

Perbandingan Peramalan Penjualan *Oil Filter* di PT. United Tractors Surabaya dengan Metode *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)*, *Exponential Smoothing (ES)*, *Trend Moment*

Kirana Enggar Kusuma¹, Farizi Rachman^{1*}, dan Aditya Maharani²

¹Teknik Desain dan Manufaktur, Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia

²Manajemen Bisnis, Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia

Email: farizirachman@ppns.ac.id

Abstract

PT. United Tractors is a heavy equipment distribution company selling spare parts such as oil filters. The results of the problems being faced by PT. UT cannot meet customers' demand; therefore, an oil filter sales forecasting analysis uses the Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA), Exponential Smoothing (ES), and Trend Moment method. The results of calculations and research carried out after processing data from 2013 to 2022, the slightest error value is obtained in the Exponential Smoothing method with the Double Exponential Smoothing model using $\alpha = 0.9$. The accuracy values obtained are $MAD = 5.021$, $MSE = 59.674$, dan $MAPE = 0.086\%$, when compared to ARIMA, $MAD = 8.192$, $MSE = 131.473$, and $MAPE = 0.152\%$, and Trend Moment $MAD = 132.447$, $MSE = 17788.856$, and $MAPE = 2.261\%$. So, the chosen method is Exponential Smoothing.

Keyword; Forecasting, Oil Filter, ARIMA, Exponential Smoothing, Trend Moment

Nomenclature

ARIMA = Autoregressive Integrated Moving Average
ES = Exponential Smoothing
TM = Trend Moment

AE = Absolute Error
SE = Square Error
SES = Single Exponential Smoothing
DES = Double Exponential Smoothing

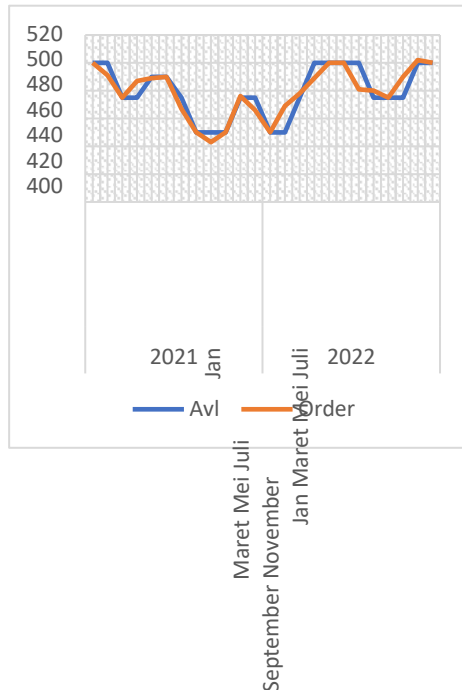
1. PENDAHULUAN

Alat berat sebagai pendukung industri pertambangan dan konstruksi terutama di Indonesia. Industri konstruksi mengalami fluktuasi dari 2011 hingga 2022, namun kembali membaik di tahun 2021 dan tercatat tren pertumbuhan industri konstruksi sendiri semakin meningkat di 2022 sebesar 2,16% (Dataindustri.com, 2022). Alat berat merupakan kendaraan atau transportasi yang diharapkan penggunaannya dapat berjangka panjang. Para industri akan melakukan rutinitas *maintenance* yang terjadwal dan sesuai standar *Operation and Maintenance Manual (OMM)* agar masa pakai komponen vital terkhusus *engine oil filter* bertahan lebih lama. Filter oli memiliki masa *lifetime* 250-500 jam pengoperasiannya, pergantian filter oli harus sesuai *lifetimenya* untuk menghindari kerusakan pada komponen lainnya. Filter oli memiliki *demand* yang cukup tinggi untuk penjualannya, hal ini dipengaruhi dari permasalahan seperti emisi gas rumah kaca, serta pemilik kendaraan di berbagai penjuru dunia ingin berfokus pada *maintenance* preventif produktivitas dan *longterm* penggunaan kendaraan.

