

PENERAPAN *METODE SIMPLE MOVING AVERAGE* DAN *SINGLE EXPONENTIAL SMOOTHING* DALAM PERAMALAN KEBUTUHAN BAJA AISI-4140 Ø 80 MM PT. SAL

Sir Al Kautsar Bolling¹, Irma Andrianti², Bambang Sugeng³

^{1,2,3}Sekolah Tinggi Teknologi Migas, Balikpapan, Indonesia

Email: siralkautsar123@gmail.com

Abstrak

PT. SAL merupakan perusahaan manufaktur dan remanufaktur peralatan industri minyak dan gas yang menggunakan baja AISI-4140 Ø 80 mm sebagai salah satu bahan baku utama produksi mereka. Fluktuasi pemakaian material dapat menyebabkan ketidakpastian dalam proses pengadaan sehingga berpotensi menimbulkan kelebihan persediaan (*overstock*) maupun kekurangan persediaan (*stockout*). Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode *Simple Moving Average* (SMA) dan *Single Exponential Smoothing* (SES) serta menentukan metode yang memiliki tingkat akurasi terbaik dalam peramalan kebutuhan baja AISI-4140 Ø 80 mm. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan data historis pemakaian material selama periode Januari–Desember 2025. Penentuan periode pergerakan SMA dan nilai konstanta α pada metode SES dilakukan menggunakan perangkat lunak POM-QM. Tingkat akurasi peramalan dievaluasi menggunakan nilai *Mean Absolute Deviation* (MAD), *Mean Squared Error* (MSE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode SMA dengan periode pergerakan 10 bulan menghasilkan nilai peramalan sebesar 7.269,50 mm dengan MAD sebesar 1.360, MSE sebesar 3.179.009, dan MAPE sebesar 27,10%. Sementara itu, metode SES dengan $\alpha = 0,2$ menghasilkan nilai peramalan sebesar 6.478,99 mm dengan MAPE sebesar 31,73%. Berdasarkan hasil tersebut, metode SMA memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan metode SES.

Kata Kunci: *Forecasting, Simple Moving Average, Single Exponential Smoothing, Time Series*

Abstract

PT. SAL is a manufacturing and remanufacturing company in the oil and gas industry that uses AISI-4140 Ø80 mm steel as one of its primary raw materials. Fluctuations in material consumption can create uncertainty in the procurement process, potentially leading to overstock and stockout conditions. This study aims to implement the *Simple Moving Average* (SMA) and *Single Exponential Smoothing* (SES) methods and determine the forecasting method with the highest level of accuracy for predicting the demand for AISI-4140 Ø80 mm steel. This research employed a quantitative approach using historical material consumption data from January to December 2025. The determination of the SMA moving period and the smoothing constant (α) in the SES method was conducted using POM-QM. Forecasting accuracy was evaluated using *Mean Absolute Deviation* (MAD), *Mean Squared Error* (MSE), and *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). The results showed that the SMA method with a 10-month moving period produced a forecast value of 7,269.50 mm, with MAD, MSE, and MAPE values of 1,360, 3,179,009, and 27.10%, respectively. Meanwhile, the SES method with $\alpha = 0.2$ generated a forecast value of 6,478.99 mm and a MAPE value of 31.73%. Therefore, the SMA method demonstrated better forecasting accuracy than the SES method.

Keywords: *Forecasting, Simple Moving Average, Single Exponential Smoothing, Time Series*

A. PENDAHULUAN

PT. SAL adalah perusahaan swasta nasional yang didirikan pada tanggal 14 Juli 2003 di salah satu kota provinsi Kalimantan Timur. Perusahaan ini bergerak dalam bidang manufaktur & remanufaktur, remanufaktur. Dalam menjalankan kegiatan operasionalnya, PT. SAL menerapkan sistem produksi berdasarkan pesanan (*make to order*). Sistem MTO digunakan ketika produk diproduksi setelah adanya pesanan pelanggan (Heizer et al., 2020). Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, perusahaan memerlukan berbagai jenis material sebagai bahan baku utama, salah satunya adalah baja paduan AISI-4140 Ø 80 mm. Baja paduan ini banyak digunakan dalam pembuatan komponen mekanis industri migas seperti *drill collar*, *drill pipe*, *blowout preventer*, *valve body*, *casing*, *tubing*, dan berbagai peralatan operasi produksi lainnya.

Dalam beberapa tahun terakhir terjadi fluktuasi penggunaan baja AISI-4140 Ø 80 mm. Kondisi tersebut menyebabkan ketidakpastian dalam proses pengadaan baja sehingga berpotensi menimbulkan kelebihan persediaan (*overstock*) maupun kekurangan persediaan (*stockout*). Melihat hal itu, perusahaan memerlukan suatu metode peramalan yang mampu memperkirakan kebutuhan baja secara lebih akurat sebagai dasar dalam pengambilan keputusan pengadaan. Peramalan merupakan kegiatan untuk memprediksi nilai atau kebutuhan di masa mendatang berdasarkan data historis yang tersedia (Anita, 2023).

Penelitian sebelumnya mengenai peramalan kebutuhan baja AISI-4140 Ø 80 mm telah dilakukan dengan menggunakan metode *Simple Moving Average* (SMA). Berdasarkan penelitian tersebut, pada penelitian ini ditambahkan metode *Single Exponential Smoothing* (SES) sebagai metode pembandingan. Metode SES dipilih karena memiliki karakteristik yang serupa dengan SMA, yaitu sesuai digunakan pada data berpola *horizontal* atau *stasioner*. Kedua metode tersebut dibandingkan berdasarkan tingkat kesalahan peramalan menggunakan parameter *Mean Absolute Deviation* (MAD), *Mean Squared Error* (MSE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode *Simple Moving Average* dan *Single Exponential Smoothing* dalam peramalan kebutuhan baja AISI-4140 Ø 80 mm di PT. SAL serta menentukan metode yang memiliki tingkat akurasi terbaik. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi perusahaan dalam menentukan kebijakan pengadaan material pada periode mendatang.

