

Implementasi Metode Peramalan Moving Average dan Single Exponential Smoothing dalam Memprediksi Kebutuhan Bearing pada PT XYZ

Implementation of the Moving Average and Single Exponential Smoothing Forecasting Methods in Predicting Bearing Needs at PT XYZ

Taufik Hidayat^{1)*}, Adilla Khairani²⁾, Salwa Adisa Putri³⁾, Febriyanto⁴⁾

^{1,2,3)} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi dan Bisnis Energi, Institut Teknologi PLN, Jakarta Barat, Indonesia

⁴⁾ Program Studi Magister Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti, Jakarta Barat, Indonesia

email: ¹⁾taufikhidayat@itpln.ac.id

Informasi Artikel

Diterima:

Submitted:
18/12/2024

Diperbaiki:

Revised:
07/03/2025

Disetujui:

Accepted:
11/03/2025

*) Taufik Hidayat
taufikhidayat@itpln.ac.id

DOI:
<https://doi.org/10.32502/integrasi.v10i1.431>

Abstrak

Mengantisipasi permintaan di masa mendatang merupakan tindakan awal yang dilakukan organisasi untuk merancang strategi produksi dan manajemen inventaris. Bearing berfungsi sebagai bahan baku utama dalam proses produksi PT XYZ, dan ketidaktersediaannya dapat mengganggu operasi secara signifikan. Oleh karena itu, peramalan sangat penting untuk memperkirakan kebutuhan di masa mendatang secara akurat. Analisis ini menggabungkan metode peramalan seperti *Moving Average* (MA) dan *Single Exponential Smoothing* (SES). Metrik kesalahan yang digunakan *Mean Absolute Deviation* (MAD), *Mean Squared Error* (MSE), serta *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) serta validasi menggunakan teknik *Moving Range*. Berdasarkan pengumpulan data, analisis, dan evaluasi, metode *Single Exponential Smoothing* (SES) menghasilkan metrik kesalahan terkecil, dengan MAD bernilai 1.130,71, MSE bernilai 1.768.881,21, dan MAPE bernilai 23,86%. Perhitungan *Moving Range* (MR) pada angka 1.311,22, dengan *Upper Control Limit* (UCL) bernilai 3.487,84 dan *Lower Control Limit* (LCL) bernilai -3.487,84. Produksi yang diramalkan untuk periode berikutnya adalah 6.607 unit, yang mana penggunaan metode ini dapat dipergunakan dalam memperkirakan kebutuhan bearing di masa mendatang.

Kata kunci: Peramalan, *Moving Average*, *Single Exponential Smoothing*, *Moving Range*.

Abstract

Anticipating future demand is the initial action taken by an organization to design a production strategy and inventory management. Bearings serve as the main raw material in PT XYZ's production process, and their unavailability can significantly disrupt operations. Therefore, forecasting is essential to accurately estimate future needs. This analysis combines forecasting methods such as Moving Average (MA) and Single Exponential Smoothing (SES). The error metrics used are Mean Absolute Deviation (MAD), Mean Squared Error (MSE), and Mean Absolute Percentage Error (MAPE) and validation using the Moving Range technique. Based on data collection, analysis, and evaluation, the Single Exponential Smoothing (SES) method produces the smallest error metrics, with MAD valued at 1,130.71, MSE valued at 1,768,881.21, and MAPE valued at 23.86%. Moving Range (MR) calculation at 1,311.22, with Upper Control Limit (UCL) of 3,487.84 and Lower Control Limit (LCL) of -3,487.84. The predicted production for the next period is 6,607 units, which the use of this method can be used in estimating future bearing needs..

Keywords: Forecasting, *Moving Average*, *Single Exponential Smoothing*, *Moving Range*.

Pendahuluan

Bearing berfungsi sebagai penopang poros yang berputar, yang secara efektif mencegah kontak langsung antara poros gandar dan rumah roda. Komponen-komponen ini dirancang untuk mengurangi gesekan, memastikan pergerakan roda yang mulus sekaligus menjaga stabilitas [1]. Keakuratan rotasi rolling bearing adalah indeks utama kinerja bantalan, yang berperan penting dalam kinerja putaran poros peralatan [2].

Peramalan merupakan sebuah alat dalam pengambilan keputusan dan perencanaan. Teori Peramalan berlandaskan pada pemahaman bahwa informasi dari masa kini dan masa lalu dapat dimanfaatkan untuk meramalkan kejadian di masa depan [3]. Peramalan melibatkan proyeksi kebutuhan atau kejadian di masa mendatang dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti kualitas, kuantitas, lokasi, dan waktu untuk mencapai berbagai tujuan [4]. Peramalan merupakan instrumen penting untuk mengintegrasikan sumber daya ke dalam alur kerja operasional [5]. Peramalan permintaan mengacu pada proses memperkirakan tingkat permintaan produk yang diantisipasi dalam jangka waktu tertentu [6].

