

PERAMALAN MENGGUNAKAN METODE *SINGLE EXPONENTIAL SMOOTHING* DAN ARIMA UNTUK PENGENDALIAN PERSEDIAAN BARANG PADA PERUSAHAAN PENGUMPUL LIMBAH

Kurnia Alviana¹, Vina Zahrotun Kamila², Amin Padmo Azam Masa^{3*}

^{1,2,3} Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Jl. Sambaliung, Sempaja Selatan, Samarinda, Kalimantan Timur 75242; Telp. 089620019496

Keywords:

Single Exponential Smoothing;
ARIMA;
Economic Order Quantity.

Correspondent Email:

aminpadmo@unmul.ac.id

Abstrak. Peramalan dan pengendalian persediaan bahan baku merupakan hal penting dalam proses pengambilan keputusan pada perencanaan produksi. Sifat limbah yang mudah terbakar dan meledak serta persaingan perusahaan dapat mempengaruhi proses bisnis kedepan, oleh karena itu dibutuhkan pengelolaan barang yang baik diantaranya dengan melakukan peramalan dan pengendalian persediaan. Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan metode terbaik antara metode *single exponential smoothing* dan ARIMA dalam meramalkan permintaan minyak pelumas bekas serta mengendalikan persediaan. Penelitian ini menerapkan beberapa metode dimulai dengan peramalan menggunakan metode *single exponential smoothing* dan ARIMA, serta pengendalian persediaan bahan baku menggunakan metode EOQ. Peramalan dengan bantuan Minitab dan EvIEWS didapatkan bahwa metode *single exponential smoothing* lebih cocok dalam meramalkan permintaan minyak pelumas bekas dengan tingkat kesalahan MSE pada Minitab sebesar 91562225.19 dan EvIEWS sebesar 93773334.91, dan MAPE pada Minitab sebesar 17% dan EvIEWS sebesar 20%. Sedangkan metode EOQ lebih ekonomis dalam mengendalikan persediaan bahan baku berdasarkan peningkatan pembelian bahan baku menjadi 192.778 liter dengan pembelian sebelumnya sebanyak 7.870 liter, pengurangan total biaya persediaan menjadi Rp. 1.020.620 dengan sebelumnya sebanyak Rp. 12.500.833, frekuensi pemesanan menjadi 3 kali dalam setahun setiap 98 hari dengan titik order kembali pada 3.305.771 liter yang sebelumnya sebanyak 80 kali dalam setahun setiap 7 hari.



Copyright © [JITET](http://www.jitet.org) (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open access article distributed under terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

Abstract. Forecasting and controlling raw material inventory is an important thing in the decision-making process in production planning. The nature of flammable and explosive waste and company competition can affect future business processes, therefore good goods management is needed, including by forecasting and controlling inventory. The purpose of this study is to find the best method between the *single exponential smoothing* and ARIMA methods in forecasting used lubricating oil demand and controlling inventory. This study applies several methods starting with forecasting using the *single exponential smoothing* and ARIMA methods, and raw material inventory control using the EOQ method. Forecasting with the help of Minitab and EvIEWS found that the *single exponential smoothing* method is more suitable in forecasting used lubricating oil demand with an MSE error rate in Minitab of 91562225.19 and EvIEWS of 93773334.91, and MAPE in Minitab of 17% and EvIEWS of 20%. While the EOQ method is more economical in controlling raw material inventory based on increasing raw material purchases to

192,778 liters with previous purchases of 7,870 liters, reducing total inventory costs to Rp. 1,020,620 with the previous Rp. 12,500,833, ordering frequency to 3 times a year every 98 days with a reorder point at 3,305,771 liters which previously was 60 times a year every 7 days.

1. PENDAHULUAN

PT XYZ merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang jasa pengumpulan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) di Provinsi Kalimantan Timur. Bisnis pengumpulan limbah ini tentunya memiliki berbagai macam risiko, diantaranya sifat limbah B3 yang mudah meledak dan terbakar yang dapat mengancam keberlangsungan perusahaan serta permintaan dan persediaan stok yang tidak menentu juga mempengaruhi proses bisnis kedepan. Untuk menanggulangi risiko tersebut diperlukan pengelolaan yang baik seperti perencanaan dan pengorganisasian. Dalam proses perencanaan dan pengorganisasian bahan baku dibutuhkan beberapa teknik dalam mengelolanya, diantaranya dengan peramalan dan pengendalian persediaan bahan baku. Penelitian ini menggunakan peramalan dengan metode *single exponential smoothing* dan ARIMA untuk mengetahui metode terbaik dalam meramalkan minyak pelumas bekas dan mengetahui kuantitas permintaan bahan baku yang nantinya akan digunakan dalam proses perencanaan produksi dimasa mendatang. Pengendalian persediaan bahan baku menggunakan metode *economic order quantity* (EOQ) yang bertujuan untuk mengendalikan persediaan guna mengoptimalkan biaya dan ruang penyimpanan.

Metode *single exponential smoothing* merupakan metode peramalan yang sederhana dan dapat cepat beradaptasi serta responsif terhadap perubahan data yang mungkin akan terjadi [1]. Sedangkan metode ARIMA merupakan metode peramalan yang fleksibel dalam menyesuaikan pola data dan dapat meramalkan variabel dengan cepat dan sederhana [2]. Pengendalian persediaan bahan baku dengan metode EOQ dipilih karena metode ini relatif sederhana dan mudah diterapkan serta dapat menemukan jumlah pesanan yang optimal untuk mengurangi pemborosan biaya dan meningkatkan efisiensi pengelolaan persediaan [3]. Penerapan peramalan dan pengendalian persediaan dalam proses perencanaan dan pengendalian bertujuan

untuk mengurangi penumpukan bahan baku yang kerap terjadi serta meningkatkan efisiensi biaya dan waktu yang dikeluarkan perusahaan.