B. TINJAUAN PUSTAKA

1. Baja Paduan AISI-4140

AISI (*American Iron and Steel Institute*) adalah sistem penomoran untuk baja paduan. AISI-4140 adalah baja paduan rendah yang mengandung *Chromium* (Cr), *Molybdenum* (Mo), dan *Manganese* (Mn). Angka 4140 pada AISI-4140 menunjukkan komposisi kimianya, dengan dua digit pertama '41..' menunjukkan elemen paduan (*Chromium* dan *Molybdenum*), dan dua digit terakhir '..40' menunjukkan persentase karbon sekitar (0.40%). Nilai yang bisa dicapai ketika baja ini sepenuhnya mengeras sekitar 60 HRC. Nilai Kekerasan yang tinggi tersebut dipengaruhi dengan adanya kandungan karbon yang terdapat padanya, dimana dengan kandungan karbon yang lebih tinggi maka akan memiliki nilai kekerasan lebih tinggi dan sebagai keuntungan yang lainnya yaitu memiliki ketahanan aus yang lebih tinggi (Claesson, 2014). Elemen dari paduan antara *Cr* dan *Mo* yang disertakan mempengaruhi tingkat kekerasan dan ketangguhan yang tinggi. sehingga menjadi salah satu bahan substrat terpenting untuk aplikasi keausan abrasif dan perekat (Ulutan et al., 2010). Berikut ini adalah tabel komposisi unsur kimia penyusun baja paduan AISI-4140 (Badaruddin et al., 2019).

Tabel 1. Komposisi Unsur Kimia Baja Paduan AISI-4140

No.	Unsur Kimia	Jumlah Kandungan (%)
1	Karbon (C)	0,443
2	Mangan (Mn)	0,805
3	Silikon (Si)	0,308
4	Kromium (Cr)	1,15
5	Fosfor (P)	0,021
6	Sulfur (S)	0,01
7	Molibdenum (Mo)	0,198
8	Nikel (Ni)	0,253
9	Alumunium (Al)	0,0198
10	Kobalt (Co)	0,020
11	Tembaga (Cu)	0,320
12	Titanium (Ti)	0,026
13	Wolfram (W)	0,0114

2. Peramalan (*Forecasting*)

Forecasting ialah instrumen yang perlu dalam perencanaan yang efektif dan efisien khususnya dalam bidang ekonomi (Yamit, 2003). Peramalan merupakan suatu metode untuk memperkirakan dampak situasi saat ini terhadap perkembangan dimasa depan (Rahmawati et al., 2021). Peramalan merupakan pendekatan langkah untuk penentuan sikap yang lebih baik dan rinci, terhadap situasi masa depan, berdasarkan pengumpulan informasi data historis dari periode sebelumnya hingga saat ini guna meminimalkan margin kesalahan (Leuwol et al., 2021).

Forecasting berfungsi untuk memperlancar aktivitas operasional dalam menyusun rencana aktivitas proses produksi dengan melihat perkembangan kondisi di masa depan (Ahmad Nazir, 2018). Dalam pengertian yang lebih khusus, peramalan adalah pemikiran terhadap suatu besaran, misalnya permintaan atau pemakaian terhadap satu atau beberapa produk pada periode yang akan datang. Dalam praktiknya, peramalan merupakan suatu perkiraan (*guess*) dengan menggunakan teknik-teknik tertentu.

Permintaan suatu produk pada suatu perusahaan sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan yang saling berinteraksi dalam pasar yang berada diluar kendala perusahaan. Berikut beberapa faktor lingkungan yang mempengaruhi peramalan:

- Persaingan
- Harga
- Teknologi
- Ekonomi suatu negara.

Dengan memahami pengaruh masing-masing faktor, perusahaan dapat menghasilkan peramalan yang lebih akurat dan mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat dalam perencanaan produksi maupun pengadaan material.

Langkah penting dalam menentukan metode deret waktu yaitu menentukan pola data masa lalu untuk menentukan metode deret waktu yang sesuai. Empat jenis pola data yang ada yaitu Horizontal, Musiman (seasonal), Siklus dan Trend (Wirabhuana et al., 2014).

- Pola Horizontal

Pola Horizontal adalah pola data ini timbul jika data berfluktuasi konstan pada disekitar nilai rata-rata data aktual atau dapat disebut data bersifat *stasioner*.

- Pola Musiman

Pola Musiman adalah pola data yang timbul jika sekumpulan data dipengaruhi faktor musiman (mingguan, bulanan atau perempat tahunan).