PT XYZ merupakan sebuah perusahaan yang salah satu bidangnya yaitu sistem konveyor, perawatan konveyor dan solusi perlindungan permukaan yang pelanggan terbanyaknya adalah perusahaan – perusahaan yang bergerak di industri pertambangan. Bearing merupakan bahan baku penting untuk proses produksinya, yang merupakan komponen penting dari penawaran produknya. Perusahaan menggunakan peramalan untuk memperkirakan jumlah bearing yang dibutuhkan, sehingga mencegah penundaan produksi karena kekurangan material, yang dapat merusak kepercayaan pelanggan. Kondisi permasalahan PT XYZ apabila tidak melakukan peramalan yaitu akan kesulitan memenuhi kebutuhan customer pada saat permintaan sedang tinggi,

khususnya permintaan yang terkait dengan proyek besar pembangunan atau ekspansi wilayah pertambangan. Beberapa studi mengenai peramalan salah satunya dilakukan oleh [7] yang mana pada penelitian ini melakukan Analisa peramalan kebutuhan bahan baku dengan menggunakan tiga metode peramalan *time series*. Perbedaan penelitian tersebut dengan penelitian ini yaitu pada tahap verifikasi peramalan dimana pada penelitian yang dilakukan [7] tidak melakukan verifikasi data peramalan, sementara pada penelitian ini menggunakan metode *Moving Range* dalam melakukan verifikasi data peramalan. Data Permintaan produk Bearing sangat dibutuhkan untuk melakukan peramalan. Berikut data permintaan *Bearing* PT XYZ periode Januari 2022 – Desember 2023 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Permintaan *Bearing* Periode Januari 2022 – Desember 2023

Bulan/tahun	Permintaan
Jan-22	7.397
Feb-22	6.519
Mar-22	5.636
Apr-22	4.717
May-22	4.442
Jun-22	6.846
Jul-22	7.096
Aug-22	3.897
Sep-22	5.079
Oct-22	8.812
Nov-22	6.972
Dec-22	6.410
Jan-23	2.498
Feb-23	2.515
Mar-23	6.164
Apr-23	3.092
May-23	6.607
Jun-23	5.840
Jul-23	7.258
Aug-23	9.106
Sep-23	8.135
Oct-23	7.958

Nov-23	6.038
Dec-23	5.620

Sumber : Data Perusahaan



Gambar 1. Grafik Permintaan *Bearing* Periode Januari 2022 – Desember 2023

Menurut Tabel 1 dan Gambar 1, data tersebut mengungkap pola yang biasanya dianalisis menggunakan teknik *Moving Average* serta *Single Exponential Smoothing* [8]. Metode *Moving Average* menghilangkan fluktuasi acak pada data deret waktu dengan merata-ratakan nilai selama periode berturut-turut [9]. Metode *Single Exponential Smoothing* menerapkan konstanta penghalusan untuk menitikberatkan pada data terbaru. Setelah proses peramalan kemudian melakukan analisis kesalahan dengan membandingkan hasil yang diproyeksikan dengan data aktual, dengan tingkat kesalahan angka yang rendah menandakan bahwa ketepatan tinggi dalam perhitungan peramalan. *Moving Range* adalah suatu proses verifikasi yang dilakukan untuk menilai sejauh mana fungsi peramalan yang akan digunakan sudah memadai dalam memprediksi data yang akan dianalisis [10].

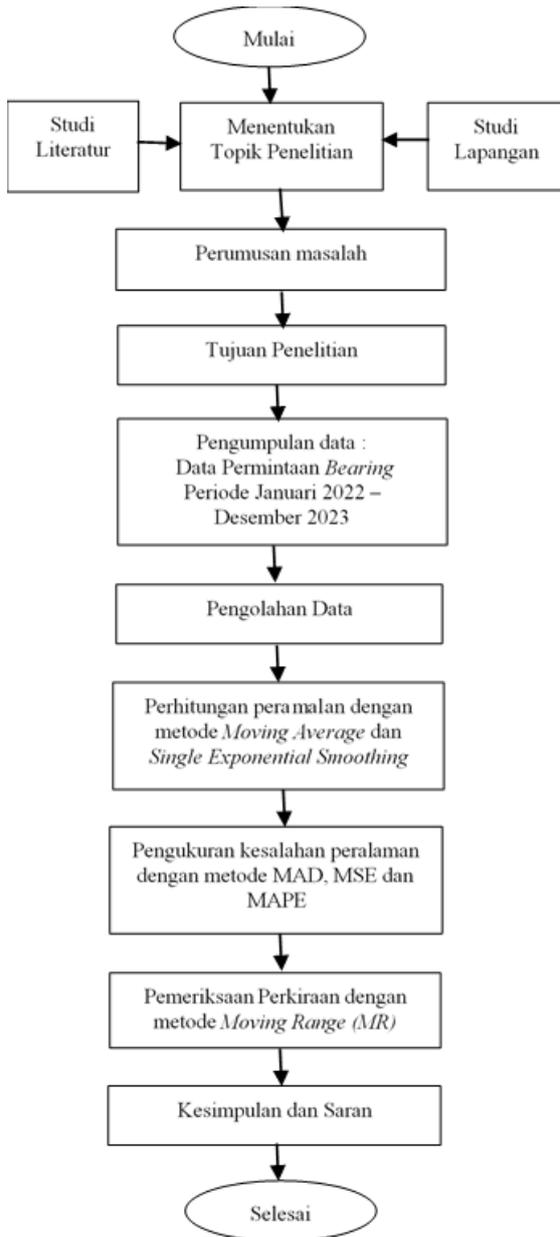
Penelitian ini berupaya untuk memprediksi kebutuhan *bearing* untuk tahun 2024 menggunakan metode *Standard Estimation Error* terkecil yang divalidasi oleh teknik *Moving Range* dimana tujuan dari dilakukannya Peramalan bagi PT XYZ yaitu Perusahaan akan dengan mudah memprediksi kebutuhan stok komponen *bearing* dalam kurun waktu produksi tertentu.

