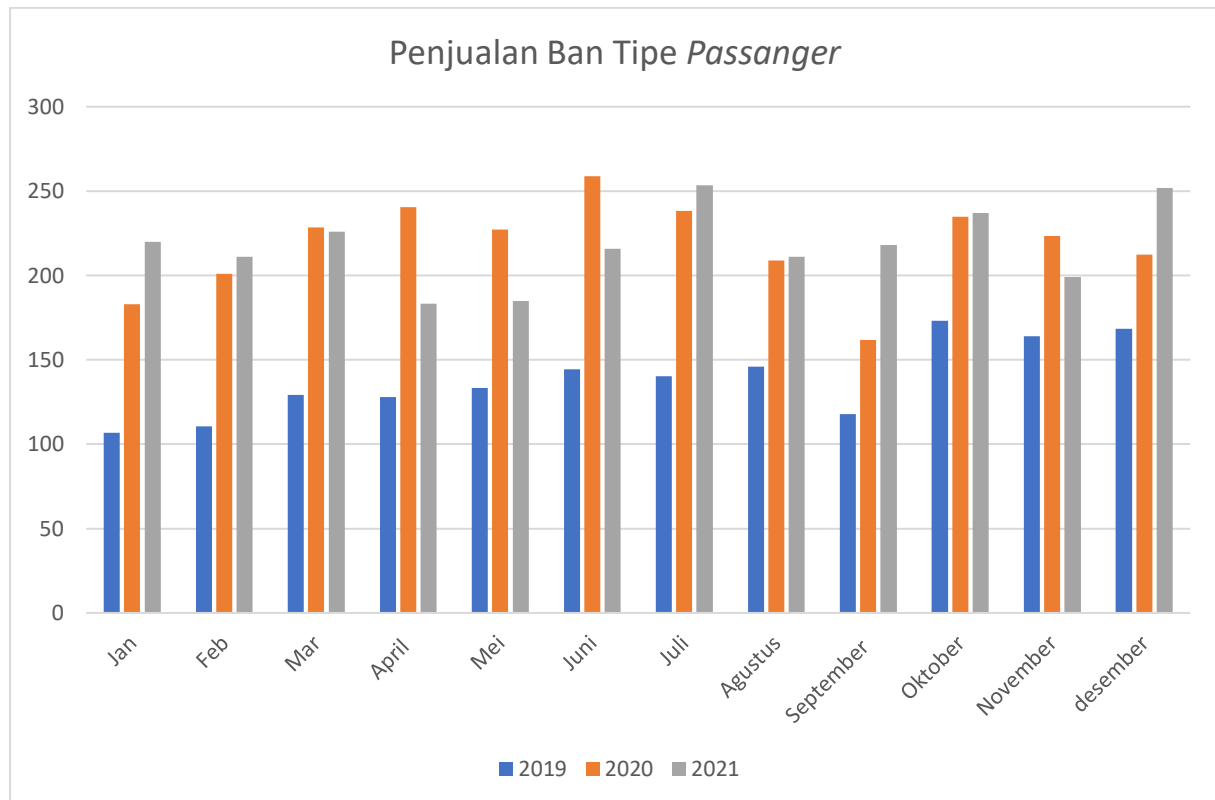
$$a = \hat{y} - b \cdot \bar{x}$$

Keterangan :

- $\hat{y}$ = Nilai hitung dari variable yang akan diramalkan (Hasil **Forecasting**)
- a = Nilai **Intercept** sumbu y
- b = **Slope** (Kemiringan) garis regresi
- x = Nilai dari variable bebas yang diketahui (Periode Waktunya)
- y = Nilai dari variable **Dependen** yang diketahui
- $\bar{x}$ = Nilai Rata-Rata x
- $\bar{y}$ = Nilai Rata Rata y
- n = Jumlah titik data yang diamati

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, untuk menentukan metode peramalan yang diharapkan tepat untuk memecahkan masalah yang dihadapi PT XYZ, dalam masalah penjualan ban mobil penumpang tipe **passanger**, digunakan metode peramalan untuk model peramalan *time series* yaitu **Moving Average**, **Weighted Moving Average**, **Exponential Smoothing** ($\alpha = 0,5$) dan **Trend Linier**. Penentuan metode peramalan dilakukan berdasarkan pengukuran nilai *error* yang dihasilkan melalui nilai **Mean Squared Error** (MSE), dimana metode peramalan yang memiliki MSE terkecil yang akan terpilih untuk dijadikan metoda peramalan penjualan tahun yang akan datang, sebagai alternatif, solusi bagi perusahaan. Adapun Data hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel-1 sebagai berikut :