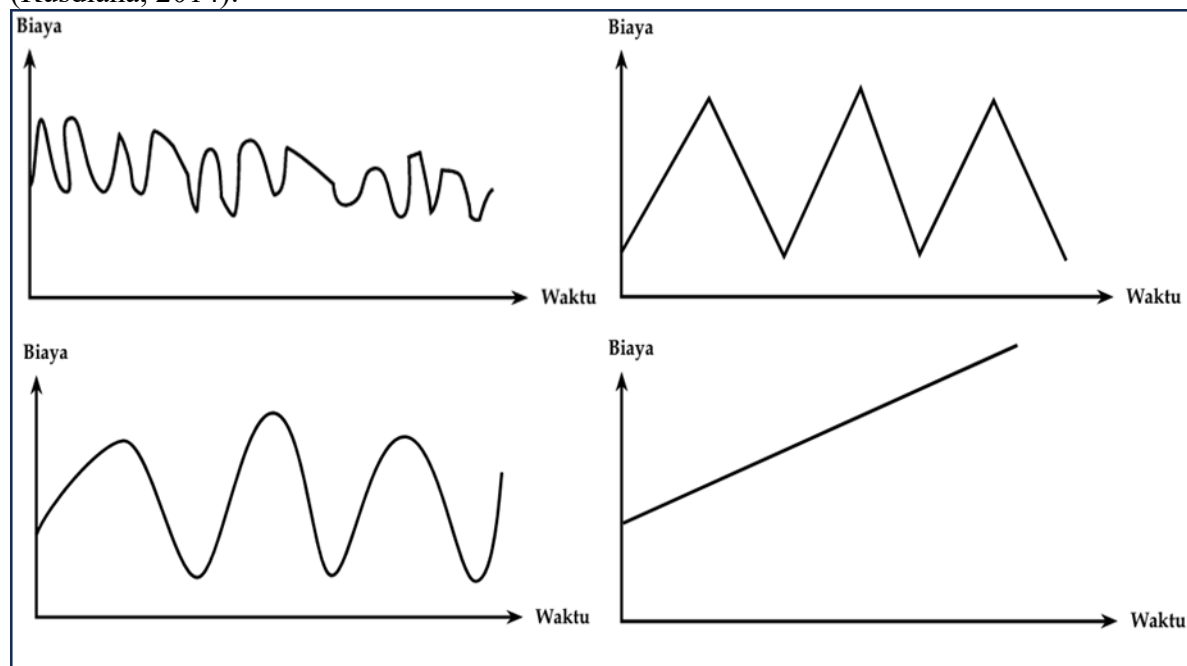
c. Pola Siklus

Pola Siklus adalah pola data yang timbul jika data - data dipengaruhi fluktuasi ekonomi jangka panjang.

d. Pola Tren

Pola Trend adalah Pola data yang timbul jika ada kenaikan / penurunan data dalam rentang waktu jangka panjang.

Berikut ini adalah contoh gambar grafik masing-masing jenis pola pergerakan data (Rusdiana, 2014):



Gambar 1. Pola Pergerakan Data

3. Deret Waktu (*Time Series*)

Time series adalah peramalan di masa mendatang yang didasarkan pada nilai sebuah variabel masa lalu atau kesalahan yang dilakukan sebelumnya. Tujuan *time series* adalah meneliti pola data yang digunakan untuk meramalkan dan melakukan ekstrapolasi ke masa datang. Tahapan yang penting dalam pemilihan metode *time series* yang tepat yaitu membuat asumsi terhadap jenis bentuk data dan metode yang paling tepat tersebut diuji terhadap bentuk data tersebut. Model pendekatan deret waktu (*time series*) yang digunakan adalah *Simple Moving Average* (SMA) dan *Single Exponential Smoothing* (SES).

a. *Simple Moving Average* (SMA)

Peramalan *Simple Moving Average* juga biasa dikenal dengan sebutan *Single Moving Average*. Metode ini ialah peramalan yang dilakukan dengan mengambil data atau sekelompok nilai pengamatan, lalu sekelompok nilai tersebut dicari rata-ratanya. Rata-rata yang didapatkan tersebut digunakan sebagai peramalan untuk periode selanjutnya (Chaerunnisa & Momon, 2021). Berikut ini adalah persamaan *Simple Moving Average* (Angela et al., 2024):

$$SMA = \frac{\sum A_i}{n} \quad (1)$$

Namun secara matematis, persamaan dasarnya adalah sebagai berikut (Wulandari, 2020):

$$SMA = \frac{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_i}{n} \quad (2)$$

Keterangan:

SMA = *Simple Moving Average*

- n_1 = Data tahun pertama
- n_2 = Data tahun kedua
- n_3 = Data tahun ketiga
- n_i = Data tahun ke- i
- n = Tahun rata-rata bergerak

b. *Single Exponential Smoothing* (SES)

Single Exponential Smoothing (SES) adalah teknik peramalan deret waktu (*time series*) yang menggunakan rata-rata tertimbang dari data masa lalu, di mana data terbaru diberikan bobot secara eksponensial. Metode ini ideal untuk meramal data yang bersifat stasioner atau berfluktuasi secara stabil tanpa tren atau pola musiman. Metode ini memberikan sebuah pembobotan eksponensial rata-rata bergerak dari semua nilai observasi sebelumnya (Kristanti & Darsyah, 2018).

Metode ini memberikan sebuah pembobotan eksponensial rata-rata bergerak dari semua nilai observasi sebelumnya (Kristanti & Darsyah, 2018). Metode *Single Exponential Smoothing* (SES) adalah *forecast* dengan penghalusan eksponensial sederhana dilakukan dengan cara ramalan periode terakhir ditambah porsi perbedaan atau konstanta pemulusan α (α) antara permintaan aktual periode terakhir dan ramalan periode terakhir. Nilai konstanta α (α) yang digunakan berkisar $0 \leq \alpha \leq 1$. Penentuan nilai α (α) dilakukan secara *trial and error* dimulai dari $\alpha = 0,1$ sampai dengan $\alpha = 0,9$ (Fachrurrazi, 2019). Berikut ini adalah persamaan dari metode *Single Exponential Smoothing* (SES):

$$F_t = F_{t-1} + \alpha (A_t - F_{t-1}) \quad (3)$$

Keterangan:

- F_t = Ramalan untuk periode sekarang (t)
- F_{t-1} = Ramalan yang dibuat pada periode sebelumnya ($t - 1$)
- α = Konstanta α (α)
- A_t = Permintaan aktual pada periode terakhir/sebelumnya

4. Tingkat Akurasi Error Peramalan

Keakuratan peramalan dapat ditentukan dengan membandingkan nilai prakiraan dengan nilai sebenarnya. Dalam menghitung tingkat akurasi *error* digunakan tiga indikator rata-rata *error* yaitu MAD, MSE, dan MAPE (Chaerunnisa & Momon, 2021).

a. *Mean Absolute Deviation* (MAD)

Mean Absolute Deviation (MAD) merupakan nilai *absolute* rata-rata dari kesalahan dalam peramalan yang hasilnya mengabaikan tanda positif maupun *negative*. Berikut ini adalah persamaan dari MAD (Gulo et al., 2024):

$$MAD = \frac{\sum |Aktual - peramalan|}{n} \quad (4)$$

Keterangan:

- n = jumlah periode pemakaian yang terlibat

b. *Mean Squared Error* (MSE)

Mean Squared Error (MSE) merupakan rata-rata perbedaan kuadrat antara nilai yang diamati, lalu dijumlahkan dan ditambahkan dengan jumlah yang diamati. Pendekatan ini memperkuat pengaruh besar karena kesalahan-kesalahan tersebut dikuadratkan. Berikut ini adalah persamaan dari MSE (Gulo et al., 2024):

$$MSE = \frac{\sum |Kesalahan peramalan|^2}{n} \quad (5)$$

Keterangan:

- n = jumlah periode pemakaian yang terlibat

c. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) yang merupakan perhitungan menggunakan kesalahan absolute pada setiap periode lalu dibagi dengan nilai pengamatan yang nyata untuk periode tersebut. Semakin kecil nilai MAPE maka semakin akurat pula hasil atau teknik peramalan yang dilakukan dan sebaliknya. Berikut ini adalah persamaan dari MAPE (Gulo et al., 2024):

$$MAPE = \frac{\sum \frac{|Aktual - Peramalan|}{Aktual} \times 100}{n} \quad (7)$$

Keterangan:

n = jumlah periode pemakaian yang terlibat

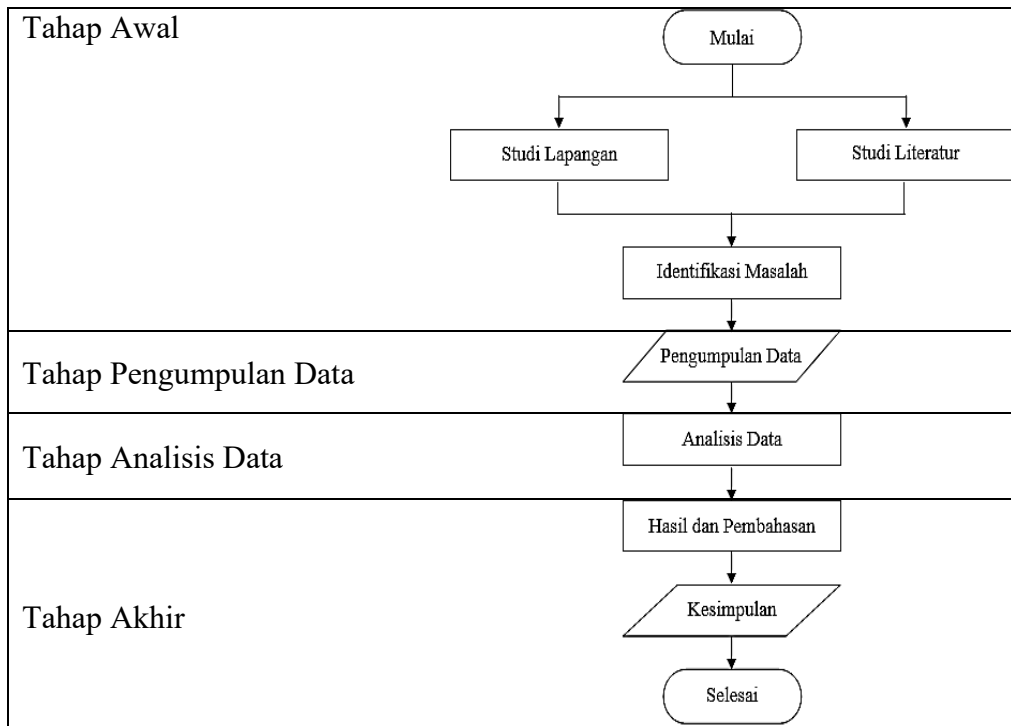
Dalam melakukan peramalan akan semakin baik digunakan jika persentase nilai MAPE semakin kecil, dibawah ini merupakan nilai interval kategori MAPE (Kasanah et al., 2022).

Tabel 2. Rentang Nilai MAPE

MAPE	Keterangan
< 10%	Sangat Baik
10% - 20%	Baik
20% - 50%	Layak
>50%	Buruk

C. METODE

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan pendekatan *time series forecasting*. Penelitian deskriptif kuantitatif adalah mendeskripsikan, meneliti dan menjelaskan sesuatu yang dipelajari apa adanya, dan menarik kesimpulan dari fenomena yang dapat diamati dengan menggunakan angka-angka (Florens Dianni Nurhabiba et al., 2023). Pada metode ini menjelaskan data yang diperoleh dan menganalisis sehingga diperoleh gambaran pemakaian baja AISI-4140 Ø 80 mm. Adapun tahapan dalam penelitian digambarkan pada diagram alir dibawah ini:



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

1. Tahap Awal

Tahap awal penelitian diawali dengan studi lapangan dan studi literatur. Studi lapangan dilakukan untuk memperoleh gambaran mengenai kondisi aktual perusahaan, khususnya terkait penggunaan baja AISI-4140 Ø 80 mm dalam proses produksi. Sementara itu, studi literatur dilakukan dengan mempelajari buku, jurnal, dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan peramalan, metode *Simple Moving Average* (SMA), *Single Exponential Smoothing* (SES), serta pengukuran tingkat kesalahan peramalan. Selanjutnya, dilakukan identifikasi masalah berdasarkan kondisi penggunaan material yang berfluktuasi sehingga dapat dirumuskan tujuan penelitian, yaitu membandingkan metode SMA dan SES dalam peramalan kebutuhan baja AISI-4140 Ø 80 mm di PT. SAL.

2. Tahap Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui wawancara tidak terstruktur dan observasi lapangan di PT. SAL. Wawancara dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai sejarah perusahaan, struktur organisasi, serta jenis baja yang memiliki frekuensi penggunaan produksi tertinggi. Sementara itu, observasi dilakukan melalui pengamatan langsung terhadap keadaan umum perusahaan dan proses produksi. Data sekunder diperoleh melalui dokumentasi berupa data historis pemakaian baja AISI-4140 Ø 80 mm periode Januari–Desember 2025 pada unit logistik PT. SAL yang digunakan sebagai dasar dalam proses peramalan. Selain itu, data sekunder juga diperoleh dari buku, jurnal, dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian.

3. Tahap Analisis Data

Didalam Analisis data, pengolahan data dilakukan secara manual dan bantuan *software* seperti *POM-QM* berdasarkan data yang telah di kumpulkan. Analisis data dilakukan sesuai dengan kaidah perhitungan metode *Simple Moving Average* (SMA), *Single Exponential Smoothing* (SES) dan pengujian tingkat *error*, masing-masing dengan pergerakan bulanan dan nilai *alpha* (α) yang telah ditentukan.