PT. UT merupakan perusahaan yang bergerak di distribusi alat berat, *sparepart* alat berat, dan menyediakan jasa *maintenance*. Perusahaan ini mendapat peluang yang besar dari permintaan filter oli yang ada. Perusahaan-perusahaan akan bersaing tidak hanya lingkup Indonesia, namun bersaing secara global yang

^{1*} Penulis korespondensi

jangkauan kompetitor semakin luas. Perusahaan akan berlomba-lomba menawarkan harga yang menarik dengan kualitas produk terbaik di pasaran. Grafik permintaan dan penjualan *oil filter* pada periode Januari 2021 hingga Desember 2022 di bawah yang dilakukan PT. United Tractors Surabaya tidak selalu berbanding lurus, karena disebabkan faktor-faktor dari luar yang mempengaruhi langsung pada konsumen. Perencanaan produksi telah dilakukan oleh PT. United Tractors tidak menerapkan metode yang pasti. Sehingga, berdampak pada selisih yang besar dibandingkan dengan penjualan aktual yang mengakibatkan perpanjangan waktu proses produksi, penambahan biaya yang diperlukan pada produksi, dan penambahan waktu bekerja pada karyawan.



Gambar 1 Grafik Penjualan PT. United Tractors Surabaya Periode Januari 2021 Sampai Dengan Desember 2022

Dalam peramalan tersebut, tentu mengandung beberapa kesalahan yang artinya bahwa suatu peramalan hanya bisa mengurangi ketidakpastian akan terjadi tetapi tidak dapat menghilangkan ketidakpastian tersebut. Peramalan yang baik mempunyai beberapa kriteria yang penting, antara lain akurasi, biaya, dan kemudahan (Nasution, 2006 : 239). Oleh karena itu, peneliti mengambil 3 metode sebagai pembandingan hasil peramalan penjualan terbaik untuk PT. United Tractors Surabaya.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA).

Sebuah model *time series* digunakan berdasarkan asumsi bahwa data *time series* yang digunakan harus stasioner yang artinya rata-rata variasi dari data yang dimaksud konstan. Data yang *integrated* ini harus

mengalami proses *random* stasioner yang seringkali tak dapat dijelaskan dengan baik oleh *autoregressive model* maupun *moving average model* dikarenakan proses tersebut mengandung keduanya. Oleh karena itu, campuran kedua model yang disebut *autoregressive integrated moving average* (ARIMA) menjadi lebih efektif menjelaskan proses itu. Pada model campuran ini *series* stasioner merupakan fungsi *linear* dari nilai lampau beserta nilai sekarang dan kesalahan lampau. Bentuk umum model ini adalah:

$$Z_t = \mu + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (1) \text{ Dengan:}$$

Z_t = Data *time series* sebagai variabel dependen pada waktu ke-t.

Z_{t-p} = Data *time* pada kurun waktu ke- (t-p).

μ = Konstanta.

$\phi_1 \phi_p \theta_1 \theta_q$ = Parameter-parameter model.

e_{t-q} = Nilai kesalahan pada kurun waktu ke-(t- q).

2.2 Exponential Smoothing (ES).

2.2.1 Single Exponential Smoothing.

Pada metode *Single Exponential Smoothing* bobot yang diberikan pada data yang ada adalah sebesar α lebih lama, dan seterusnya. Besarnya α adalah antara 0 dan 1. Semakin mendekati 1 berarti data terbaru lebih diperhatikan. Secara matematis besarnya peramalan adalah;

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1}) \quad (2) \text{ Dengan:}$$

F_{t+1} = Ramalan untuk periode t+1

X_t = Nilai riil periode t

α = Bobot yang menunjukkan konstanta penghalus ($0 < \alpha < 1$)

F_{t-1} = Ramalan untuk periode t-1

2.2.2 Double Exponential Smoothing.

Pada metode ini proses penentuan ramalan dimulai dengan menentukan besarnya α secara *trial* dan *error*. Dengan menggunakan persamaan sebagai berikut;

$$S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha) S''_{t-1} \quad (3)$$

2.3 Trend Moment.

Metode *Trend Moment* merupakan metode yang menggunakan data historis dari satu variabel berdasarkan penjualan tahun- tahun sebelumnya. Kekuatan yang dapat mempengaruhi *trend* adalah perubahan populasi, teknologi, produktivitas, serta harga

(Suharyadi dan Purwanto, 2017 : 43). Persamaan untuk metode adalah;

$$Y = a + bx + e \quad (4)$$

Dengan:

Y= Nilai *trend* atau variabel yang akan diramalkan

a= Bilangan konstanta

b= *Slope* atau koefisien garis *trend*

x= Indeks waktu (dimulai dari 0, 1, 2, ..., n)

e= Residual atau *error*

Untuk mencari nilai a dan b pada persamaan

(4) digunakan cara matematis, dengan penyelesaiannya menggunakan 2 metode yaitu substitusi dan eliminasi.

$$\sum y = a \cdot n + b \cdot \sum x \quad (5)$$

$$\sum xy = a \cdot \sum x + b \cdot \sum x^2 \quad (6) \text{ Dengan:}$$

$\sum y$ = Jumlah dari data penjualan

$\sum x$ = Jumlah dari periode waktu

$\sum xy$ = Jumlah dari data penjualan dikali dengan periode waktu

n= Jumlah data

Hasil perhitungan dari persamaan di atas akan mendapatkan nilai peramalan kemudian di koreksi terkait pengaruh musiman dengan menggunakan indeks musim, maka **Rata-Rata Kuadrat Kesalahan (Mean Square Error = MSE)**.