Penelitian “Perbandingan Metode ARIMA dan *Single Exponential Smoothing* Dalam Peramalan Nilai Ekspor Kakao Indonesia” merupakan penelitian yang membandingkan metode *single exponential smoothing* dengan rentang $\alpha = 0-1$ dan ARIMA dengan menggunakan uji *augmented dickey-fuller* (ADF) dan plot box-cox sebagai identifikasi data stasioner serta *autocorrelation function* (ACF) dan *partial autocorrelation* (PACF) sebagai penentu model ARIMA yang nantinya diuji kesignifikan berdasarkan parameter pada uji t [4]. Penelitian “Analisis Perbandingan Teknik Peramalan Kebutuhan Obat Dengan Metode ARIMA dan *Single Exponential Smoothing* Studi Kasus : RSUD Indramayu” meneliti kebutuhan obat jenis parasetamol genetic 500mg selama 36 bulan dengan plot ACF sebagai penguji data stasioner dan plot ACF dan PACF untuk mengetahui model ARIMA, sedangkan pada peramalan *single exponential smoothing* menggunakan α dengan rentang 0-1.

Berbeda dengan penelitian terdahulu, penelitian ini menggunakan rentang $\alpha = 0.01-0.99$ sebagai pembobotan dalam metode *single exponential smoothing*. *Akaike information criterion* (AIC) sebagai penentu model ARIMA dengan batasan bahwa presentase kesalahan sebagai tolak ukur perbandingan metode peramalan berdasarkan MAPE dan MSE terkecil. Dalam pengendalian persediaan bahan baku dilakukan perhitungan frekuensi pemesanan, interval waktu pemesanan dan *total inventory cost* (TIC) berdasarkan hasil dari penerapan metode EOQ serta perhitungan *reorder point* (ROP). Penelitian ini menggunakan bantuan Minitab dan EvIEWS sebagai aplikasi pengolah data dan Tableau sebagai aplikasi visualisasi data dalam *dashboard* dengan menggunakan data permintaan minyak pelumas bekas selama bulan Januari 2023 hingga Desember 2024.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Single Exponential Smoothing*

Metode *single exponential smoothing* digunakan untuk memprediksi jangka waktu pendek yang memiliki asumsi bahwa pertumbuhan pola datanya teratur [5]. Metode ini melakukan perulangan hitungan tanpa henti dengan menggunakan data baru untuk menciptakan sebuah peramalan [4]. Metode *single exponential smoothing* memberikan bobot disetiap data periode setelah mempertimbangkan bobotnya sebagai prioritas pembeda atas suatu data dengan persamaan 1 [6].

$$F_{t+1} = \alpha * X_t + (1-\alpha) * F_t \quad (1)$$

Keterangan :

F_t : Peramalan periode ke-t

α : Konstanta perataan antara 0 dan 1

X_t : Nilai aktual

F_{t+1} : Peramalan pada periode t+1

2.2. *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)*

Metode ARIMA merupakan metode yang menggabungkan metode *autoregressive* dan metode *moving average* dengan menggunakan data pada masa lampau dan saat ini yang memiliki tingkat keakuratan tinggi dalam peramalan jangka pendek [7]. Bentuk umum model ARIMA dapat dilihat pada persamaan 2.

$$X_t = (1 + \phi_1) X_{t-1} + (\phi_2 - \phi_1) X_{t-2} + \dots + (\phi_p - \phi_{p-1}) X_{t-p} - \phi_p X_{t-p-1} + \alpha_t + \theta_1 \alpha_{t-1} + \dots + \theta_q \alpha_{t-q} \quad (2)$$

Keterangan :

X_t : Nilai variabel waktu yang diramalkan

ϕ_p : Koefisien komponen AR

θ_q : Koefisien komponen MA

α_{t-q} : Nilai variabel masa lalu dari kesalahan

α_t : Nilai kesalahan saat t

2.3. *Mean Squared Error (MSE)*

MSE merupakan perhitungan kesalahan dengan menjumlahkan kuadrat pada keseluruhan peramalan yang ada disetiap periode lalu membaginya dengan jumlah periode peramalan [8]. Untuk lebih jelasnya perhitungan MSE dapat dilihat pada persamaan 3 [6].

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (X_t - F_t)^2 \quad (3)$$

Keterangan :

MSE : Mean squared error

n : Jumlah sampel t

X_t : Nilai data periode ke-t

F_t : Nilai peramalan periode ke-t

2.4. *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*

MAPE merupakan nilai rata-rata perbedaan yang absolut terletak diantara nilai prediksi dan realisasi dan biasa ditampilkan dalam bentuk persen dari nilai realisasi [9]. Untuk lebih jelasnya perhitungan MAPE dapat dilihat pada persamaan 4 [10].

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n |X_t - F_t|}{n} \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan :

X_t : Nilai aktual

F_t : Nilai prediksi

N : Jumlah data

Dalam perhitungannya, MAPE dibagi menjadi beberapa kriteria yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria MAPE

Nilai MAPE	Kriteria
<10%	Sangat baik
10-20%	Baik
20-50%	Layak
>50%	Buruk

2.5. *Economic Order Quantity (EOQ)*

EOQ merupakan model pengendalian persediaan untuk membantu pengambilan keputusan dalam pemesanan yang ekonomis dan menghindari kekurangan persediaan [3]. Perhitungan EOQ dapat dilihat pada persamaan 5 [11].

$$EOQ = \sqrt{\frac{2SD}{H}} \quad (5)$$

Keterangan :

S : Biaya pemesanan

D : Jumlah barang yang dibutuhkan dalam 1 periode

H : Biaya penyimpanan perunit

Untuk mengetahui biaya pemesanan (S) dan biaya penyimpanan (H) menggunakan persamaan 6 dan 7 [12].