Gambar 2. Data Hasil Penjualan Ban Tipe *Passanger* (2019, 2020 dan 2021)

Perhitungan peramalan pada penelitian yang dilakukan untuk keempat metoda tersebut diatas, dengan Model Peramalan *Time Series*, menggunakan *software POM QM for Windows V5*. Adapun hasil pengolahan datanya dapat dilihat pada Tabel -2 dan Garfik hasil peramalan keempat metoda dapat dilihat pada Gambar2.

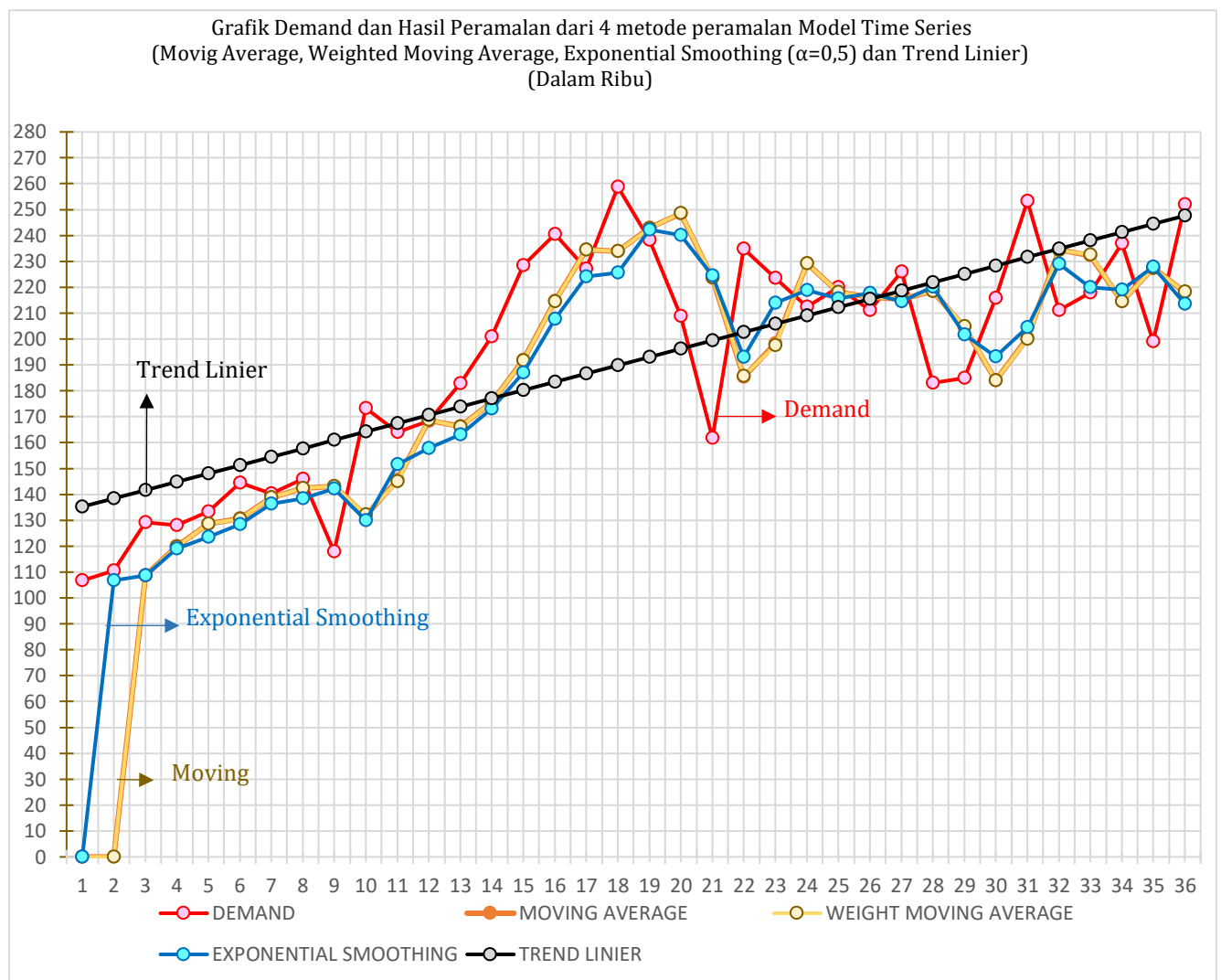
Performansi Peramalan Berdasarkan Nilai Error