Adapun Algoritma dalam pengolahan data adalah sebagai berikut:

- a. Mengumpulkan dan tabulasi data pemakaian Baja AISI-4140 Ø 80 mm Januari-Desember 2025.
- b. Mengidentifikasi pola data
- c. Menentukan nilai pergerakan bulanan SMA.
- d. Menghitung nilai SMA dengan periode pergerakan yang telah ditentukan.
- e. Menghitung nilai tingkat akurasi *error* (MAE, MSE, dan MAPE).
- f. Menentukan nilai α .
- g. Menghitung nilai SES dengan α yang telah ditentukan.
- h. Menghitung nilai tingkat akurasi *error* (MAE, MSE, dan MAPE).

4. Tahap Akhir

Pada tahap akhir dilakukan pembahasan terhadap hasil peramalan menggunakan metode SMA dan SES serta perbandingan tingkat akurasi kedua metode berdasarkan nilai *error*. Selanjutnya, dilakukan penarikan kesimpulan berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Pemakaian Baja AISI-4140 Ø 80 mm

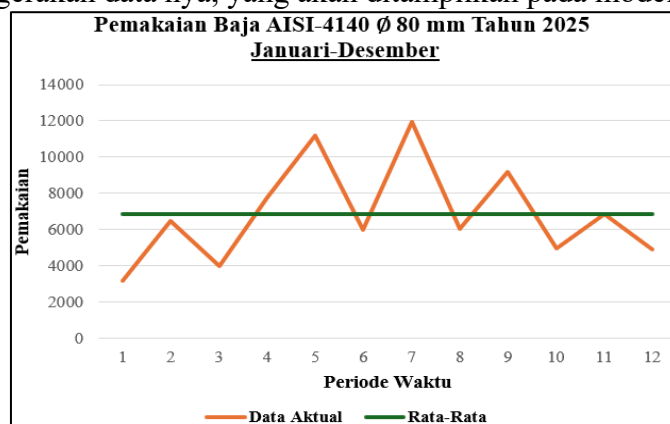
Berikut ini merupakan data historis pemakaian baja AISI-4140 Ø 80 mm dalam jangka waktu 12 bulan, yang dimulai dari bulan Januari 2025 hingga Desember 2025. Data ini diperoleh dari jumlah pemakaian aktual baja AISI-4140 Ø 80 mm perbulan.

Tabel 3. Data Historis Pemakaian Tahun 2025 Baja AISI-4140 Ø 80 mm

No	Bulan	Pemakaian (mm)
1	Januari	3.135
2	Februari	6.445
3	Maret	3.950
4	April	7.785
5	Mei	11.175
6	Juni	5.970
7	Juli	11.955
8	Agustus	6.015
9	September	9.165
10	Oktober	4.925
11	November	6.845
12	Desember	4.910

Sumber: PT. SAL (2026)

Berdasarkan data historis pada Tabel 3, maka dapat dilakukan identifikasi terkait bagaimana pola pergerakan data nya, yang akan ditampilkan pada model grafik berikut ini:



Gambar 3. Grafik Pola Data

Berdasarkan gambar 3 diatas, grafik penggunaan material AISI-4140 Ø 80 mm selama periode Januari–Desember 2025 data menunjukkan pola horizontal (level) dengan fluktuasi yang bersifat acak (random). Hal tersebut ditunjukkan oleh nilai penggunaan material yang berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata tanpa menunjukkan kecenderungan (tren) meningkat atau menurun secara konsisten serta tidak membentuk pola musiman yang berulang. Melihat hal itu, metode Simple Moving Average (SMA) dan Single Exponential Smoothing (SES) dipilih karena kedua metode tersebut sesuai untuk meramalkan data dengan pola horizontal dan tanpa adanya unsur tren, musiman, atau bahkan siklus.

2. Pengolahan Data dengan Metode SMA

a. Penentuan Nilai Periode Pergerakan

Sebelum melakukan perhitungan peramalan dengan metode SMA terlebih dahulu harus diketahui nilai dari periode pergerakannya. Nilai periode pergerakan yang digunakan berkisar antara 2 (dua) sampai dengan 11 (sebelas) bulan, dikarenakan jumlah periode yang dimiliki

sebanyak 12 (dua belas) bulan. Penentuan nilai periode pergerakan dilakukan secara trial and error dimulai dari 2 (dua) sampai dengan 11 (sebelas) bulan untuk melihat pada nilai periode pergerakan berapa mendapatkan MAPE terkecil.

Tabel 4. Nilai periode Pergerakan Terbaik Metode SMA

Periode Pergerakan (Bulan)	MAPE
2	31,694 %
3	38,702 %
4	36,841 %
5	34,474 %
6	40,086 %
7	36,232 %
8	38,841 %
9	36,921 %
10	27,103 %
11	43,242 %

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4 didapat nilai periode pergerakan terbaik adalah 10 bulan dengan MAPE terkecil 27,103 %.

b. Perhitungan Nilai SMA dan Tingkat Akurasi *Error*

Dibawah ini merupakan data pemakaian baja AISI-4140 Ø 80 mm tahun 2025 yang telah dilakukan perhitungan Simple Moving Average dengan pergerakan 10 bulan. Berikut ini contoh perhitungan manual dengan menggunakan persamaan metode *Simple Moving Average* untuk periode bergerak 10 bulan.

$$SMA = \frac{\sum A_i}{n}$$

$$SMA_{November, 2025} = \frac{3.135 + \dots + 4.925}{10} = \mathbf{7052}$$

Setelah mengetahui nilai peramalan pada setiap periode, maka tahap selanjutnya adalah menghitung nilai tingkat akurasi kesalahan (*error*) peramalan yaitu nilai MAD, MSE, dan MAPE. Berikut ini contoh perhitungan manual dengan menggunakan persamaan masing-masing dari MAD, MSE, dan MAPE.

$$MAD = \frac{\sum |Aktual - peramalan|}{n} = \frac{|6845 - 7052| + |4910 - 7423|}{2} = \mathbf{1360}$$

$$MSE = \frac{\sum |ERROR|^2}{n} = \frac{|6845 - 7052|^2 + |4910 - 7423|^2}{2} = \mathbf{3179009}$$

$$MAPE = \frac{\sum \left(\frac{|Aktual - Peramalan|}{Aktual} \times 100\% \right)}{n}$$

$$= \frac{\left(\frac{|6845 - 7052|}{6845} \times 100\% \right) + \left(\frac{|4910 - 7423|}{4910} \times 100\% \right)}{2} = \mathbf{27,10 \%}$$

Berikut ini merupakan hasil perhitungan keseluruhan dari *Simple Moving Average* pergerakan 10 bulan. dan Tingkat akurasi *error* peramalannya.