$$S = \frac{\text{total biaya pesan}}{\text{frekuensi pemesanan}} \quad (6)$$

$$H = \frac{\text{total biaya simpan}}{\text{total kebutuhan bahan baku}} \quad (7)$$

Frekuensi pemesanan dapat di hitung dengan persamaan 8 berikut [12].

$$F = \frac{D}{EOQ} \quad (8)$$

Keterangan :

F : Frekuensi pemesanan

D : Kebutuhan selama 1 tahun

EOQ : Jumlah barang yang dipesan secara Ekonomis

Perhitungan interval waktu pemesanan dapat dihitung menggunakan persamaan 9 berikut.

$$T = \frac{N}{F} \quad (9)$$

Keterangan :

T : Interval waktu pesan

N : Jumlah hari kerja

F : Frekuensi pemesanan

Reorder point (ROP) dapat dihitung menggunakan persamaan 10 berikut [13].

$$ROP = (D \times L) + SS \quad (10)$$

Keterangan :

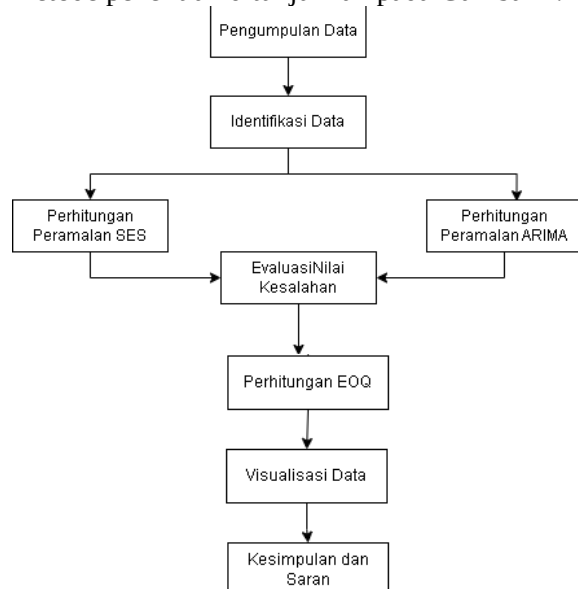
D : Permintaan pertahun

L : Waktu tunggu (*lead time*)

SS : *Safety stock*

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yang disusun secara sistematis dan dilakukan secara berurut untuk mendapatkan keterhubungan antara data dan informasi dengan hasil yang ingin didapat. Tahapan alur metode penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Metode Penelitian

3.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data menggunakan metode wawancara, observasi dan dokumentasi data historis permintaan minyak pelumas bekas PT XYZ. Data yang didapatkan dimasukkan dalam aplikasi Minitab dan EViews dengan variabel periode dan jumlah permintaan dengan menggunakan data permintaan minyak pelumas bekas selama 24 periode dari Januari 2023-Desember 2024 yang terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Permintaan Minyak Pelumas Bekas PT XYZ.

No	Periode	Permintaan (Liter)
1.	Januari 2023	30400
2.	Februari 2023	30000
⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮
24.	Desember 2024	40000

3.2. Identifikasi Data

Identifikasi data menggunakan teknik analisis deskriptif dengan tujuan untuk mengetahui model data pada jenis data *time series*. Data akan diubah dalam bentuk plot data *time series* guna mengetahui pola data. Lalu menghitung nilai rata-rata (mean) dan nilai tengah (median) guna mendapatkan informasi lebih dalam mengenai karakteristik data.

3.3. Peramalan *Single Exponential Smoothing*

Langkah awal dalam peramalan menggunakan metode *single exponential smoothing* adalah mengatur parameter utama α . Parameter ini mengatur seberapa besar bobot yang diberikan pada data terbaru dalam peramalan. penelitian ini menggunakan α rentang 0.01 hingga 0.99 dengan *increment* 0.01 dan dengan cara *trial and error*. Lalu langkah selanjutnya adalah menghitung peramalan dengan persamaan 1.

3.4. Peramalan ARIMA

Tahapan dalam peramalan menggunakan metode ARIMA adalah sebagai berikut.

- 1) Uji stasioneritas dalam varians menggunakan plot box-cox
- 2) Jika data belum stasioner akan dilakukan *box-cox transformation* dan kembali ke tahap sebelumnya. Jika data telah stasioner, lanjutkan ke tahap berikutnya.

- 3) Uji stasioneritas dalam rata-rata menggunakan uji ADF.
- 4) Jika data belum stasioner akan dilakukan *differencing* dan kembali ke tahap sebelumnya. Jika data telah stasioner, lanjutkan ke tahap berikutnya.
- 5) Identifikasi model ARIMA menggunakan plot ACF dan PACF.
- 6) Evaluasi model terbaik berdasarkan AIC terkecil.
- 7) Melakukan peramalan menggunakan persamaan 2.

3.5. Evaluasi Nilai Kesalahan

Evaluasi nilai kesalahan digunakan untuk menilai parameter peramalan yang cocok. Adapun tahapan pada evaluasi nilai kesalahan adalah sebagai berikut.

- 1) Menghitung nilai error ARIMA dan *single exponential smoothing* menggunakan MSE.
- 2) Menghitung nilai error ARIMA dan *single exponential smoothing* menggunakan MAPE.

3.6. Penerapan *Economic Order Quantity* (EOQ)

Tahapan dalam penerapan metode EOQ adalah sebagai berikut.

- 1) Perhitungan total biaya pemesanan dan pengiriman.
- 2) Perhitungan biaya satu kali pesan dan biaya penyimpanan.
- 3) Perhitungan pembelian dan TIC sebelum penerapan EOQ.
- 4) Perhitungan persediaan yang optimal dengan metode EOQ.
- 5) Perhitungan frekuensi pemesanan setelah penerapan EOQ.
- 6) Perhitungan interval waktu pemesanan setelah penerapan EOQ.
- 7) Perhitungan TIC setelah penerapan EOQ.
- 8) Perhitungan ROP.