Metode

Dalam melaksanakan penelitian ini beberapa langkah yang harus dilaksanakan yaitu :

1. Identifikasi masalah : kesulitan memenuhi kebutuhan customer pada saat permintaan sedang tinggi, khususnya permintaan yang terkait dengan project besar pembangunan atau ekspansi wilayah pertambangan merupakan suatu permasalahan yang ada pada PT XYZ.
2. Berdasarkan identifikasi masalah yang ada maka diperlukan sebuah peramalan untuk mengatasi variabilitas permintaan berdasarkan data – data historis yang ada dengan metode – metode peramalan yang ada
3. Tujuan penelitian : mengetahui berapa tingkat permintaan *bearing* dalam periode 1 tahun kedepan untuk memastikan ketersediaannya sesuai permintaan pelanggan
4. Pengumpulan data dimana data yang diambil yaitu 2 tahun mulai dari Januari 2022 - Desember 2023
5. Pengolahan data dimulai dari melihat pola data yang ada kemudian Melakukan peramalan dengan menggunakan pendekatan yang tepat sesuai dengan pola data yang tersedia
6. Melakukan pengukuran kesalahan Peramalan
7. Melakukan pemeriksaan dari Peramalan yang sudah di dapat
8. Memberikan kesimpulan dan saran

Gambar 2 menyajikan diagram alir yang dirancang untuk mendukung proses penelitian.



Gambar 2. *Flowchart* Penelitian

Peramalan

Peramalan biasanya didasarkan pada data historis, yang dianalisis melalui berbagai pendekatan. Data historis dikumpulkan, diperiksa, dan dikorelasikan dari waktu ke waktu. Mengingat dimensi temporal, analisis tersebut membantu memproyeksikan aktivitas masa mendatang [11]. Keuntungan peramalan terbukti dalam pengambilan keputusan, di mana kebijakan yang efektif diinformasikan oleh pengetahuan yang diperoleh dari peristiwa masa lalu [12].

Peramalan dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai metodologi di berbagai parameter. Tidak ada pendekatan yang optimal secara universal, sebaliknya metode harus disesuaikan dengan persyaratan – persyaratan tertentu yang dibutuhkan [13]. Tantangan peramalan sangat bervariasi berdasarkan faktor-faktor seperti cakrawala waktu yang dipertimbangkan [14]. Metode peramalan secara luas dikategorikan menjadi pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Keduanya menghasilkan ramalan numerik, tetapi prosesnya berbeda. Pendekatan kualitatif bergantung pada keahlian dan penilaian manusia. Sebaliknya, pendekatan kuantitatif menggunakan teknik formal yang didasarkan pada prinsip matematika dan data historis untuk memperkirakan kebutuhan masa mendatang [15]. Ada begitu banyak cara peramalan, banyak hal yang dapat diramalkan, dan begitu banyak keadaan yang berbeda, sehingga tidak ada satu pun metode peramalan yang selalu terbaik. Pilihan ini bergantung pada banyak faktor, termasuk yang berikut:

- Waktu yang tercakup di masa depan
- Ketersediaan data historis
- Relevansi data historis dengan masa depan
- Jenis produk
- Variabilitas permintaan
- Akurasi yang dibutuhkan dan biaya kesalahan
- Manfaat yang diharapkan dari prakiraan
- Jumlah uang dan waktu yang tersedia untuk prakiraan [16]

Metode yang paling rumit dan mahal belum tentu memberikan hasil terbaik. Metode yang sederhana dapat memberikan hasil yang sangat baik, sedangkan metode yang rumit dapat memberikan hasil yang sangat buruk. Oleh karena itu, kita harus mempertimbangkan dengan saksama pilihan metode dan tidak terburu-buru memilih yang paling mahal. Kita dapat mengklasifikasikan metode peramalan dalam beberapa cara, dimulai dengan waktu yang dicakup di masa mendatang.