Pengukuran nilai *error* dapat memberikan gambaran performansi peramalan dari setiap metode. Pengukuran nilai *error* yang digunakan pada penelitian ini yaitu berupa nilai *Mean Absolute Deviation* (MAD), *Mean Squared Error* (MSE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Tabel 2 menunjukkan hasil pengukuran *error* dari setiap metode peramalan. Metode terbaik adalah metode yang memberikan nilai *error* terkecil.

Jika dilihat dari nilai ***Mean Squared Error*** (MSE), metode Exponential Smoothing, memberikan nilai pengukuran *error* terkecil sebesar 664,392 dengan $\alpha = 0.5$ dibandingkan metode peramalan lainnya. Dengan demikian, dari empat metode ***yaitu Metoda Moving Average, Weighted Moving Average, Ezponential Smoothing dan Tend Linier*** yang telah digunakan, terpilih satu metode peramalan yang memberikan nilai *error* terkecil yaitu **Exponential Smoothing dengan $\alpha = 0.5$** dan rekapitulasi Hasil Pengukuran Mean Square Error dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel-2 : Hasil Peramalan dengan menggunakan empat model peramalan Time Series : Metoda Moving Average, Metoda Weight Moving Average, Metoda Exponential Smoothing ($\alpha=0,5$) dan Trend Linier

Bulan	Demand	H A S I L							
		MA Forecast	MSE MA	WMA Forecast	MSE WMA	ES ($\alpha=0.5$) Forecast	MSE ES ($\alpha=0.5$)	Trend Linear Forecast	MSE Trend Linear
1	106,729	-	-	-	-	-	-	135,258	813,906
2	110,628	-	-	-	-	106,729	15,202	138,468	775,075
3	129,221	108,679	421,994	108,644	423,432	108,679	421,994	141,678	155,185
4	128,014	119,925	65,44	119,758	68,166	118,95	82,161	144,888	284,746
5	133,295	128,618	21,879	128,628	21,778	123,482	96,297	148,099	219,145
6	144,422	130,655	189,544	130,607	190,851	128,388	257,075	151,309	47,426
7	140,319	138,859	2,133	138,759	2,435	136,405	15,318	154,519	201,635
8	145,954	142,371	12,841	142,407	12,579	138,362	57,637	157,729	138,649
9	117,864	143,137	638,7	143,086	636,148	142,158	590,201	160,939	1855,462
10	173,182	131,909	1703,461	132,161	1682,728	130,011	1863,734	164,149	81,592
11	164,109	145,523	345,439	145,027	364,129	151,597	156,562	167,359	10,565
12	168,325	168,646	0,103	168,727	0,162	157,853	109,668	170,57	5,038
13	182,913	166,217	278,756	166,179	280,02	163,089	392,996	173,78	83,419
14	200,869	175,619	637,563	175,488	644,187	173,001	776,63	176,99	570,22
15	228,522	191,891	1341,831	191,73	1353,655	186,935	1729,482	180,2	2335,03
16	240,509	214,696	666,337	214,448	679,203	207,729	1074,562	183,41	3260,297
17	227,219	234,516	53,239	234,408	51,682	224,119	9,612	186,62	1648,269
18	258,806	233,864	622,104	233,983	616,171	225,669	1098,069	189,83	4757,655
19	238,176	243,013	23,392	242,729	20,732	242,237	16,495	193,04	2037,224
20	208,861	248,491	1570,537	248,676	1585,237	240,207	982,554	196,251	159,024
21	161,694	223,519	3822,268	223,781	3854,847	224,534	3948,846	199,461	1426,318
22	234,767	185,278	2449,211	185,701	2407,517	193,114	1734,979	202,671	1030,168
23	223,563	198,231	641,736	197,575	675,371	213,941	92,593	205,881	312,657
24	212,483	229,165	278,289	229,266	281,652	218,752	39,297	209,091	11,506
25	219,988	218,023	3,861	218,122	3,481	215,617	19,102	212,301	59,088
26	211,034	216,236	27,056	216,168	26,36	217,803	45,815	215,511	20,046
27	226,084	215,511	111,788	215,591	110,097	214,418	136,088	218,721	54,208
28	183,120	218,559	1255,922	218,424	1246,374	220,251	1378,723	221,932	1506,337
29	184,945	204,602	386,397	204,987	401,696	201,686	280,247	225,142	1615,771
30	215,749	184,033	1005,936	184,016	1006,975	193,315	503,271	228,352	158,831
31	253,321	200,347	2806,245	200,071	2835,592	204,532	2380,353	231,562	473,458
32	211,147	234,535	546,999	234,198	531,349	228,927	316,113	234,772	558,144
33	217,940	232,234	204,319	232,612	215,276	220,037	4,397	237,982	401,689
34	236,918	214,544	500,618	214,483	503,348	218,988	321,47	241,192	18,27
35	199,085	227,429	803,382	227,259	793,762	227,953	833,373	244,402	2053,669
36	251,896	218,002	1148,837	218,341	1125,949	213,519	1472,786	247,613	18,348
Total	6891,671		24588,16		24652,94		23253,7		29158,07
Average	191,435		723,181		725,086		664,392		809,946
Future Period (37)		225,491		225,017			250,823	226,776	