3.7. Visualisasi Data

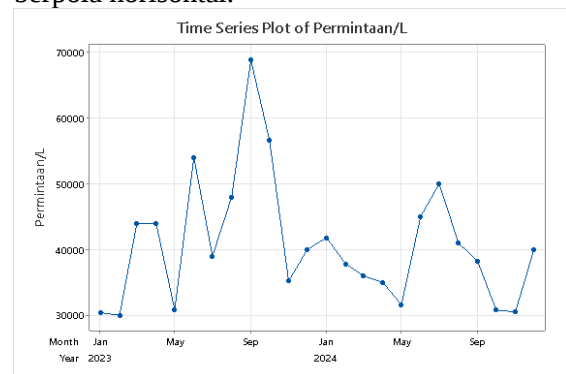
Tahapan ini memvisualisasikan data grafik hasil peramalan menggunakan Tableau dengan tahapan sebagai berikut.

- 1) Mengekspor hasil peramalan dan menghubungkan ke excel untuk mendapatkan data dari hasil peramalan dan perhitungan EOQ.
- 2) Memvisualisasikan data menjadi data yang mudah dipahami dan dianalisis.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Identifikasi Data

Identifikasi data digunakan untuk mengetahui pola data. Pada Gambar 2 diketahui plot *time series* permintaan minyak pelumas bekas tidak memiliki pola musiman maupun tren dan bergerak disekitar rata-rata dengan rata-rata permintaan sebanyak 40770.83 liter. Berdasarkan penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa secara visual data permintaan minyak pelumas bekas PT XYZ berpola horisontal.



Gambar 2. Plot Data *Time Series*

4.2. Peramalan *Single Exponential Smoothing*

Dalam prosesnya, nilai error peramalan *single exponential smoothing* dengan α 0.01 - 0.99 dengan bantuan Minitab dan EViews adalah sebagai berikut.

Tabel 3. Nilai Error *Single Exponential Smoothing*

Alpha	Minitab		EViews	
	MAPE	MSE	MAPE	MSE
0.01	17%	91562225.19	20%	94172719.95
0.02	17%	91809892.60	20%	93885391.96
0.03	17%	92112858.99	20%	93773334.91
0.04	17%	92429727.06	20%	93778769.64
0.05	18%	92734436.69	20%	93861595.96
...	...	...	...	...
0.96	20%	115427939.50	21%	119486842.67
0.97	20%	115962083.47	21%	120020327.87
0.98	20%	116501785.53	21%	120559130.72
0.99	20%	117047001.23	21%	121103203.93

Tabel 3 menunjukkan bahwa pada peramalan bantuan Minitab alpha 0.01 memiliki nilai error terkecil yaitu MAPE sebesar 17% dan MSE 91562225.19, sedangkan peramalan dengan bantuan EViews alpha 0.03 memiliki nilai error terkecil dengan MAPE 20% dan MSE

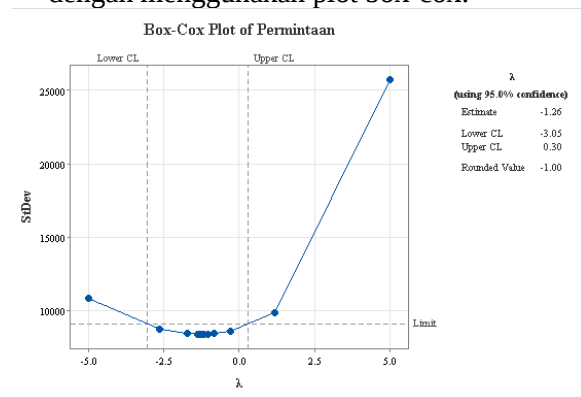
93773334.91. Perbedaan hasil nilai eror pada kedua aplikasi disebabkan perbedaan definisi F_{t1} (peramalan periode ke-1), dimana F_{t1} peramalan dengan bantuan Minitab dihasilkan berdasarkan jumlah rata-rata pada 6 periode pertama [14], sedangkan peramalan dengan bantuan EViews berdasarkan jumlah rata-rata 12 periode pertama [15].

4.3. Peramalan ARIMA

4.4.1 Peramalan dengan Minitab

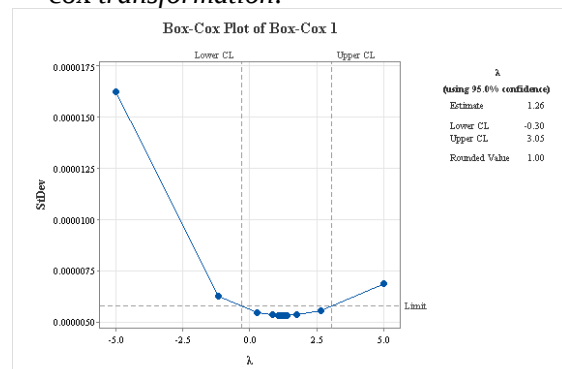
a. Uji stasioneritas

Data dapat dikatakan stasioner apabila data tersebut memiliki rata-rata dan varians yang besarnya tidak berubah-ubah. Langkah awal uji stasioneritas dalam varians adalah dengan menggunakan plot box-cox.



Gambar 3. Plot Box-Cox Sebelum Transformasi

Gambar 3 menunjukkan lambda awal plot box-cox sebesar -1, sedangkan data dapat dikatakan stasioner dalam varians apabila $\lambda = 1$ [16] maka diperlukan box-cox transformation untuk mengubah data menjadi stasioner dalam varians. Setelah dilakukan box-cox transformation didapatkan $\lambda = 1$ dan tidak diperlukan box-cox transformation.