MSE dihitung dengan menjumlahkan kuadrat semua kesalahan peramalan pada setiap periode dan membaginya dengan jumlah periode peramalan. Secara matematis, MSE dirumuskan sebagai berikut:

$$MSE = \frac{\sum |A_t - F_t|^2}{N} \quad (9)$$

Dengan:

A_t = Permintaan aktual pada periode - t.

F_t = Peramalan permintaan (*forecast*) pada periode - t.

N= Jumlah periode peramalan yang terlibat

2.4.2 Rata-Rata Persentase Kesalahan Absolute (Mean Absolute Percentage Error = MAPE).

MAPE merupakan ukuran kesalahan relatif. MAPE biasanya lebih berarti dibandingkan MAD karena MAPE menyatakan persentase kesalahan hasil peramalan terhadap permintaan aktual selama periode tertentu yang akan memberikan informasi persentase kesalahan terlalu tinggi atau terlalu rendah. Secara matematis, MAPE dinyatakan sebagai berikut:

akan menggunakan perhitungan sebagai berikut: $MAPE = \left(\frac{1}{N} \right) \sum_{t=1}^N$

$$\frac{|A - F_t|}{A} \times 100\% \quad (10)$$

N

t —

$$IM = \frac{\text{Rata-rata permintaan bulan tertentu}}{\text{Rata-rata permintaan perbulan}}$$

Dengan:

IM = Indeks Musim.

2.4 Pengukuran Akurasi Hasil Peramalan.(7)

A_t = Permintaan aktual pada periode – t .

F_t = Peramalan permintaan (*forecast*) pada periode – t .

N = Jumlah periode peramalan yang terlibat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Salah satu cara mengevaluasi teknik peramalan adalah menggunakan ukuran tentang tingkat perbedaan antara hasil peramalan dengan permintaan yang sebenarnya terjadi. Ada empat ukuran yang biasa digunakan, yaitu (Nasution, 2006 : 240):

3.1.1 Rata-Rata Deviasi Mutlak (*Mean Absolute Deviation = MAD*).

MAD merupakan rata-rata kesalahan mutlak selama periode tertentu tanpa memperhatikan apakah hasil peramalan lebih besar atau lebih kecil dibandingkan kenyataannya. Secara matematis, MAD dirumuskan sebagai berikut:

$$MAD = \sum \frac{|A_t - F_t|}{N} \quad (8)$$

3.2 Pengumpulan Data.

Data yang akan diolah dan analisa dalam penelitian ini adalah data kuantitas penjualan *oil filter* tipe 600-211-1341A setiap bulan pada PT. UT pada periode Januari 2013 hingga Desember 2022, seperti pada tabel berikut,

Tabel 1 Data Penjualan (X) dan Permintaan (Y) Oil Filters Tipe 600-211-1341AA

Year	2013		2014		2015	
Month	X	Y	X	Y	X	Y
Jan	235	250	350	302	300	310
Feb	189	189	370	300	370	369
Mar	137	137	370	289	370	350
Apr	181	181	350	278	300	350
Mei	169	180	350	369	350	328
Jun	190	197	370	369	350	335
Jul	200	200	370	350	350	378
Ags	200	195	350	349	400	383
Sep	250	250	300	350	400	398
Okt	280	278	300	350	400	412

Dengan:

A_t = Permintaan aktual pada periode – t .

F_t = Peramalan permintaan (*forecast*) pada periode – t .

N = Jumlah periode peramalan yang terlibat.