1. Prakiraan jangka panjang melihat ke depan beberapa tahun – waktu yang dibutuhkan untuk membangun pabrik baru atau mengatur fasilitas baru.

2. Prakiraan jangka menengah melihat ke depan antara tiga bulan dan satu tahun – waktu yang dibutuhkan untuk mengganti produk lama dengan yang baru atau mengatur sumber daya.
3. Prakiraan jangka pendek mencakup beberapa minggu ke depan – menggambarkan permintaan berkelanjutan untuk suatu produk atau menjadwalkan operasi [16].

Metode peramalan berdasarkan penilaian adalah penilaian subjektif, biasanya berdasarkan pendapat para ahli. Untuk manajemen inventaris, para ahli ini mungkin termasuk pemasok, departemen pembelian, penjaga toko, tenaga penjualan, pelanggan, organisasi yang memasok barang serupa atau terkait, tinjauan perdagangan, publikasi pemerintah, dan sebagainya. Metode ini sangat fleksibel dan dapat digunakan dalam berbagai situasi, tetapi tidak dapat diandalkan seperti peramalan kuantitatif [16].

Ditemukan 4 tipe pola data dalam peramalan yakni:

1. *Trend* : Pola tren menggambarkan dinamika data yang terus naik atau turun seiring waktu
2. Musiman (*Seasonality*) : Pola musiman muncul karena faktor-faktor seperti variasi cuaca dan periode liburan.
3. Siklus (*Cycles*) : Pola siklus terjadi ketika fluktuasi data membentuk gelombang selama periode yang panjang, sering kali dipengaruhi oleh peristiwa seperti perubahan politik atau ekonomi, yang umumnya disebut sebagai siklus bisnis.
4. *Stasionary/Horizontal/Random variation* : Pola ini dicirikan oleh data yang beresilasi secara acak mengelilingi rata-rata tanpa membentuk tren, musim, atau siklus yang berbeda [6].

Kriteria untuk mengevaluasi metode peramalan meliputi:

1. Keakuratan peramalan dinilai melalui konsistensi dan keandalan. Peramalan dianggap bias jika peramalan tersebut secara signifikan melebih-lebihkan atau meremehkan hasil aktual. Konsistensi tercapai jika kesalahan prediksi tetap minimal.
2. Peramalan biaya berbeda-beda berdasarkan volume yang

diestimasi, jangka waktu peramalan, dan teknik peramalan khusus yang digunakan.

3. Kejelasan: Mengadopsi metode peramalan yang ringkas dan lugas yang mudah dirancang dan diterapkan dapat secara substansial meningkatkan profitabilitas organisasi bisnis [17].

Moving average

Beberapa teknik tersedia untuk melakukan peramalan deret waktu, seperti *Moving Average*. Ketika data historis tidak memiliki komponen musiman atau tren yang jelas, teknik *Moving Average* menjadi sangat relevan. Metode ini digunakan secara luas untuk mengidentifikasi pola berulang dalam kumpulan data deret waktu [18]. *Moving average* bergerak menghitung peramalan dengan merata-ratakan permintaan selama periode tertentu (m) dan menggunakannya untuk memproyeksikan permintaan periode mendatang. Misalnya, jika *Moving Average* tiga bulan diterapkan, peramalan untuk bulan keempat diperoleh setelah menganalisis data dari tiga bulan sebelumnya. Proses ini dilakukan secara berulang [19][17]. Pendekatan *Moving Average* dicirikan oleh beberapa fitur khas, termasuk:

1. Data historis dari periode yang ditentukan sangat penting untuk menghasilkan prediksi untuk siklus atau jangka waktu berikutnya.
2. Hasil peramalan yang diperoleh menggunakan teknik *Moving Average* menunjukkan hasil yang lebih halus seiring dengan meningkatnya rentang data yang digunakan, yang menekankan efek penghalusan yang melekat dalam metode prediktif ini [9].

Rumus matematika untuk melakukan peramalan dengan metode *Moving Average* dinyatakan:

$$F_{n+1} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$$

Keterangan :

- F_{n+1} = Peramalan periode n+1
 n = Jumlah Periode [20][21]

Single Exponential Smoothing

Metode *Smoothing Exponential* menggabungkan mekanisme pembobotan di mana titik data diberi bobot yang bervariasi, biasanya berdasarkan distribusi eksponensial. Meskipun pendekatan ini menggunakan bobot yang lebih rumit, namun masih relatif mudah untuk diterapkan dalam peramalan [22]. *Single exponential smoothing* adalah metode peramalan jangka pendek. Pendekatan ini menganggap data berubah di sekitar nilai rata-rata tetap tanpa tren yang terlihat atau variasi yang signifikan [8]. Estimasi parameter penghalusan biasanya dibatasi pada nilai dalam kisaran nol hingga satu [3].