Gambar 4. Plot Box-Cox Setelah Transformasi

Selanjutnya menguji stasioneritas dalam rata-rata dengan uji ADF. Data dapat dikatakan stasioner dalam rata-rata apabila nilai probabilitas ≤ 0.05 dan $|t\text{-statistic}| \geq |\text{test critical values}|$ [17]. Gambar 5 menunjukkan hasil uji ADF memiliki probabilitas sebesar 0.008 yang mana nilai tersebut telah memenuhi hipotesis pertama yaitu probabilitas $= 0.08 \leq 0.05$, $t\text{-statistic}$ sebesar -3.51 dan $\text{test critical values}$ sebesar -3.01 yang mana nilai tersebut telah memenuhi hipotesis kedua yaitu $|t\text{-statistic}| = 3.51 \geq |\text{test critical values}| = 3.01$. Berdasarkan uji ADF tersebut maka data telah stasioner dalam rata-rata dan tidak diperlukan differencing.

Augmented Dickey-Fuller Test

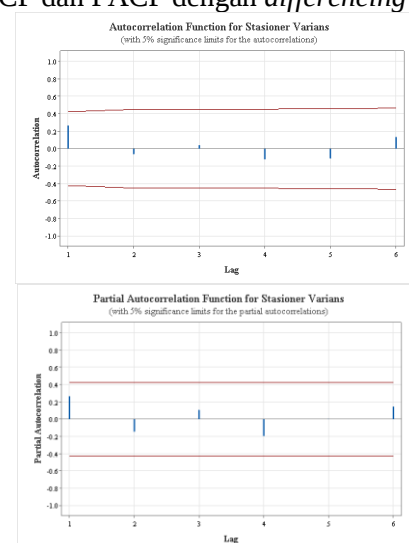
Null hypothesis: Data are non-stationary
Alternative hypothesis: Data are stationary

Test	Statistic	P-Value	Recommendation
ADF	-3.51409	0.008	Test statistic $\leq$ critical value of -3.00543. Significance level = 0.05 Reject null hypothesis. Data appears to be stationary, not supporting differencing.

Gambar 5. Hasil Uji ADF

b. Identifikasi model

Identifikasi model ARIMA berdasarkan lag yang memotong pada plot ACF, banyaknya differencing dan lag yang memotong pada plot PACF. Dari 22 lag yang ada pada Gambar 6 diketahui tidak ditemukan lag yang memotong dalam plot ACF dan PACF dengan differencing = 0.



Gambar 6. Plot ACF dan PACF

Berdasarkan identifikasi tersebut di dapatkan 3 model ARIMA yang akan diuji

kesignifikansinya yaitu ARIMA (1, 0, 0), ARIMA (1, 0, 1) dan ARIMA (0, 0, 1).

c. Penentuan model

Penentuan model ARIMA terbaik berdasarkan AIC terkecil. Pada Tabel 4 menunjukkan model ARIMA (1, 0, 0) memiliki AIC terkecil yaitu 522.86 sehingga ARIMA (1, 0, 0) dipilih menjadi model ARIMA yang akan digunakan dalam peramalan minyak pelumas bekas.

Tabel 4. *P-Value* dan AIC Model ARIMA

Model	P-Value		AIC
	AR	MA	
ARIMA (1, 0, 0)	0.00000	-	522.86
ARIMA (1, 0, 1)	0.00000	0.00014	522.87
ARIMA (0, 0, 1)	-	0.00000	527.82

ARIMA (1, 0, 0) memiliki MAPE sebesar 19% dan MSE sebesar 114282592.73

4.4.2 Peramalan dengan EViews

a. Uji stasioneritas

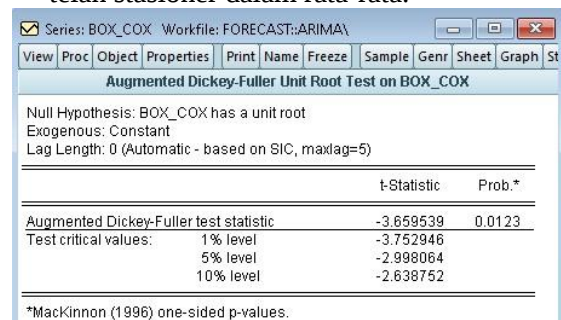
Uji stasioneritas dalam varians dengan plot box-cox menghasilkan $\lambda = -1$ sehingga perlu dilakukan box-cox transformation. Setelah dilakukan box-cox transformation didapatkan $\lambda = 1$ seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Box-Cox dan Box-Cox Transformation

No	Box-Cox	Z	Box-Cox Transformation
1.	0.8639	-2.0368	0.00003289
2.	0.8639	-1.5341	0.00003333
3.	0.8639	-1.2581	0.00002273
⋮	⋮	⋮	⋮
23.	0.8639	1.5341	0.00003279
24.	0.8639	2.0368	0.00002500

Selanjutnya yaitu menguji kestasioneran data dalam rata-rata menggunakan uji ADF. Gambar 7 menunjukkan probabilitas uji ADF sebesar 0.0123 yang mana nilai tersebut telah memenuhi hipotesis pertama yaitu probabilitas = $0.0123 \leq 0.05$. Sedangkan *t-statistic* sebesar -3.66 dan *test critical values* sebesar -3.00 yang mana telah memenuhi hipotesis kedua yaitu $|t\text{-statistic}| = 3.66 \geq |t\text{test critical values}| = 3.00$ sehingga

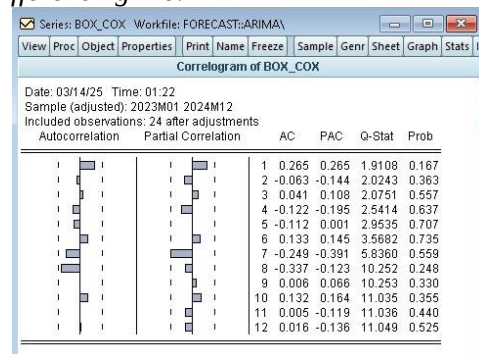
tidak diperlukan *differencing* karena data telah stasioner dalam rata-rata.