Year	2013		2014		2015	
Month	X	Y	X	Y	X	Y
Nov	280	293	300	328	400	423
Des	350	293	300	335	450	435

Tabel 2 Data Penjualan (X) dan Permintaan (Y) Oil Filters Tipe 600-211-1341AA (Lanjutan)

Year	2016		2017		2018	
Month	X	Y	X	Y	X	Y
Jan	450	424	400	400	475	475
Feb	400	412	400	400	475	475
Mar	400	388	400	398	500	495
Apr	400	362	400	412	430	428
Mei	400	357	420	415	400	423
Jun	400	398	420	415	410	410
Jul	350	342	400	400	410	410
Ags	350	350	400	410	410	409
Sep	375	369	450	450	400	390
Okt	375	375	450	450	375	375
Nov	400	400	450	450	375	375
Des	400	400	450	456	375	340

Tabel 3 Data Penjualan (X) dan Permintaan (Y) Oil Filters Tipe 600-211-1341AA (Lanjutan)

Year	2019		2020		2021	
Month	X	Y	X	Y	X	Y
Jan	300	320	350	323	500	500
Feb	310	318	400	315	500	490
Mar	315	315	400	310	475	475
Apr	315	310	400	310	475	475
Mei	300	300	400	305	490	490
Jun	300	300	400	367	490	489
Jul	300	301	410	395	475	400
Ags	300	319	415	398	450	449
Sep	350	342	425	390	450	445
Okt	350	347	450	401	450	450
Nov	350	350	450	400	475	475
Des	350	350	500	430	475	475

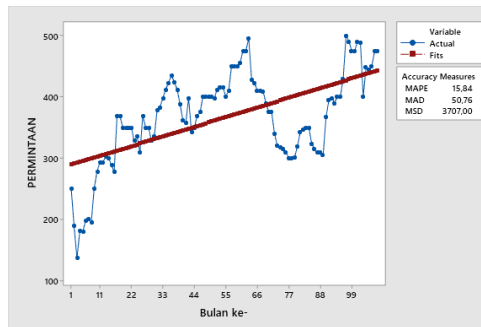
Tabel 4 Data Penjualan (X) dan Permintaan (Y) Oil Filters Tipe 600-211-1341AA (Lanjutan)

Year	2022	
Month	X	Y
Jan	450	450
Feb	450	469
Mar	475	478
Apr	500	485
Mei	500	485
Jun	500	490
Jul	500	490
Ags	475	490
Sep	475	500
Okt	475	500
Nov	500	510
Des	500	510

3.3 Perhitungan ARIMA.

3.3.1 Time Series Plot Data Oil Filter tipe 600-211-1341A.

Hasil *time series* plot data *Oil Filter* tipe 600-211-1341A pada gambar di bawah memperlihatkan bahwa *time series* yang tidak stasioner dalam rata-rata. Hal ini bisa dibuktikan lagi dengan *trend analysis* plot yang bisa dilihat pada Gambar 2.

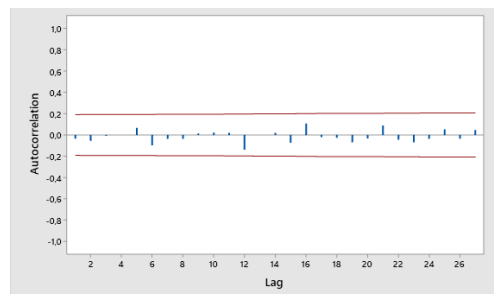


Gambar 2 Trend Analysis Plot for Permintaan

Hasil *trend analysis* dari gambar di atas menunjukkan data *Oil Filter* tipe 600-211- 1341A yang menunjukkan adanya kecenderungan data *trend*. Dengan demikian data di atas merupakan data *trend* dan perlu dilakukan stasioneritas data untuk mendapatkan model ARIMA yang tepat dan dapat digunakan untuk peramalan.

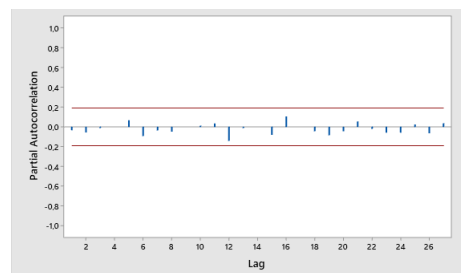
3.3.2 Stationeritas Data

Pada hasil ACF dan PACF menampilkan 27 lag yang didapatkan dari $n/4$. Sementara n berarti jumlah data penelitian. Output menunjukkan nilai ACF maupun PACF, statistic T, dan Ljung-Box Q. Kemudian, *software* minitab juga menampilkan uji hipotesis awal apabila nilai statistic T pada lag ke k melebihi statistik $Z_{0.05}$ yaitu 1.645 maupun -1.645.



Gambar 3 ACF dengan tahap differencing 1

Pada gambar 3 menunjukkan lokasi statistic T tidak ada yang melebihi daerah penolakan, ini berarti bila dijelaskan pada model (p,d,q) maka permodelan yang akan terbentuk ARIMA (0,1,1), karena $p=0$ bukan permodelan *Moving Average*, sedangkan $d=1$ karena dilakukan satu kali proses *differencing* dan $q=1$ karena tidak terdapat bar yang melewati batas garis (*cut off*).