Metode ini menghadapi tantangan dalam memilih nilai α (alfa) yang optimal untuk meminimalkan kesalahan peramalan, karena nilai tersebut harus mematuhi kondisi ($0 < \alpha \leq 1$). Berbagai strategi untuk menentukan nilai α meliputi :

1. Gunakan nilai α yang mendekati satu untuk kumpulan data dengan fluktuasi tidak teratur atau variasi acak selama jangka waktu tertentu,
2. Gunakan nilai α mendekati nol untuk kumpulan data yang menunjukkan pola konsisten atau variabilitas minimal [8].

Rumus untuk memperkirakan nilai metode *Single Exponential Smoothing* disajikan:

$$f_{t+1} = \alpha y_t + (1 - \alpha) f_t$$

Keterangan :

f_{t+1} = Peramalan untuk waktu ke - t + 1

α = Nilai Konstanta 0 hingga 1

y_t = Data waktu ke-t

f_t = Peramalan waktu sebelumnya [3][23]

Evaluasi Peramalan

Untuk mengevaluasi efisiensi metode peramalan, kriteria harus dipilih yang mengukur perbedaan antara nilai permintaan yang diperkirakan dan actual [24]. Metrik untuk menilai kinerja peramalan meliputi:

1. MAD (Mean Absolute Deviation)

MAD mengukur rata-rata perbedaan absolut antara nilai yang diprediksi dan yang diamati selama jangka waktu tertentu, terlepas dari apakah nilai yang diperkirakan melebihi atau kurang dari data actual [24].

MAD dimanfaatkan dalam menilai akurasi peramalan dalam satuan yang sama dengan kumpulan data asli [24]. Rumus menghitung MAD dirinci:

$$MAD = \sum \left| \frac{A_t - F_t}{n} \right|$$

Keterangan :

A_t = Permintaan waktu ke-t

F_t = Peramalan waktu ke-t

n = Jumlah waktu yang digunakan

2. MSE (Mean Square Error)

MSE menghitung rata-rata deviasi kuadrat antara pengamatan aktual dan nilai yang diprediksi [25]. Pendekatan ini mengompensasi kesalahan peramalan yang signifikan dengan memperkuat deviasi yang lebih besar melalui pemangkatan kuadrat [22]. Persamaan untuk MSE dinyatakan:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2$$

Keterangan :

x_i = Permintaan waktu ke-t

y_i = Peramalan Waktu ke-t

n = Jumlah waktu yang digunakan

3. MAPE (Mean Absolute Percentage Error)

MAPE ialah indikator ketidakakuratan proporsional, *MAPE* sering dianggap lebih mendalam daripada MAD, akibat merepresentasikan deviasi peramalan sebagai persentase dari permintaan aktual, memberikan pemahaman yang lebih jelas tentang apakah kesalahan tersebut terlalu optimis atau pesimis [26]. *MAPE* mengevaluasi besarnya kesalahan peramalan dalam kaitannya dengan titik data aktual [22]. Rumus untuk *MAPE* diartikulasikan:

$$MAPE = \sum_{i=1}^n \frac{|x_i - y_i|}{x_i} \times 100$$

Dimana :

x_i = Permintaan waktu ke-t

y_i = Peramalan waktu ke-t

n = Jumlah waktu yang dipakai

4. Verifikasi *Moving Range*

Prinsip utama validasi peramalan adalah membagi kumpulan data menjadi dua segmen: satu untuk mengembangkan model peramalan dan yang lainnya untuk mengevaluasi keandalan model dan risiko terkait.

Verifikasi peramalan berfungsi sebagai mekanisme untuk menentukan tingkat keberhasilan metode peramalan yang diterapkan[27]. *Moving Range Moving Range* digunakan sebagai alat verifikasi untuk memastikan fungsi peramalan secara akurat mewakili data yang diprediksi, menggunakan persamaan [10]:

$$MR = |(d'_t - d_t) - (d'_{t-1} - d_{t-1})|$$

Perhitungan *Moving Range* rata-rata dilakukan memanfaatkan rumus

$$\overline{MR} = \sum \frac{MR}{n - 1}$$

Variabel (n) mewakili jumlah periode yang dipertimbangkan

Batas kendali data dapat ditetapkan melalui rumus [10] (10):

$$UCL = 2,66 \times \overline{MR}$$

$$LCL = -2,66 \times \overline{MR}$$

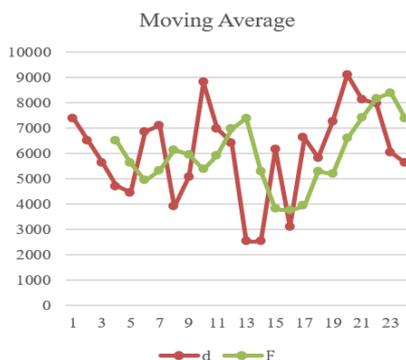
Hasil dan Pembahasan

Hasil Penelitian

Peramalan dihitung dalam memanfaatkan Microsoft Excel.