Gambar 7. Hasil Uji ADF

b. Identifikasi model

Identifikasi model ARIMA berdasarkan plot ACF dan PACF serta banyaknya *differencing*. Dari 23 lag yang ada pada Gambar 8 tidak terdapat lag yang memotong dalam plot ACF sedangkan terdapat 1 lag dalam plot PACF yaitu lag ke-6 dengan *differencing* = 0.



Gambar 8. Plot ACF dan PACF

Berdasarkan identifikasi tersebut didapatkan 6 model ARIMA yang akan diuji signifikansinya yaitu ARIMA (1, 0, 0), ARIMA (2, 0, 0), ARIMA (3, 0, 0), ARIMA (4, 0, 0), ARIMA (5, 0, 0), dan ARIMA (6, 0, 0).

c. Penentuan model

Penentuan model ARIMA terbaik berdasarkan AIC terkecil. Berdasarkan Tabel 6 model ARIMA (1, 0, 0) memiliki AIC terkecil yaitu 21.69 sehingga ARIMA (1, 0, 0) dipilih menjadi model ARIMA yang akan digunakan dalam peramalan minyak pelumas bekas dengan nilai eror MAPE sebesar 19% dan MSE 116808718.79.

Tabel 6. *P-Value* dan AIC Model ARIMA

Model	P-Value		AIC
	AR	MA	
ARIMA (1, 0, 0)	0.0000	-	21.69
ARIMA (2, 0, 0)	0.0000	-	22.17

ARIMA (3, 0, 0)	0.0000	-	22.14
ARIMA (4, 0, 0)	0.0000	-	22.47
ARIMA (5, 0, 0)	0.0000	-	22.59
ARIMA (6, 0, 0)	0.0000	-	22.53

Berdasarkan dua aplikasi tersebut didapatkan bahwa peramalan ARIMA dengan bantuan Minitab memiliki nilai error lebih kecil dibandingkan dengan EViews. Selisih nilai tersebut disebabkan oleh perbedaan penggunaan ϕ_p (koefisien komponen AR) dimana pada peramalan dengan bantuan Minitab menggunakan metode *least square* sebagai koefisien komponen AR [18] sedangkan peramalan dengan bantuan EViews menggunakan metode *maximum likelihood* sebagai koefisiennya [19].

4.4. Pengendalian Persediaan Bahan Baku

Pengendalian persediaan bahan baku menggunakan data peramalan *single exponential smoothing* alpha 0.01 dengan bantuan Minitab selama 12 periode. Total permintaan minyak pelumas bekas selama 12 periode adalah 4722208.05 liter dengan rincian seperti pada Tabel 7.

Tabel 7. Data Permintaan Minyak Pelumas Bekas

Periode	Peramalan
Februari 2024	39424.50
Maret 2024	39408.26
April 2024	39374.18
Mei 2024	39330.43
Juni 2024	39253.13
Juli 2024	39310.60
Agustus 2024	39417.49
September 2024	39433.32
Oktober 2024	39420.98
November 2024	39334.77
Desember 2024	39246.43
Januari 2025	39253.96

4.4.1 Perhitungan biaya pesan dan simpan

Berdasarkan Tabel 8 total biaya pemesanan minyak pelumas bekas sebesar Rp. 12.500.000 dan total biaya penyimpanan sebesar Rp. 2.500.000 dengan asumsi biaya penyimpanan dan biaya pemesanan tidak mengalami perubahan.

Tabel 8. Biaya Pemesanan dan Penyimpanan

Biaya Pemesanan		
No	Jenis Biaya	Biaya

1.	Biaya pengiriman	Rp. 12.000.000
2.	Harga beli bahan baku	Rp.500.000
Total		Rp. 12.500.000
Biaya Penyimpanan		
No	Jenis Biaya	Biaya
1.	Biaya listrik	Rp. 1.000.000
2.	Biaya air	Rp. 1.000.000
3.	Biaya perawatan	Rp. 500.000
Total		Rp. 2.500.000

Selanjutnya menentukan biaya pemesanan perunit (S) dan penyimpanan perunit (H) dengan frekuensi pemesanan sebanyak 5 kali perbulan atau 60 kali pertahun.

$$S = \frac{12500000}{60}$$

$$S = 208333.33$$

$$H = \frac{2500000}{472208.05}$$

$$H = 5.29$$

Berdasarkan perhitungan tersebut biaya pemesanan perunit sebesar Rp. 208.333/unit dan biaya penyimpanan perunit sebesar Rp. 5/unit.

4.4.2 TIC sebelum penerapan EOQ

Perhitungan pembelian bahan baku (Q) perlu dilakukan sebelum mendapatkan total biaya persediaan.

$$Q = \frac{472208.05}{60}$$

$$Q = 7870.13$$

Setelah mendapatkan pembelian bahan baku sebelum penerapan EOQ yaitu 7870 liter, selanjutnya adalah menghitung TIC sebelum penerapan EOQ.

$$TIC = \frac{472208.05}{7870.13} \times 208333.33 + \frac{7870.13}{2} \times 5.29$$

$$TIC = 12500000 + 20833.33$$

$$TIC = 12520833.33$$

Berdasarkan perhitungan tersebut total biaya persediaan minyak pelumas bekas sebelum penerapan EOQ sebesar Rp. 12.520.833.

4.4.3 Penerapan EOQ

Perhitungan metode EOQ adalah sebagai berikut.