Gambar 4 Partial autocorrelation function dari differencing 1

Pada gambar 4 lokasi statistic T tidak melebihi daerah penolakan. Untuk ini model yang memungkinkan terbentuk adalah ARIMA (1,1,0) karena $p=1$ yang mana tidak terdapat bar yang melewati batas garis (*cut off*), sedangkan $d=0$ karena melalui satu kali proses *differencing* dan $q=0$ karena bukan permodelan *Autoregressive*.

3.3.3 Identifikasi Model dan Pemeriksaan Diagnosa.

Dari hasil identifikasi model, dapat diketahui bahwa model yang memungkinkan adalah ARIMA (1,1,1). Namun peneliti akan mengidentifikasi setiap model untuk memastikan model yang tepat antara (0,1,1), (1,1,0), dan (1,1,1).

3.2.4.1 ARIMA (0,1,1)

Nilai T sebesar 0,44 menyebabkan nilai *p-value* 0,659. Dapat disimpulkan bahwa dalam model ARIMA (0,1,1), parameter θ_1 tidak signifikan. Sehingga model tidak dapat dipilih.

3.2.4.2 ARIMA (1,1,0)

Pada model (1,1,0) bila statistik T dibandingkan dengan nilai z, maka nilai statistik T lebih kecil, menyebabkan *p-value* menjadi 0,701. Dapat disimpulkan bahwa dalam model ARIMA (1,1,0), parameter ϕ_1 tidak signifikan. Sehingga, model tersebut tidak dapat dipilih.

ARIMA (1,1,1)

Tabel 5 Estimasi Parameter ARIMA (1,1,1)

Final Estimates of Parameters				
Type	Coef	SE Coef	T	P
AR 1 (ϕ_1)	0,9158	0,0417	21,94	0,000
MA 1 (θ_1)	0,99157	0,00340	292,03	0,000
Constant (μ)	2,13	2,40	3,64	0,000
Residuals	SS=	70.496,4		
	MS=	671,394		
	DF=	105		

Bila statistic T dibandingkan dengan nilai z, maka nilai statistik T lebih besar. Nilai T ϕ_1 sebesar 21,94 menyebabkan *p-value* menjadi 0,00 dan T θ_2 sebesar 292,03 menyebabkan *p-value* menjadi 0,00. Dapat disimpulkan bahwa dalam model ARIMA (1,1,1), kedua parameter ϕ cukup signifikan.

3.3.4 Pemilihan Model Terbaik.

Model dikatakan memadai jika memenuhi proses *white noise* dengan menggunakan statistik *Ljung-Box-Pierce* dan berdistribusi normal. Model yang terbaik adalah yang memiliki nilai *p-value* < 0,05 yaitu ARIMA (1,1,1) tertera pada tabel berikut;

Tabel 6 Ringkasan Nilai P-Value Estimasi Model ARIMA

Model	P-Value
ARIMA (0,1,1)	0,659
ARIMA (1,1,0)	0,701
ARIMA (1,1,1)	0,000

3. 3 Perhitungan Exponential Smoothing.

Perhitungan ES menggunakan 2 model dengan masing-masing 2 parameter, yaitu 0,7 dan 0,9. Hal ini untuk mengetahui model forecast terbaik.

3.3.1 Perhitungan Single Exponential Smoothing.

Tabel 7 Hasil Error Pada perhitungan manual SES $\alpha=0,7$

Periode	X_t (pcs)	F_t (pcs)	AE	SE
1	450	450	0	0
2	469	450	19	361
3	478	463,3	14,7	216,09
4	485	473,59	11,41	130,188
5	485	481,577	3,423	11,717
6	490	483,973	6,027	36,324
7	490	488,192	1,808	3,269
8	490	489,458	0,542	0,294
9	500	489,837	10,163	103,281

Periode	X_t (pcs)	F_t (pcs)	AE	SE
10	500	496,951	3,049	9,295
11	510	499,085	10,915	119,129
12	510	506,726	3,274	10,722

Tabel 8 Hasil Error Pada perhitungan manual SES $\alpha=0,9$

Periode	X_t (pcs)	F_t (pcs)	AE	SE
1	450	450	0	0
2	469	450	19	361
3	478	467,1	10,9	118,81
4	485	476,91	8,09	65,448
5	485	484,191	0,809	0,654
6	490	484,919	5,081	25,816
7	490	489,492	0,508	0,258
8	490	489,949	0,051	0,003
9	500	489,995	10,005	100,102
10	500	498,999	1,001	1,001
11	510	499,9	10,101	102,011
12	510	508,99	1,01	1,02