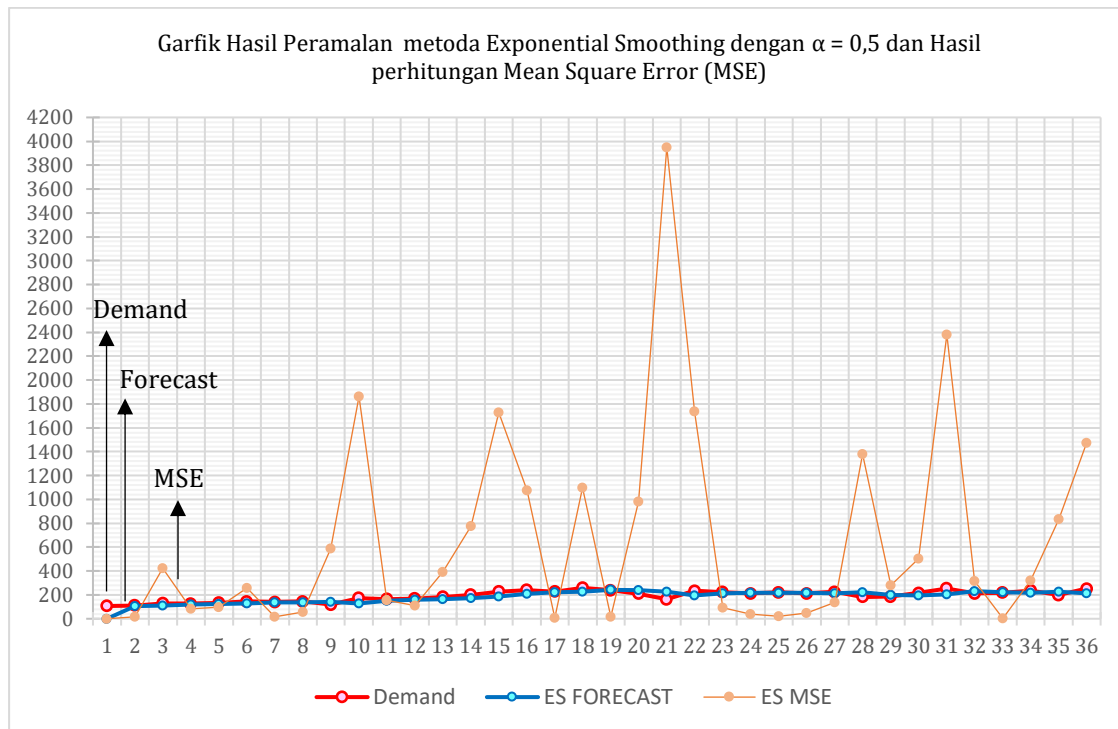
Gambar 3. Grafik Demand dan Hasil Peramalan dari 4 metode peramalan Model Time Series (Moving Average, Weighted Moving Average, Exponential Smoothing ($\alpha=0,5$) dan Trend Linier)