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times 208333.33 \times 472208.05}{5.29}}$$

$$EOQ = \sqrt{\frac{196753354166.67}{5.29}}$$

$$EOQ = 192778.13$$

Diketahui kuantitas pembelian minyak pelumas bekas yang ekonomis sebesar 192.778 liter. Setelah itu menghitung frekuensi pemesanan sebagai berikut.

$$F = \frac{472208.05}{192778.13}$$

$$F = 2.45$$

Diketahui frekuensi pemesanan minyak pelumas bekas yang optimal sebanyak 3 kali setahun. Setelah itu mendapatkan interval waktu pemesanan dengan jumlah hari kerja sebanyak 240 hari.

$$T = \frac{240}{2.45}$$

$$T = 97.98$$

Diketahui interval waktu pemesanan yang optimal dilakukan setiap 98 hari. Langkah selanjutnya yaitu mendapatkan TIC setelah penerapan EOQ.

$$TIC = \frac{472208.05}{192778.13} 208333.33 + \frac{192778.13}{2} 5.294$$

$$TIC = 510310.36 + 510310.36$$

$$TIC = 1020620.73$$

Diketahui total biaya persediaan setelah penerapan EOQ sebesar Rp. 1.020.620. Langkah selanjutnya adalah mendapatkan ROP dengan waktu tunggu selama 7 hari.

$$ROP = (472208.05 \times 7) + 314.81$$

$$ROP = 3305771.16$$

Diketahui titik kuantitas pembelian ulang minyak pelumas bekas sebesar 3.305.771 liter.

4.4.4 Perbandingan pengendalian persediaan bahan baku

Tabel 9 menunjukkan bahwa penerapan metode EOQ pada pembelian minyak pelumas bekas dapat mengoptimalkan biaya dan waktu yang dikeluarkan dilihat dari peningkatan pembelian sebanyak 184.908 liter dan penurunan total biaya persediaan sebanyak Rp. 11.480.213.

Tabel 9. Perbandingan Pengendalian Persediaan Bahan Baku

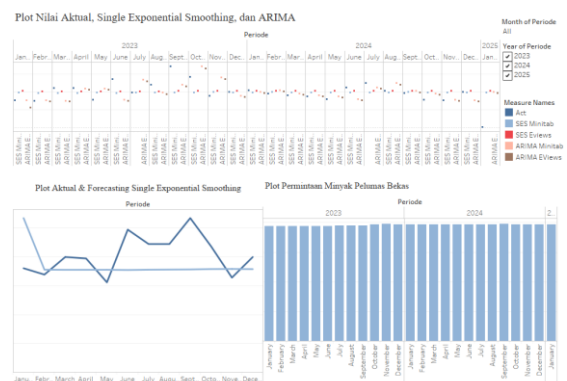
Keterangan	Sebelum EOQ	Setelah EOQ
Pembelian bahan baku	7.870 liter	192.778 liter
Total biaya persediaan	Rp.12.500.833	Rp.1.020.620
Frekuensi pemesanan	60x/tahun	3x/tahun

Interval waktu pemesanan	7 hari	98 hari
Reorder point	-	3.305.771 liter

4.5. Visualisasi Dashboard

Visualisasi *dashboard* menggunakan bantuan Tableau dengan dua *dashboard* utama yaitu *dashboard* peramalan dan pengendalian persediaan bahan baku.

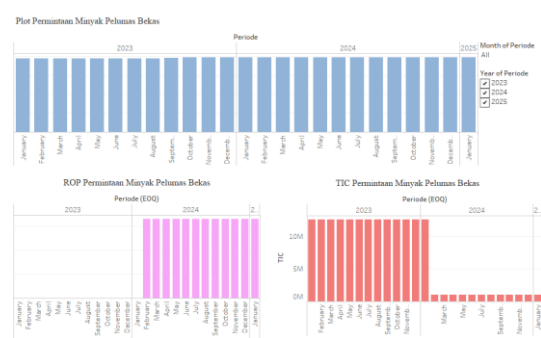
Dashboard Peramalan Minyak Pelumas Bekas



Gambar 9. Dashboard Peramalan

Gambar 9 menunjukkan *dashsboard* peramalan dengan beberapa informasi informasi seperti plot perbandingan data permintaan aktual dengan peramalan serta filter tahun dan bulan.

Dashboard EOQ Minyak Pelumas Bekas



Gambar 10. Dashboard EOQ

Gambar 10 menunjukkan *dashboard* pengendalian persediaan dengan beberapa informasi seperti plot permintaan minyak pelumas bekas, ROP, TIC serta filter tahun dan bulan.

5. KESIMPULAN

- Berdasarkan perhitungan peramalan *single exponential smoothing* dan ARIMA dengan bantuan Minitab dan EViews, diketahui

peramalan *single exponential smoothing* $\alpha = 0.01$ dengan bantuan Minitab memiliki nilai error terkecil yaitu MAPE sebesar 17% dan MSE 91562225.19 dengan peramalan untuk bulan Januari 2025 sebesar 39253.96 liter.