Tabel 5. Perhitungan Nilai SMA dan Tingkat Akurasi *Error*

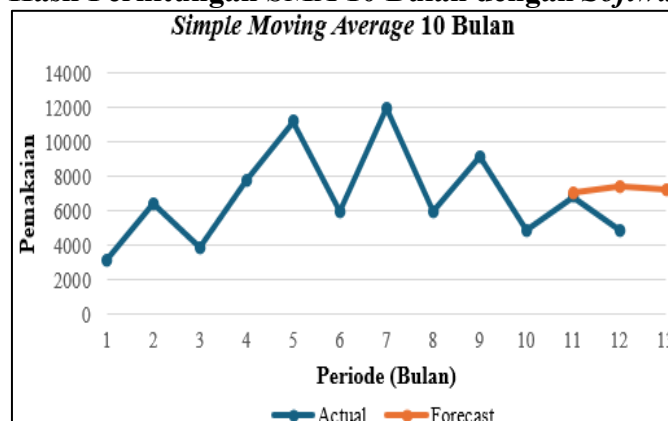
Periode	Aktual	Peramalan	Error	Error	Error ²	APE (%)
Januari	3135	-	-	-	-	-
Februari	6445	-	-	-	-	-
Maret	3950	-	-	-	-	-
April	7785	-	-	-	-	-
Mei	11175	-	-	-	-	-

ARTIKEL

Juni	5970	-	-	-	-	-
Juli	11955	-	-	-	-	-
Agustus	6015	-	-	-	-	-
September	9165	-	-	-	-	-
Oktober	4925	-	-	-	-	-
November	6845	7052	-207,0	207,0	42849	3,02
Desember	4910	7423	-2513,0	2513,0	6315169	51,18
SMA		7269,50	-	-	-	-
MAD				1360		
MSE					3179009	
MAPE						27,10 %

SMA Pergerakan 10 Bulan Solution	
Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	-1360
MAD (Mean Absolute Deviation)	1360
MSE (Mean Squared Error)	3179009
Standard Error (denom=n-2=0)	NA
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	27,103%
Forecast	
next period	7269,5

Gambar 4. Hasil Perhitungan SMA 10 Bulan dengan Software POM-QM



Gambar 5. Grafik Peramalan SMA 10 Bulan

Hasil perhitungan peramalan (forecasting) pemakaian baja AISI-4140 Ø 80 mm dengan metode Simple Moving Average pada bulan Januari 2026, dengan pergerakan 10 bulan sebanyak 7.269,50 mm atau dapat dibulatkan menjadi 7.270 mm dengan nilai MAD 1.360; MSE 3.179.009; dan MAPE 27,103%.

3. Pengolahan Data dengan Metode SES

a. Penentuan Nilai Alpha (α) dengan Perhitungan Manual

Sebelum melakukan perhitungan peramalan dengan metode SES terlebih dahulu harus diketahui nilai dari *alpha* konstanta (α). Nilai konstanta *alpha* (α) yang digunakan berkisar $0 \leq \alpha \leq 1$. Penentuan nilai *alpha* (α) dapat dilakukan secara perhitungan manual dengan *trial and error* dimulai dari $\alpha = 0,1$ sampai dengan $\alpha = 0,9$ untuk melihat pada nilai *alpha* (α) berapa

mendapatkan MAPE terkecil (Fachrurrazi, 2019). Berikut ini hasil tabulasi perhitungan manual dengan *trial and error*.

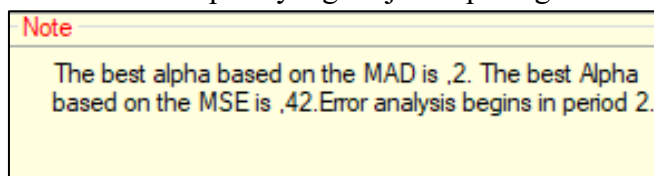
Tabel 6. Nilai α Terbaik Metode SES

Nilai α	MAPE
0,1	33,50 %
0,2	31,73 %
0,3	34,89 %
0,4	37,21 %
0,5	39,33 %
0,6	41,96 %
0,7	44,85 %
0,8	48,12 %
0,9	51,86 %

Berdasarkan hasil perhitungan dari Tabel 6. didapat nilai α terbaik adalah 0,2 dengan MAPE terkecil 31,73%.

b. Penentuan Nilai α secara Otomatis

Pada penelitian ini selain menggunakan perhitungan manual dengan *trial and error*, penentuan nilai α dilakukan juga menggunakan *software POM-QM* dengan sistem *generate* otomatis. Nilai α terbaik dipilih berdasarkan nilai kesalahan terkecil, khususnya nilai MAPE atau MAD seperti yang tunjukan pada gambar dibawah ini.