1. *Moving Average*

Moving Average dihitung untuk periode tiga bulan, menghasilkan hasil :



Gambar 3. Grafik Peramalan *Moving Average*

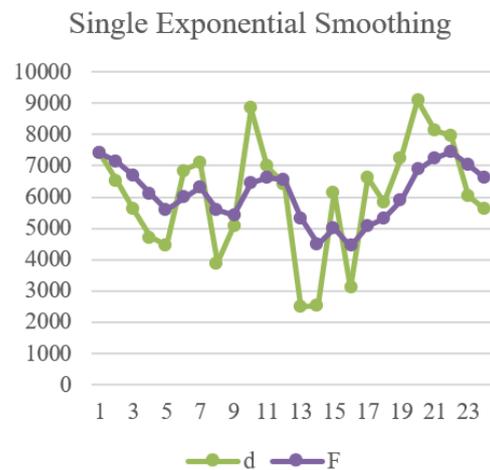
Tabel 2 di bawah ini memberikan perbandingan nilai prediksi yang diperoleh dari metode *Moving Average*:

Tabel 2. Verifikasi Peramalan *Moving Average*

Verifikasi	Nilai
<i>Mean Absolute Deviation /MAD</i>	1.599,10
<i>Mean Squared Error/MSE</i>	3.985.234,2
<i>Mean Absolute Percentage /MAPE</i>	33,68

2. *Single Exponential Smoothing*

Untuk metode *Single Exponential Smoothing*, faktor pembobotan (α) bernilai 0,3 yg digunakan dan menghasilkan:



Gambar 3. Grafik Peramalan *Single Exponential Smoothing*

Tabel 3 menampilkan perbandingan nilai peramalan yang diperoleh dari teknik *Single Exponential Smoothing*:

Tabel 3. Verifikasi Peramalan *Single Exponential Smoothing*

Verifikasi Peramalan	Nilai
<i>Mean Absolute Deviation /MAD</i>	1.130,71
<i>Mean Squared Error/MSE</i>	1.768.881,21
<i>Mean Absolute Percentage /MAPE</i>	23,86

3. Verifikasi *Moving Range*

Menurut evaluasi peramalan, metode *Single Exponential Smoothing* menghasilkan lebih sedikit kesalahan

dibandingkan dengan teknik *Moving Average*. Langkah terakhir melibatkan verifikasi perhitungan peramalan menggunakan metode *Moving Range*, dengan hasil yang dirangkum pada Tabel 4:

Tabel 4. Verifikasi *Moving Range*

t	d	F	F - d	MR
1	7.397	7.397		
2	6.519	7.134	615	0
3	5.636	6.685	1.049	434
4	4.717	6.095	1.378	329
5	4.442	5.599	1.157	221
6	6.846	5.973	-873	2.030
7	7.096	6.310	-786	87
8	3.897	5.586	1.689	2.475
9	5.079	5.434	355	1.334
10	8.812	6.447	-2.365	2.720
11	6.972	6.605	-367	1.998
12	6.410	6.547	137	504
13	2.498	5.332	2.834	2.697
14	2.515	4.487	1.972	862
15	6.164	4.990	-1.174	3.146
16	3.092	4.421	1.329	2.503
17	6.607	5.077	-1.530	2.859
18	5.840	5.306	-534	996
19	7.258	5.892	-1.366	832
20	9.106	6.856	-2.250	884
21	8.135	7.240	-895	1.355
22	7.958	7.455	-503	392
23	6.038	7.030	992	1.495
24	5.620	6.607	987	5

Dengan menggunakan data dalam Tabel 4, *Moving Range* rata-rata dihitung:

$$\overline{MR} = \frac{30.158}{23} = 1.311,22$$

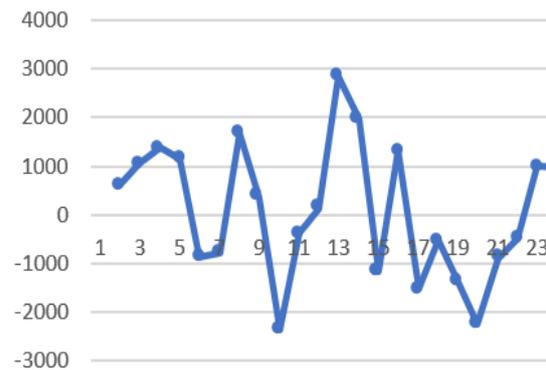
Dengan angka Batas Kontrol Atas yakni:

$$UCL = 2,66 \times 1.311,22 = 3.487,84$$

Dan angka Batas Kontrol Bawah yakni:

$$LCL = -2,66 \times 1.311,22 = -3.487,84$$

Peta *Moving Range*



Gambar 4. Verifikasi *Moving Range*

Grafik *Moving Range* menggambarkan bahwa semua titik data tetap berada dalam batas kendali, yang menunjukkan bahwa bisnis dapat secara andal menggunakan metode pemulusan eksponensial tunggal untuk proyeksi masa depan seperti yang dapat dilihat pada Tabel 5 berikut :