- b. Penerapan *economic order quantity* (EOQ) dalam pengendalian persediaan minyak pelumas bekas berdampak pada pengoptimalan biaya yang dikeluarkan perusahaan. Hal ini terbukti dari naiknya pembelian bahan baku menjadi 192.778 liter dan menurunnya total biaya persediaan menjadi Rp. 1.020.620 dengan frekuensi pemesanan 3 kali dalam setahun dan dilakukan setiap 98 hari. Sedangkan titik pemesanan kembali barang ketika telah mencapai 3.305.771 liter.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada seluruh dosen-dosen sistem informasi universitas mulawarman dan PT XYZ yang telah membantu dalam proses penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. D. Rosita and L. S. Moonlight, "Perbandingan Metode Prediksi untuk Nilai Jual USD : Holt-Winters, Holt's, dan Single Exponential Smoothing," *JTIM J. Teknol. Inf. dan Multimed.*, vol. 5, no. 4, pp. 322–333, 2024.
- [2] R. Yulianti and E. Arliani, "Peramalan Jumlah Penduduk Menggunakan Model ARIMA," *Kaji. dan Terap. Mat.*, vol. 8, no. 2, pp. 114–128, 2022.
- [3] S. K. Hasibuan, I. K. Siregar, and I. A. Lubis, "Applying the Economic Order Quantity (Eoq) Method for the Control and Supply of Sheep Feed Raw Materials in Pt . Eldira Fauna Asahan Menerapkan Metode Economic Order Quantity (Eoq) Untuk Pengendalian Dan Persediaan Bahan Baku Pakan Domba Pada Pt . Eld," *J. Tek. Inform.*, vol. 3, no. 3, pp. 657–664, 2022.
- [4] M. Fahmuddin S, Ruliana, and S. S. Mustika M, "Perbandingan Metode ARIMA dan Single Exponential Smoothing dalam Peramalan Nilai Ekspor Kakao Indonesia," *VARIANSI Journla Stat. Its Appl. Teach. Res.*, vol. 5, no. 3, pp. 163–176, 2023, doi: 10.35580/variasiunm193.
- [5] Suparyanto dan Rosad, "Metode Peramalan," in *Aden Rahmat, Usep Basir, Choirul Rusdiana, Yulianti*, vol. 1, 2024, pp. 81–91.
- [6] R. Yuniarti, "Analisa Metode Single Exponential Smoothing (Studi Kasus : Lokatara Dimsum)," *J. Manaj. Bisnis*, vol. 15, no. 2, pp. 29–33, 2020.
- [7] W. G. S. Parwita and N. K. N. P. Dewi, "Metode Autoregressive Integrate Moving Average Dalam Peramalan Indeks Harga Konsumen Kota Denpasar," *SmartEDU J.*, vol. 1, no. 4, pp. 158–170, 2022, [Online]. Available: <https://ejournal.abivasi.id/index.php/SmartEDU>
- [8] F. Ahmad, "Penentuan Metode Peramalan pada Produksi Part New Granada Bowl ST di PT. X," *JISI J. Integr. Sist. Ind.*, vol. 7, no. 1, p. 31, 2020, doi: 10.24853/jisi.7.1.31-39.
- [9] I. Nabillah and I. Ranggadara, "Mean Absolute Percentage Error untuk Evaluasi Hasil Prediksi Komoditas Laut," *JOINS (Journal Inf. Syst.)*, vol. 5, no. 2, pp. 250–255, Nov. 2020, doi: 10.33633/joins.v5i2.3900.
- [10] N. K. Agusmawati, F. Khoiriyah, and A. Tholib, "Prediksi Harga Emas Menggunakan Metode LSTM Dan GRU," *JITET (Jurnal Inform. dan Tek. Elektro Ter.)*, vol. 11, no. 3, pp. 620–627, 2023, [Online]. Available: <https://journal.eng.unila.ac.id/index.php/jitet/article/view/3250/1453>
- [11] I. A. Zahra, "Analisis Perbandingan Teknik Peramalan Kebutuhan Obat Dengan Metode Arima Dan Single Eksponensial Smoothing Studi Kasus: Rsud Indramayu," *J. Tata Kelola dan Kerangka Kerja Teknol. Inf.*, vol. 6, no. 1, pp. 23–29, 2021, doi: 10.34010/jtk3ti.v6i1.2261.
- [12] Ratningsih, "Penerapan Metode Economic Order Quantity (EOQ) Untuk Meningkatkan Efisiensi Pengendalian Persediaan Bahan Baku Pada CV Syahdika," *Perspekt. J. Ekon. Manaj. Univ. Bina Sarana Inform.*, vol. 19, no. 2, pp. 158–164, 2021, doi: 10.31294/jp.v19i2.11342.
- [13] S. R. Tangahu and M. H. Koniyo, "Penerapan Metode DESB dan EOQ untuk Prediksi Penjualan dan Persediaan Mobil," *Jambura J. Informatics*, vol. 3, no. 1, pp. 29–43, 2021, doi: 10.37905/jji.v3i1.10384.
- [14] Minitab, "Methods and Formulas for Single Exponential Smoothing." [Online]. Available: <https://support.minitab.com/en-us/minitab/help-and-how-to/statistical-modeling/time-series/how-to/single-exponential-smoothing/methods-and-formulas/methods-and-formulas/>
- [15] EViews, "EViews Help : Exponential Smoothing." [Online]. Available: <https://help.eviews.com/helpintro.html#page/content%2Fseries->

- Exponential_Smoothing.html%23ww133654
- [16] A. R. Dona and Sugiman, "Peramalan Metode ARIMA Data Saham PT. Telekomunikasi Indonesia," *Prism. Pros. Semin. Nas. Mat.*, vol. 4, pp. 611–620, 2021, [Online]. Available: <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/>
 - [17] A. Fahmi, G. Maurensa, H. P. Hadi, A. N. Hindarto, S. Wibowo, and E. Sugiarto, "Perbandingan Metode Peramalan ARIMA dan Single Exponential Smoothing pada Kasus Kejadian Demam Berdarah Dengue di Kota Semarang," *JOINS (Journal Inf. Syst.*, vol. 8, no. 2, pp. 156–166, 2023, doi: 10.33633/joins.v8i2.9335.
 - [18] Minitab, "Methods and Formulas for ARIMA - Minitab." [Online]. Available: <https://support.minitab.com/en-us/minitab/help-and-how-to/statistical-modeling/time-series/how-to/arma/methods-and-formulas/methods-and-formulas/>
 - [19] EViews, "EViews Help : Estimation Output." [Online]. Available: https://www.eviews.com/help/helpintro.html#page/content%2Ftimeser-Estimation_Output.html%23