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Pengukuran Error

Metode Peramalan	Error Measurement
Moving Average	723,181
Weighted Moving Average	725,086
Exponential Smoothing ($\alpha=0,5$)	664,392
Trand Linier	809,946

Tingkat Kesalahan (*Mean Square Error* (MSE))

Mean Square Error (MSE) adalah Rata-rata kesalahan kuadrat antara nilai aktual dan nilai peramalan. Secara umum MSE ini digunakan untuk mengecek estimasi seberapa nilai kesalahan pada peramalan. Berdasarkan hasil peramalan beberapa metode peramalan *time series*, nilai MSE terkecil diperoleh melalui metode **Exponential Smoothing** sebesar 664,392. Metode ini optimal dengan nilai $\alpha = 0.5$



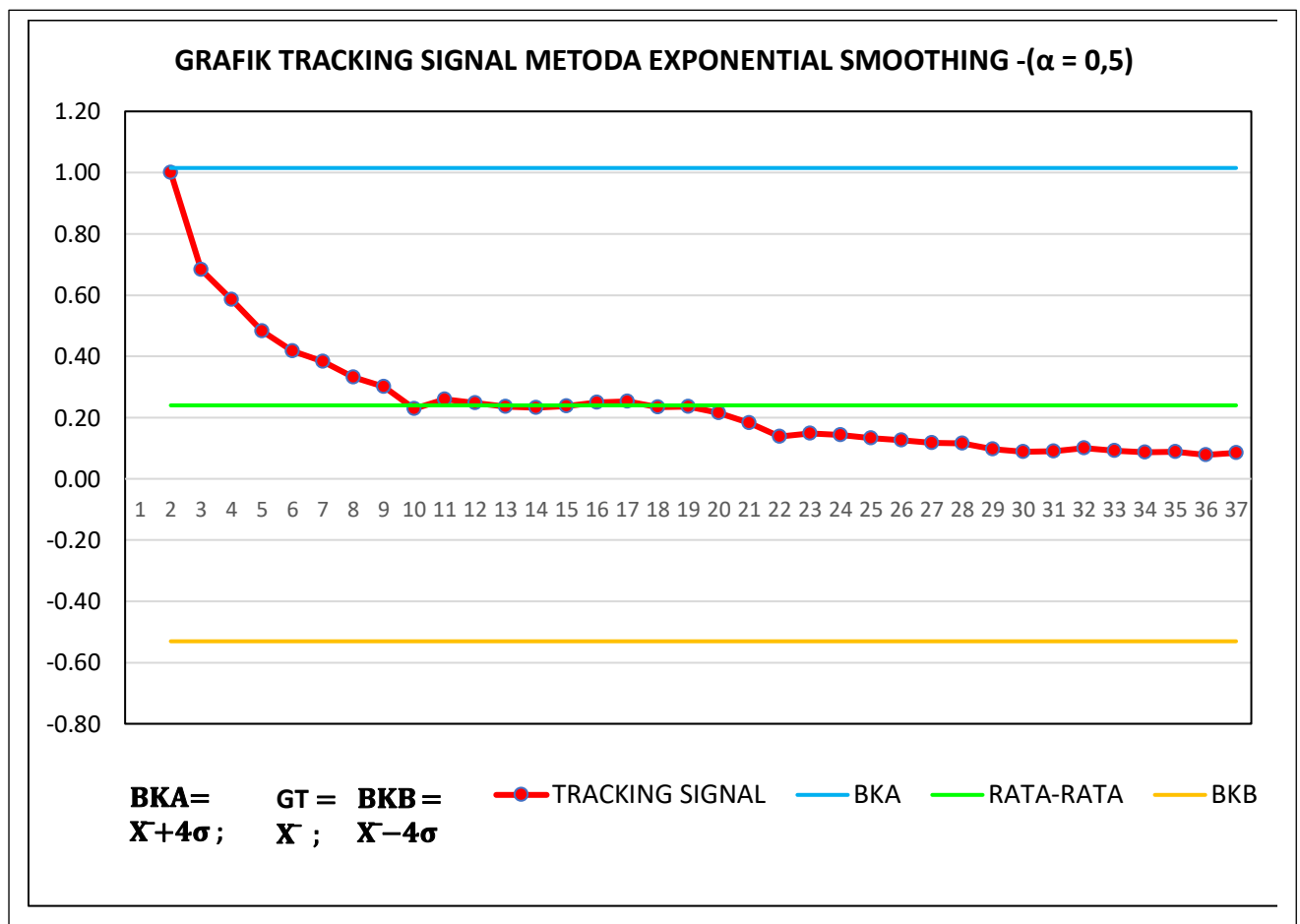
Gambar 4. Grafik Hasil Peramalan metoda Exponential Smoothing dengan $\alpha = 0,5$ dan Hasil perhitungan Mean Square Error (MSE)