Tabel 5. Hasil Peramalan

Bulan	Tahun	F
Januari	2024	7.397
Februari	2024	7.134
Maret	2024	6.685
April	2024	6.095
Mei	2024	5.599
Juni	2024	5.973
Juli	2024	6.310
Agustus	2024	5.586
September	2024	5.434
Oktober	2024	6.447
November	2024	6.605
Desember	2024	6.547

Simpulan

Berdasarkan analisis perhitungan peramalan, teknik *Single Exponential Smoothing* menunjukkan tingkat kesalahan yang lebih rendah daripada metode *Moving Average*, menjadikannya pilihan yang lebih tepat untuk memprediksi tren permintaan. Hasil analisis peramalan untuk teknik pemulusan eksponensial tunggal menunjukkan MAD bernilai 1.130,71, MSE bernilai 1.768.881,21, dan MAPE bernilai 23,86%. Verifikasi *Moving Range* menghasilkan hasil bernilai 1.311,22, dalam UCL bernilai 3.487,84 serta LCL bernilai -

3.487,84. Permintaan yang diramalkan untuk periode berikutnya diperkirakan bernilai 6607 unit. Keterbatasan penelitian ini meliputi jangka waktu tiga bulan untuk metode *Moving Average* dan faktor pembobotan 0,3 untuk pemulusan eksponensial tunggal, yang dapat menimbulkan ketidakakuratan peramalan. Penelitian di masa mendatang harus mengeksplorasi penerapan jangka waktu dan faktor pembobotan alternatif untuk meningkatkan metodologi peramalan.

Daftar Pustaka

- [1] E. S. Wijianti and Saparin, "Pengaruh Material Bearing Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Mobil Hemat Energi Tarsius GV-1," *Machine Jurnal Teknik Mesin*, vol. 4, no. 2, pp. 21–24, 2018.
- [2] L. Jishun, Y. Yongjian, and X. Yujun, "Forecast for Radial Runout of Outer Ring in Cylindrical Roller Bearing," in *Procedia CIRP*, Elsevier B.V., 2017, pp. 375–379.
- [3] F. Petropoulos *et al.*, "Forecasting: theory and practice," *Int J Forecast*, vol. 38, no. 3, pp. 705–871, Jul. 2022.
- [4] N. Kusumawardani, M. R. Afandi, and L. P. Riani, "Analisis Forecasting Demand dengan Metode *Linear Exponential Smoothing* (Studi pada Produk Batik Fendy, Klaten)," *Jurnal Ekonomi & Pendidikan*, vol. 2, no. 16, pp. 81–89, 2019.
- [5] X. Huang, T. Zhao, B. Huang, Z. Zhang, and M. Yue, "Advancing energy system optimization via data-centric task-oriented forecasting: An application in PV-battery operation," *Appl Energy*, vol. 378, Jan. 2025.
- [6] F. Pakaja, A. Naba, and Purwanto, "Peramalan Penjualan Mobil Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan dan Certainty Factor," *Jurnal EECCIS*, vol. 6, no. 1, pp. 23–28, Jun. 2012.
- [7] M. F. Tiranda, T. P. Utomo, S. Anungputri, and H. Al Rasyid, "Analisis Peramalan Kebutuhan Bahan Baku pada PT Alta Kencana Raya," *Jurnal Agroindustri Berkelanjutan*, vol. 1, no. 2, pp. 262–270, Sep. 2022.
- [8] M. W. Putri and F. N. Azizah, "Perbandingan Metode Peramalan *Moving Average*, *Single Exponential Smoothing*, dan *Trend Analysis* pada Permintaan Produksi Art Board (Studi Kasus PT Pindo Deli Pulp and Paper Mills 1)," *Jurnal Rekayasa Sistem dan Industri*, vol. 8, no. 02, pp. 104–109, 2021.
- [9] E. S. Bilaffayza, W. Wahyudin, and D. Herwanto, "Forecasting Demand of *Moving Average* and *Linier Regression Methods* in Predicting the Production of K93 Disc Brake Product (Case Study of PT United Steel Center Indonesia)," *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri (JRSI)*, vol. 10, no. 01, p. 32, Jul. 2023.
- [10] A. Lusiana and P. Yuliarty, "Penerapan Metode Peramalan (*Forecasting*) pada Permintaan atap di PT X," *Industri Inovatif-Jurnal Teknik Industri ITN Malang*, vol. 10, pp. 11–20, Mar. 2020.
- [11] S. Mulyani, D. Hayati, A. N. Sari, and S. Nasional Banjarmasin, "Analisis Metode Peramalan (*Forecasting*) Penjualan Sepeda Motor Honda dalam Menyusun Anggaran Penjualan pada PT Trio Motor Martadinata Banjarmasin," *Dinamika Ekonomi Jurnal Ekonomi dan Bisnis*, vol. 14, no. 1, pp. 178–188, Mar. 2021.
- [12] S. N. Budiman, "Peramalan *Stock* Barang Dagangan Menggunakan Metode *Single Exponential Smoothing*," *Jurnal Teknologi dan Manajemen Informatika*, vol. 7, no. 2, pp. 113–121, 2021.
- [13] D. Waters, "Inventory Control and Management, 2nd ed. John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex PO19 8SQ, England, 2003.
- [14] S. Nahmias and T. L. Olsen, *Production and Operations Analysis, Strategy • Quality •*