3.3.2 Perhitungan Double Exponential Smoothing.

Tabel 9 Hasil Error Pada Perhitungan Manual DES Menggunakan Parameter 0,7

Periode	X_t (pcs)	a (pcs)	AE	SE
1	450	450	0	0
2	469	450	19	361
3	478	467,29	10,71	114,704
4	485	477,874	7,126	50,78
5	485	485,258	0,258	0,067
6	490	485,796	4,204	17,671
7	490	490,005	0,005	0,000021
8	490	490,381	0,381	0,145
9	500	490,228	9,772	95,408
10	500	499,203	0,797	0,636
11	510	500,401	9,599	92,140
12	510	509,412	0,588	0,345

Tabel 10 Hasil Error Pada Perhitungan Manual DES Menggunakan Parameter 0,9

3.3.3 Penetapan Model Exponential Smoothing.

Model metode *Exponential Smoothing* dipilih berdasarkan hasil nilai akurasi MSE, MAD, dan MAPE terkecil dari kedua model yaitu *Single Exponential Smoothing* dan *Double Exponential Smoothing* dengan masing-masing parameter 0,7 serta 0,9. Sehingga dari perhitungan di dapatkan nilai akurasi sebagai berikut,

Tabel 11 Hasil Perhitungan Nilai Akurasi Exponential Smoothing

Model	α	MAD	MSE	MAPE
SES	0,7	7,026	83,442	0,120%
	0,9	5,546	64,677	0,095%
DES	0,7	5,203	61,081	0,089%
	0,9	5,021	59,674	0,086%

Dari tabel di atas, yang dipilih untuk metode *Exponential Smoothing* yaitu *Double Exponential Smoothing*, $\alpha = 0,9$.

3. 4 Perhitungan Trend Moment.

Perhitungan menggunakan metode *trend moment*, dengan mencari nilai a dan b terlebih dahulu untuk mencari persamaan $Y = a + bx + e$. Perhitungan Nilai b.

$$b = \frac{n(\sum t^2) - (\sum t)^2}{n(\sum t^2) - (\sum t)^2}$$

$$= \frac{108(226686) - ((5778)(39550))}{(108(414090) - (33385284))}$$

$$= \frac{244802088 - 228519900}{44721720 - 33385284}$$

$$= \mathbf{1,436}$$

Perhitungan Nilai a.

$$a = \frac{\sum Y - b(\sum t)}{n}$$

$$= \frac{39550 - ((1,436)(5778))}{108}$$

108

Periode	X_t (pcs)	a (pcs)	AE	SE
1	450	450	0	0
2	469	450	19	361
3	478	461,81	9,19	84,456
4	485	478,062	6,938	48,136
5	485	485,034	0,034	0,001
6	490	485,076	4,924	24,243
7	490	489,965	0,035	0,001
8	490	490,042	0,042	0,002
9	500	490,009	9,991	99,824
10	500	499,901	0,099	0,01
11	510	500,08	9,92	98,403
12	510	509,917	0,083	0,007

$$= \frac{39550 - 8297.208}{108}$$

$$= \mathbf{289,363}$$

Dari perhitungan untuk mencari nilai a dan b, di dapatkan persamaan *trend moment* yang akan digunakan sebagai perhitungan *forecasting* 12 periode ke depan. Berikut persamaannya $Y = 289,363 + 1,436t + \epsilon$.

Tabel 12 Hasil Perhitungan forecasting tahun 2022 menggunakan metode Trend Moment dan Trend Moment yang Telah Dipengaruhi oleh Indeks Musim

Periode	Nilai TM	Rata-rata Forecast Bulan Tertentu	Nilai Indeks Musim
109	444,480	367,111	445,582
110	445,917	363,111	442,151
111	447,353	350,778	428,509
112	448,789	345,111	422,940
113	450,226	351,889	432,626
114	451,662	364,444	449,492
115	453,098	352,889	436,624
116	454,534	362,444	449,868
117	455,971	376,000	468,168
118	457,407	382,000	477,137
119	458,843	388,222	486,432
120	460,279	390,444	490,747

3.4.1 Perhitungan Akurasi Trend Moment.

Tabel 13 Hasil Perhitungan Nilai Forecasting Trend Moment, Square Error, dan Absolute Error