Selanjutnya jika dilihat berdasarkan gambar 3. Pemilihan metoda Exponential Smoothing dengan $\alpha = 0,5$, berdasarkan MSE terkecil disbanding dengan metoda peramalan lainnya, terlihat ada beberapa titik yaitu pada bulan ke-10 tahun 2019, bulan ke-3 tahun 2020 dan bulan ke-7 tahun 2021, terjadi Error yang sangat tinggi (penyimpangan yang tinggi). Secara umum antara permintaan (*Demand*) selama periode 3 tahun terakhir dengan hasil peramalan dengan hasil peramalan (*forecast*) untuk tahun yang akan datang, terlihat grafiknya hampir sama, dalam arti tidak ada terlalu berfluktuatif, cenderung konstan dan hal ini bisa dilihat dari hasil yang diunjukkan pada Tabel 2. yaitu Tabel Hasil Peramalan dengan menggunakan empat model peramalan Time Series: Metoda Moving Average, Metoda Weight Moving Average, Metoda Exponential Smoothing ($\alpha=0,5$) dan Trend Linier, Nilai Rata-rata penjualan (*demand*) selama 3 tahun terkahir yaitu sebesar 191,435, sedangkan hasil peramalan (*Future Periode 37*) sebesar 250,823. Perbedaan rata-rata antara rata rata hasil penjualan selama 3 tahun terkahis dengan hasil peramalan penjualan ini hanya sebesar 59.388, bisa dikatakan hal ini tidak terlalu besar perbedaannya. Adapun terkait dengan nilai MSE yang berfkultuatif, yang mengacu pada gambar 3, bahwa Ketepatan dari ukuran nilai peramalan dalam semua kondisi atau situasi peramalan, akan selalu mengandung derajat ketidakpastian, hal ini dalam perumusan sebuah peramalan deret waktu dengan memasukan unsur kesalahan (*error*). Sumber penyimpangan dalam peramalan bukan hanya disebabkan oleh unsur error, tetapi bisa terjadi karena ketidakmampuan suatu model peramalan dalam mengenali unsur lain dalam deret data, yang tentunya akan mempengaruhi besarnya penyimpangan yang mungkin terjadi dalam peramalan, artinya bahwa besarnya penyimpangan dalam peramalan dapat disebabkan pula oleh besarnya faktor yang tidak terduga (*unexpected factor*), dimana tidak ada metoda peramalan yang mampu menghasilkan peramalan yang sangat akurat. Ketidakmampuan metoda peramalan yang digunakan untuk memprediksi dengan tepat komponen trend, komponen musiman atau komponen siklus yang mungkin terdapat dalam deret data dapat menjadi faktor yang menyebabkan ketidakakuratan dari metoda peramalan yang digunakan.

Verifikasi Hasil Peramalan Berdasarkan Nilai Tracking Signal

Tracking Signal adalah pengukuran besarnya deviasi untuk menghitung besarnya deviasi kesalahan pengukuran. Nilai Tracking Signal menjadi acuan bahwa metode peramalan yang digunakan sesuai atau tidak untuk menghitung data yang ada. Jika nilai Tracking Signal melebihi batas kontrol yang ada yaitu, dimana jika nilai tracking signal melebihi batas kontrol yang ada yaitu sebesar : $BKA = \bar{x} + 4\sigma$; $GT = \bar{x}$ dan $BKB = \bar{x} - 4\sigma$ atau -4 maka hasil peramalan tidak bisa digunakan untuk memprediksi hasil yang terjadi di masa mendatang