Gambar 6. Hasil *generate* otomatis nilai α dengan POM-QM

Berdasarkan hasil *generate* otomatis pada Gambar 6 diatas diperoleh nilai α sebesar 0,2.

c. Perhitungan Nilai SES dan Tingkat Akurasi Error

Dibawah ini merupakan data pemakaian baja AISI-4140 Ø 80 mm tahun 2025 yang telah dilakukan perhitungan *Single Exponential Smoothing* dengan $\alpha = 0,2$. Berikut ini contoh perhitungan manual dengan menggunakan persamaan metode *Single Exponential Smoothing* dengan $\alpha = 0,2$.

$$F_t = F_{t-1} + \alpha (A_t - F_{t-1})$$

$$F_{Maret,2025} = 3135 + 0,2(6445 - 3135) = \mathbf{3797}$$

Setelah mengetahui nilai peramalan pada setiap periode, maka tahap selanjutnya adalah menghitung nilai tingkat akurasi kesalahan (*error*) peramalan yaitu nilai MAD, MSE, dan MAPE. Berikut ini contoh perhitungan manual dengan menggunakan persamaan masing-masing dari MAD, MSE, dan MAPE.

$$MAD = \frac{\sum |Aktual - peramalan|}{n} = \frac{|6445 - 3135| + \dots + |4910 - 6871,24|}{11}$$

$$= \mathbf{1360}$$

$$MSE = \frac{\sum |ERROR|^2}{n} = \frac{|6445 - 3135|^2 + \dots + |4910 - 6871,24|^2}{11} = \mathbf{3179009}$$

$$MAPE = \frac{\sum \left(\frac{|Aktual - Peramalan|}{Aktual} \times 100\% \right)}{n}$$

$$= \frac{\left(\frac{|6445 - 3135|}{6445} \times 100\%\right) + \dots + \left(\frac{|4910 - 6871,24|}{4910} \times 100\%\right)}{11}$$

$$= 27,10 \%$$

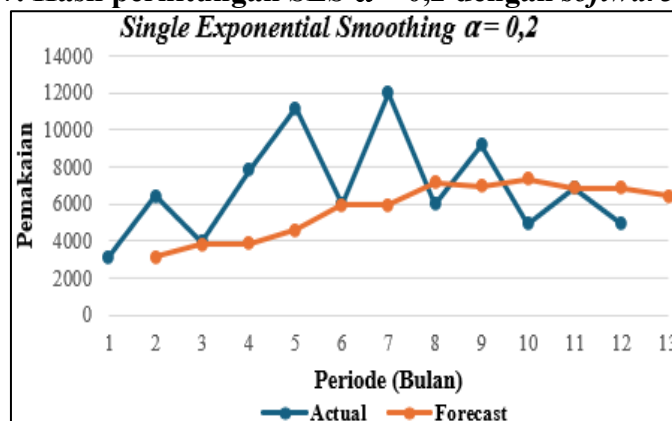
Berikut ini merupakan hasil perhitungan keseluruhan dari *Single Exponential Smoothing* dengan $\alpha = 0,2$ dan tingkat akurasi *error* peramalannya.

Tabel 7. Perhitungan nilai SES dan tingkat akurasi *error*

Periode	Aktual	Peramalan	Error	Error	Error ²	APE (%)
Januari	3135	-	-	-	-	-
Februari	6445	3135	3310	3310	10956100	51,36
Maret	3950	3797	153	153	23409	3,87
April	7785	3827,60	3957,40	3957,40	15661014,8	50,83
Mei	11175	4619,08	6555,92	6555,92	42980087	58,67
Juni	5970	5930,26	39,74	39,74	1578,9	0,67
Juli	11955	5938,21	6016,79	6016,79	36201747,5	50,33
Agustus	6015	7141,57	-1126,57	1126,57	1269157,6	18,73
September	9165	6916,26	2248,74	2248,74	5056853,3	24,54
Oktober	4925	7366	-2441	2441	5958501,2	49,56
November	6845	6877,80	-32,80	32,80	1076,1	0,48
Desember	4910	6871,24	-1961,24	1961,24	3846472,7	39,94
SES		6478,99	-	-	-	-
MAD				2531,20		
MSE					11086910	
MAPE						31,73%

SES alpha (α) = 0,2 Solution	
Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	1519,998
MAD (Mean Absolute Deviation)	2531,201
MSE (Mean Squared Error)	11086910
Standard Error (denom=n-2=9)	3681,123
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	31,725%
Forecast	
next period	6478,995

Gambar 7. Hasil perhitungan SES $\alpha = 0,2$ dengan software POM-QM



Gambar 8. Grafik peramalan SES $\alpha = 0,2$

Hasil perhitungan peramalan (*forecasting*) pemakaian baja AISI-4140 Ø 80 mm dengan metode *Single Exponential Smoothing* pada bulan Januari 2026, dengan nilai α (0,2) sebanyak 6.478,99 mm atau dapat dibulatkan menjadi 6.479 mm dengan nilai MAD 2531,20; MSE 11.086.910; dan MAPE 31,725% atau dapat dibulatkan 31,73%.

Berdasarkan hasil perhitungan peramalan yang telah dilakukan menggunakan metode *Simple Moving Average* (SMA) dan *Single Exponential Smoothing* (SES), kemudian dilakukan analisis tingkat akurasi dengan membandingkan nilai kesalahan (*error*) dari masing-masing metode.

Tabel 8. Perbandingan nilai peramalan dan tingkat akurasi *error*

Metode Peramalan	Peramalan Januari 2026	MAD	MSE	MAPE
SMA, n = 10	7.269,5	1360	3.179.009	27,10%
SES, $\alpha = 0.2$	6.478,99	2531,20	11.086.910	31,73%

Berdasarkan Tabel 8, dilakukan perbandingan tingkat akurasi antara metode *Simple Moving Average* (SMA) periode 10 bulan dan *Single Exponential Smoothing* (SES) dengan nilai $\alpha = 0,2$. Perbandingan dilakukan menggunakan tiga ukuran kesalahan peramalan, yaitu *Mean Absolute Deviation* (MAD), *Mean Squared Error* (MSE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

Hasil perbandingan menunjukkan bahwa metode *Simple Moving Average* (SMA) periode 10 bulan menghasilkan nilai MAD sebesar 1.360; MSE sebesar 3.179.009; dan MAPE sebesar 27,10%; yang merupakan nilai kesalahan terkecil dibandingkan metode lainnya. Melihat hal ini, metode yang paling akurat dari peramalan baja AISI-4140 Ø 80 mm adalah Metode *Simple Moving Average* (SMA) dengan pergerakan 10 bulan dan berdasarkan rentang nilai MAPE pada bab tinjauan pustaka sebelumnya hasil peramalan ini termasuk dalam kategori Layak.