Data 2022 (A)	Nilai Trend Moment (F ₁)	Square Error	Absolute Error
450	444,480	30,470	5,520
469	445,917	532,825	23,083
478	447,353	939,239	30,647
485	448,789	1311,237	36,211
485	450,226	1209,231	34,774
490	451,662	1469,802	38,338
490	453,098	1361,758	36,902
490	454,534	1257,837	35,466
500	455,971	1938,553	44,029
500	457,407	1814,164	42,593
510	458,843	2617,039	51,157
510	460,279	2472,178	49,721
TOTAL		16.954,333	428,441

Tabel 14 Hasil Perhitungan Nilai Forecasting Trend Moment yang Telah Dipengaruhi Indeks Musim, Square Error, dan Absolute Error

Data 2022 (A)	Nilai Indeks Musim (F ₂)	Square Error	Absolute Error
450	445,582	19,519	4,418
469	442,151	720,869	26,849
478	428,509	2.449,359	49,491
485	422,940	3.851,444	62,060
485	432,626	2.743,036	52,374
490	449,492	1.640,898	40,508
490	436,624	2.848,997	53,376
490	449,868	1.610,577	40,132
500	468,168	1.013,276	31,832

Data 2022 (A)	Nilai		
	Indeks Musim	Square Error	Absolute Error
500	477,137	522,717	22,863
510	486,432	555,451	23,568
510	490,747	370,678	19,253
TOTAL		18.346.821	426.724

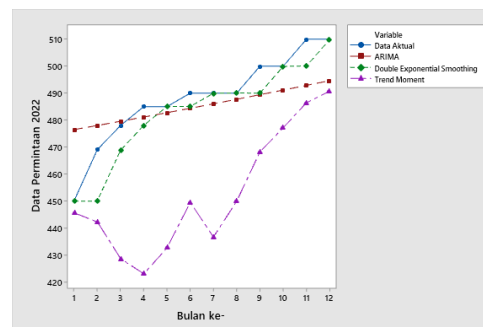
Tabel 15 Hasil Perhitungan Akurasi Trend Moment Menggunakan Metode MAD, MSE, dan MAPE

Model	MAD	MSE	MAPE
Trend Moment	35,703	1.412,861	0,610%
Indeks Musim	35,560	1.528,902	0,607%

Dari hasil perhitungan akurasi di atas, yang memiliki nilai *error* terkecil yaitu *Trend Moment* yang telah dipengaruhi indeks musim dengan MAD= 35,560, MSE= 1528,902, MAPE= 0,607%.

3. 5 Perbandingan Hasil Peramalan.

Hasil peramalan yang diperoleh dari analisa dan pengolahan data dengan metode ARIMA, *Exponential Smoothing*, dan *Trend Moment*, dilakukan perbandingan dengan penjualan *oil filter* tipe 600-211-1341A di PT. United Tractors Surabaya. Data penjualan *oil filter* pada PT. United Tractors Surabaya merupakan data yang didapatkan dari *Sparepart Division*, kemudian diolah oleh tim *Part Analyst*. Sehingga, data didapatkan adalah data sekunder dan penulis tidak melakukan pengumpulan informasi terkait metode yang digunakan untuk mendapatkan hasil peramalan penjualan.



Gambar 5 Hasil Perbandingan Antara Metode ARIMA (1,1,1), Double Exponential Smoothing, Trend Moment, dan Data Hasil.

Berdasarkan gambar 5 bahwa grafik antara masing-masing metode memiliki hasil yang berbeda. Garis berwarna biru menunjukkan data aktual, garis berwarna merah menunjukkan data prediksi ARIMA, garis berwarna hijau menunjukkan data prediksi *Exponential Smoothing*, dan garis berwarna ungu menunjukkan data prediksi *Trend Moment*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, peneliti mendapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut,

1) Hasil dari peramalan penjualan *oil filter* tipe 600-211-1341A di PT. United Tractors menggunakan metode *Autoregressive Integrated Moving Average*, *Exponential Smoothing*, dan *Trend Moment* didapatkan hasil sebagai berikut,

a. Model ARIMA (1,1,1) dengan hasil peramalan adalah $Z_{109} = 476,485$,

$$Z_{110} = 478,006, \quad Z_{111} = 479,559,$$

$$Z_{112} = 481,142, \quad Z_{113} = 482,752,$$

$$Z_{114} = 484,387, \quad Z_{115} = 486,046,$$

$$Z_{116} = 487,725, \quad Z_{117} = 489,423,$$

$$Z_{118} = 491,139, \quad Z_{119} = 492,871,$$

$$Z_{120} = 494,617.$$

b. *Double Exponential Smoothing* dengan hasil peramalan adalah

$$Z_{109} = 450, \quad Z_{110} = 450, \quad Z_{111} = 468,81, \quad Z_{112} = 478,062, \quad Z_{113} =$$