Pada langkah sebelumnya, telah terpilih satu metode yang memberikan nilai *error* terkecil yaitu *Exponential Smoothing* dengan $\alpha = 0.5$. dengan mempertimbangkan nilai *tracking signal* sebagai bentuk verifikasi terdapat hasil peramalan. Dapat dinyatakan bagus atau baik metode peramalan jika nilai *tracking signal* terkendali. Nilai *tracking signal* terkendali jika berada di antara nilai UCL dan LCL. Penelitian ini menggunakan nilai LCL = -0,53 dan UCL 1,02 dengan Nilai Rata-rata = 0,29. Gambar 5 menunjukkan hasil *plotting tracking signal* menggunakan metode *Exponential Smoothing* dengan $\alpha = 0.5$. Pada gambar 5 terlihat bahwa semua titik berada pada batas kontrol dan tidak ada titik yang keluar batas kontrol



Gambar 5. Grafik Tracking Signal Metoda Exponential Smoothing - ($\alpha = 0,5$)

SIMPULAN

Peramalan (*Forecast*) hasil penjualan produk dilakukan oleh perusahaan salah satunya dalam upaya untuk alternatif pengambilan keputusan strategi bagi kelangsungan usaha dimasa yang akan datang, dalam kondisi fluktuatifnya masalah penjualan produk yang umumnya sering terjadi. Hasil penelitian yang dilakukan memberikan simpulan sebagai berikut :

- 1) Hasil peramalan Penjualan ban type **Passanger** berdasarkan data masa lalu selama 3 tahun terakhir yaitu tahun 2019, 2020 dan 2021 tidak terlalu berbeda jauh artinya cenderung konstan yaitu dengan jumlah untuk rata rata selama 3 tahun terkahir sebesar 191,435 buah dan hasil peramalan untuk tahun yang akan datang (**Future periode** 37) sebesar 250,823 buah, sehingga dengan selisih 59.388 buah hal ini tidak terlalu berfluktuatif, walau peningkatan tentunya harus terus diupayakan, dalam mengoptimalkan hasil penjualan.
- 2) Pemilihann metoda **Exponential Smoothing** dengan $\alpha = 0,5$, didasarkan atas nilai **error Measurement** dari hasil perhitungan **Mean Square Error** (MSE) terkecil dari 4 metoda yang digunakan yaitu rata rata 66,392.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggrainingsih, R., Aprianto, G. R., & Sihwi, S. W. (2015). Time series forecasting using exponential smoothing to predict the number of website visitor of Sebelas Maret University. *ICITACEE 2015*, 14–19.
- Arman Hakim Nasution. (1999). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Gema Widya.
- Awaluddin, R., Fauzi, R. and Harjadi, D. (n.d.). PERBANDINGAN PENERAPAN METODE PERAMALAN GUNA MENGOPTIMALKAN PENJUALAN (Studi Kasus Pada Konveksi Astaprint Kabupaten Majalengka). *Jurnal Bisnisan: Riset Bisnis Dan Manajemen*, 3(1), 12–18
- Bhagya.TG., Komala, E. (2021). Optimasi Persediaan Bahan Baku Deker Melalui Metode Material Requirement Planning pada CV Ajax Sport. *Sainteks: Jurnal Sains dan Teknik*, 3(2), 54-64.
- Herjanto, E. (2009). *Sains Manajemen Analisis Kuantitatif untuk Pengambilan Keputusan*. Jakarta: PT Gramedia Widiarsana Indonesia.
- Ngantung, M. et al. (2019). Analisis Peramalan Permintaan Obat Antibiotik Pada Apotik Edelweis Tatelu. *Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis Dan Akuntansi*, 7(4), 4859–4867.
- Siti Muawanah Robial. (2018). PERBANDINGAN MODEL STATISTIK PADA ANALISIS METODE PERAMALAN TIME SERIES (STUDI KASUS: PT. TELEKOMUNIKASI INDONESIA, TBK KANDATEL SUKABUMI). *Jurnal Ilmiah SANTIKA*, 8(2).
- Sugiyono. (2014). *Metode Penelitian kuantitatif, kualitatif dan R & D / Sugiyono*. Alfabeta.