E. KESIMPULAN

Hasil dari peramalan pemakaian baja AISI-4140 Ø 80 mm untuk periode bulan berikutnya yakni januari 2026 dengan metode *Simple Moving Average* dengan pergerakan 10 bulan sebanyak 7269,5 mm dan untuk metode *Single Exponential Smoothing* dengan $\alpha = 0.2$ sebanyak 6478,99 mm. Berdasarkan hasil analisis untuk menentukan metode peramalan yang paling akurat antara *Simple Moving Average* (SMA) dan *Single Exponential Smoothing* (SES), diperoleh bahwa metode *Simple Moving Average* dengan periode pergerakan 10 bulan merupakan metode terbaik untuk meramalkan kebutuhan baja AISI-4140 Ø 80 mm pada periode Januari 2026. Metode tersebut menghasilkan nilai kesalahan terkecil, yaitu MAD sebesar 1.360; MSE sebesar 3.179.009; dan MAPE sebesar 27,10%.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, G. N. (2018). *Manajemen Operasi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Anita, A. (2023). Perbaikan Pengendalian Persediaan Melalui Peramalan Permintaan Menggunakan Metode Tren Analisis. *Jurnal Ilmiah Teknik*, 2(1), 83–92. <https://doi.org/10.56127/juit.v2i1.507>
- Badaruddin, M., Sugiyanto, Wardono, H., Andoko, Wang, C. J., & Rivai, A. K. (2019). Improvement of low-cycle fatigue resistance in AISI 4140 steel by annealing treatment. *International Journal of Fatigue*, 125, 406–417. <https://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2019.04.020>
- Chaerunnisa, N., & Momon, A. (2021). Perbandingan Metode Single Exponential Smoothing Dan Moving Average Pada Peramalan Penjualan Produk Minyak Goreng Di Pt Tunas

- Baru Lampung. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 6(2), 101–106. <https://doi.org/10.33884/jrsi.v6i2.3694>
- Claesson, E. (2014). *Development of a heat treatment method to form a duplex microstructure of lower bainite and martensite in AISI 4140 steel*. Royal Institute of Technology. Sweden.
- Fachrurrazi, S. (2019). Peramalan Penjualan Obat Menggunakan Metode Single Exponential Smoothing Pada Toko Obat Bintang Geurugok. *TECHSI - Jurnal Teknik Informatika*, 7(1), 19–30. <https://doi.org/10.29103/techsi.v7i1.178>
- Florens Dianni Nurhabiba, Misdalina Misdalina, & Tanzimah. (2023). Kemampuan Higher Order Thinking Skill (Hots) Dalam Pembelajaran Berdiferensiasi Sd 19 Palembang. *Didaktik : Jurnal Ilmiah PGSD STKIP Subang*, 9(3), 492–504. <https://doi.org/10.36989/didaktik.v9i3.1405>
- Gulo, E. S. D., Hulu, T. H. S., Kakisina, S. M., & Mendrofa, M. S. D. (2024). Analisis Peramalan Persediaan Barang Menggunakan Metode Moving Average Dan Exponential Smoothing Pada CV. Sanjaya Bangun Pratama. *Jurnal Ekonomi Bisnis, Manajemen Dan Akuntansi (JEBMA)*, 4(3), 1703–1716. <https://doi.org/10.47709/jebma.v4i3.4788>
- Heizer, J., Render, B., & Muson, C. (2020). *Operations Management : Sustainability and Supply Chain Management*. Pearson Higher Educations.
- Kasanah, E. S., Yuana, H., & Budiman, S. N. (2022). Implementasi Metode Single Exponential Smoothing Dalam Peramalan Penjualan Minuman Boba. *Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*, 16(2), 180–189.
- Kristanti, N., & Darsyah, M. Y. (2018). Perbandingan Peramalan Metode Single Exponential Smoothing dan Double Exponential Smoothing pada Karakteristik Penduduk Bekerja di Indonesia Tahun 2017. *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Unimus*, 1, 368–374.
- Leuwol, N. V, Manuhutu, M. A., Tandibua, S., & Kondjol, S. E. (2021). Moving Average Sebagai Metode Analisa Peramalan Persediaan Gelas Kaca (Studi Kasus: Toko Top Senyum). *Jurnal Elektro Luceat*, 7(2), 2–8. <https://doi.org/10.32531/jelekn.v7i2.413>
- Rahmawati, R., Azhar, Z., & Marpaung, N. (2021). Penerapan Metode Weight Moving Avarage Untuk Peramalan Persediaan Kosmetik Pada Toko Robin. *Seminar Nasional Informatika (SENATIKA)*, 449–453.
- Rusdiana, A. (2014). *Manajemen Operasi*. Bandung: Pustaka Setia.
- Setyawati, M. A. P., & Nisah, F. A. (2024). Implementasi Metode Moving Average dan Regresi Linier pada Peramalan Permintaan Mie di PT XYZ. *J. Tek. Ind. Terintegrasi*, 7(2), 766–775. <https://doi.org/10.31004/jutin.v7i2.26749>
- Ulatan, M., Celik, O. N., Gasan, H., & Er, U. (2010). Effect of different surface treatment methods on the friction and wear behavior of AISI 4140 steel. *Journal of Materials Science and Technology*, 26(3), 251–257. [https://doi.org/10.1016/S1005-0302\(10\)60042-4](https://doi.org/10.1016/S1005-0302(10)60042-4)
- Wirabhuana, A., Farihah, T., & Agustina, D. (2014). *Bahan Ajar Sistem Prduksi: Vol. I*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Wulandari, W. (2020). Implementasi Sistem Peramalan Persediaan Barang Menggunakan Metode Moving Average. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 4(3), 70–77. <https://doi.org/10.30865/mib.v4i3.2199>
- Yamit, Z. (2003). *Manajemen Operasi dan Produksi*. Ekonisia.