485,034, $Z_{114} = 485,076$, $Z_{115} =$

489,965, $Z_{116} = 490,042$, $Z_{117} =$

490,009, $Z_{118} = 499,901$, $Z_{119} =$

500,080, $Z_{120} = 509,917$.

c. *Trend Moment* yang telah dipengaruhi indeks musim dengan hasil peramalan adalah $Z_{109} = 445,582$, $Z_{110} = 442,151$, $Z_{111} =$

428,509, $Z_{112} = 422,940$, $Z_{113} =$

432,626, $Z_{114} = 449,492$, $Z_{115} =$

436,624, $Z_{116} = 449,868$, $Z_{117} =$

468,168, $Z_{118} = 477,137$, $Z_{119} =$

486,432, $Z_{120} = 490,747$.

2) Metode yang dapat diimplementasikan merupakan metode dengan hasil *error* terkecil dari perhitungan 3 metode yaitu ARIMA, *Exponential Smoothing*, dan *Trend Moment*. Dari perhitungan tersebut didapatkan *error terkecil* pada metode *Exponential Smoothing*, model terpilih *Double Exponential Smoothing* dengan hasil MAD= 5,021, MSE= 59,674, dan

MAPE= 0,086%. Sehingga, metode yang dapat diimplementasikan di PT. United Tractors Surabaya yaitu Metode *Exponential Smoothing* dengan model *Double Exponential Smoothing*.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Tuhan, diri sendiri, keluarga dosen pembimbing, teman-teman, dan semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang telah berkontribusi baik moril maupun materiil dalam penyelesaian penulisan artikel.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Hendranata, ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average), Depok: Manajemen Keuangan Sekt. Publik Fak. Ekonomi Univ. Indonesia, 2003.
- [2] D. I. Research, "Tren Data Pertumbuhan Industri Konstruksi 2011-2022," 2017. [Online]. Available: <https://www.dataindustri.com/produk/tren-datapertumbuhan-industri-konstruksi/>.
- [3] V. Gaspersz, Production Planning and Inventory Control, Jakarta: Gramedia, 2005.
- [4] J. Heizer, Operations Management, New Jersey: Pearson Education, 2009.
- [5] A. H. Nasution, Manajemen Industri, Yogyakarta: Andi Offset, 2006.
- [6] "Sistem Forecasting Stok Penjualan Barang Menggunakan Metode Trend Moment," *Skripsi Program Studi Teknik Komputer Universitas Nusantara PGRI Kediri*, 2016.
- [7] E. R. Prasetyo, "Sistem Forecasting Stok Penjualan Barang Menggunakan Metode Trend Moment," *Skripsi Program Studi Teknik Komputer Universitas Nusantara PGRI Kediri*, 2016.
- [8] d. Rahayu, "Perbandingan Keakuratan Metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) dan Exponential Smoothing pada Peramalan Penjualan Semen di PT. Sinar Abadi," *Jurnal Program Studi Teknik Informatika*, pp. 23-36, 2015.
- [9] d. Rahmadayanti, "Perbandingan Keakuratan Metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) dan Exponential Smoothing pada Peramalan Penjualan Semen di PT. Sinar Abadi," *Jurnal Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik*, pp. 23-36, 2015.
- [10] d. Sentika, "Peramalan Penjualan dengan Metode Exponential Smoothing dan Metode Least Square Guna Mengoptimalkan Penjualan Produk Nugget Maila Sari Desa Banjaran, Kecamatan Salem, Kabupaten Brebes.," *Jurnal Bina Bangsa Ekonomi Universitas Kuningan*, 2021.
- [11] W. J. Stevenson, Operations Management, McGraw-Hill, 2009.
- [12] R. Nia. F. Rachman. S. Aditia, "Perbandingan Metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) dan Exponential Smoothing pada Peramalan Penjualan Klip (Studi Kasus di PT. Indoprime Gemilang Engineering)," dalam *Proceedings Conference on Design Manufacture Engineering and its Application*, Surabaya, 2017.
- [13] d. Amrullah, "Peramalan Penjualan Bulanan Menggunakan Metode Trend Moment pada Toko Suamzu Boutique," *Jurnal Sains Manajemen Informatika dan Komputer*, pp. 46-53, 2020.