- Analytics • Application*, 7th ed. Waveland Press, Inc, 2015.
- [15] S. F. Sinulingga, *Perencanaan & Pengendalian Produksi*, 1st ed. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2009.
- [16] D. Waters, *Inventory Control and Management*. Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons Ltd, 2003.
- [17] M. Ngantung and A. Hasan Jan, "Analisis Peramalan Permintaan Obat Antibiotik pada Apotik Edelweis Tatelu," *Jurnal EMBA*, vol. 7, no. 4, pp. 4859–4867, Jul. 2019.
- [18] A. Nurlifa and S. Kusumadewi, "Sistem Peramalan Jumlah Penjualan Menggunakan Metode Moving Average Pada Rumah Jilbab Zaky," *Jurnal Inovtek Polbeng - Seri Informatika*, vol. 2, no. 1, pp. 18–25, Jun. 2017.
- [19] A. R. Mohammed, K. S. Hassan, and M. A. M. Abdel-Aal, "Moving Average Smoothing for Gregory-Newton Interpolation: A Novel Approach for Short-Term Demand Forecasting," in *IFAC-PapersOnLine*, Elsevier B.V., 2022, pp. 749–754.
- [20] D. Oktarini, I. Pratiwi, and O. P. Utami, "Perencanaan Pengendalian Produksi dan Persediaan pada Industri Karet PT Melania Indonesia," *Integrasi, Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, vol. 2, no. 2, pp. 16–24, Oct. 2017.
- [21] N. Aprilianti, I. Setiawan, and N. Yusuf, "Peramalan Permintaan Produk Sale Pisang pada Industri 'Sahabat' di Dusun Cijoho Desa Margajaya Kecamatan Sukadana Kabupaten Ciamis," *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agroinfo Galuh*, vol. 7, pp. 634–642, Sep. 2020.
- [22] N. Luh, W. Sri, R. Ginantra, I. Bagus, and G. Anandita, "Penerapan Metode Single Exponential Smoothing Dalam Peramalan Penjualan Barang," *Jurnal Sains Komputer & Informatika (J-SAKTI)*, vol. 3, no. 2, pp. 433–441, Sep. 2019.
- [23] E. Asynari, D. Wahyudi, and Q. Aeni, "Analisis Peramalan Permintaan pada Geprek Bensu Menggunakan Metode Time Series," *JURTEKSI (Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi)*, vol. 3, pp. 2407–1811, Aug. 2020.
- [24] F. Ahmad, "Penentuan Metode Peramalan pada Produksi Part New Granada Bowl ST di PT.X," *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, vol. 7, no. 1, p. 31, May 2020, doi: 10.24853/jisi.7.1.31-39.
- [25] S. R. Srivastava, Y. K. Meena, and G. Singh, "Forecasting on Covid-19 infection waves using a rough set filter driven moving average models," *Appl Soft Comput*, vol. 131, pp. 1–26, Dec. 2022.
- [26] M. H. Hamirsa and R. Rumita, "Usulan Perencanaan Peramalan (Forecasting) dan Safety Stock Persediaan Spare Part Busi Champion Type RA7YC-2 (EV-01/EW-01/2) Menggunakan Metode Time Series pada PT Triangle Motorindo Semarang," *Industrial Engineering Online Journal*, vol. 11, no. 1, pp. 1–10, Jun. 2022.
- [27] P. N. Eris, D. A. Nohe, and S. Wahyuningsih, "Peramalan Dengan Metode Smoothing dan Verifikasi Metode Peramalan Dengan Grafik Pengendali Moving Range (MR) (Studi Kasus: Produksi Air Bersih di PDAM Tirta Kencana Samarinda)," *Jurnal EKSPONENSIAL*, vol. 5, no. 2, 2014.