

ANALISIS PERSEDIAAN PUPUK ZA MENGGUNAKAN METODE MINIMUM-MAXIMUM DI PT XYZ

Faryz Reynaldy^{1*}, Rizki Achmad Darajatun², Sukanta³
^{1,2,3}Teknik Industri, Universitas Singaperbangsa Karawang
faryzreynaldy123@gmail.com¹

Submitted August 8, 2024; Revised November 8, 2024; Accepted November 9, 2024

Abstrak

PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dalam industri kimia berupa produk kimia seperti asam sulfat, aluminium sulfat, dan pupuk Amonium Sulfat. Pada praktiknya, diketahui bahwa masalah permintaan yang mengalami fluktuasi mengakibatkan ketidaksesuaian terhadap hasil peramalan yang membuat hal tersebut juga berdampak pada produksi berlebih yang dilakukan perusahaan. Terdapat kebijakan berupa *minimum order quantity* juga mempengaruhi perusahaan dalam memproduksi produk yang mengakibatkan terjadinya *over stock* persediaan produk. Oleh karena itu, Penelitian ini bertujuan untuk menghitung peramalan produk sesuai metode time series serta memberi usulan kuantitas setiap kali pemesanan bahan baku produk dengan pendekatan *Minimum-Maximum Stock*. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dilakukan perhitungan menggunakan beberapa metode peramalan yaitu metode *Double Exponential Smoothing* dan *Linear Regresssion* untuk mengetahui pemakaian pada periode selanjutnya. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode deskriptif dengan memaparkan hasil perhitungan berdasarkan data permintaan produk bulanan selama 2 tahun dari tahun 2022-2023. Berdasarkan hasil pengolahan data didapatkan bahwa metode peramalan terbaik menggunakan metode *Linear Regression* karena memiliki nilai *Mean Square Error* terkecil. Hasil peramalan kemudian digunakan untuk menentukan persediaan produk. Berdasarkan tingkat *service level* perusahaan sebesar 90%, didapatkan selisih persediaan produk antara perhitungan *Min-Max Stock* dengan kebijakan perusahaan sebesar 89% untuk stok pengaman, 36% untuk stok minimum, dan 28% untuk stok maksimum.

Kata Kunci : Peramalan, *Time Series*, Persediaan, *Min-Max*

Abstract

PT XYZ is a chemical industry company producing products such as sulfuric acid, aluminum sulfate, and ammonium sulfate fertilizer. In practice, fluctuating demand has caused inaccuracies in forecasting results, leading to company's excessive production. Additionally, the company's minimum order quantity policy contributes to overstocking issues. Therefore, this research aims to calculate product forecasts using time series method and provide a proposed quantity for each order of product raw materials with the Minimum-Maximum Stock approach through a Minimum-Maximum Stock approach. Based on these problems, calculations were conducted using several forecasting methods, namely the Double Exponential Smoothing and Linear Regression methods to predict usage in the next period. The research employed a quantitative descriptive method by presenting calculations based on monthly product demand data for 2 years from 2022 to 2023. The results of data processing indicate that the Linear Regression method provides the most accurate forecast, with the lowest Mean Square Error (MSE). The forecast results were then used to determine product inventory. Based on the company's service level of 90%, the research found discrepancies between the Min-Max Stock calculations and the company's current policy, with differences of 89% for safety stock, 36% for minimum stock, and 28% for maximum stock.

Keywords : Forecast, *Time Series*, Inventory, *Min-Max*

1. PENDAHULUAN

Industri kimia memiliki peran yang cukup penting dalam mendukung sektor industri

lainnya di Indonesia, hal ini juga memunculkan berbagai tantangan bagi pelaku utamanya, seperti PT XYZ.

Perusahaan ini, yang berkomitmen untuk menyediakan produk kimia berkualitas tinggi, menghadapi kesulitan dalam manajemen persediaan, khususnya terkait penumpukan stok yang berlebihan di gudang. Penelitian ini memfokuskan pada analisis data produk dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* (DES) dan *Linear Regression*, serta mengaplikasikan strategi manajemen persediaan menggunakan metode Min-Max.

Tantangan utama yang dihadapi oleh PT XYZ adalah penumpukan stok yang dapat menimbulkan berbagai dampak negatif, seperti risiko kerusakan atau kedaluwarsa, serta keterlambatan dalam pemenuhan permintaan pelanggan akibat manajemen persediaan yang kurang optimal. Situasi ini tidak hanya mengganggu operasional perusahaan tetapi juga berpotensi mengurangi kepuasan pelanggan dan menurunkan reputasi perusahaan. Evaluasi terhadap kedua metode ini diharapkan dapat meningkatkan ketepatan perencanaan persediaan sehingga perusahaan dapat mengoptimalkan manajemen persediaan, mengurangi risiko terkait, serta memenuhi permintaan pelanggan dengan lebih efisien dan tepat waktu.

Dalam konteks ini, peramalan data menjadi langkah awal yang krusial. *Double Exponential Smoothing* (DES) digunakan untuk menghitung rata-rata dari sejumlah periode waktu sebelumnya, sedangkan *Linear Regression* memodelkan hubungan linier antara variabel dependen (data produk) dan variabel independen (waktu). Metode ini digunakan untuk melakukan suatu kemungkinan ataupun peramalan, dengan melihat pengaruh antara dua maupun banyak variabel [1]. Kedua metode ini diaplikasikan untuk memahami dan memprediksi pola dan tren permintaan, dengan harapan hasil analisis dapat memberikan pandangan mendalam tentang fluktuasi permintaan produk.

Selain peramalan, penelitian ini juga membahas strategi pengelolaan persediaan dengan menerapkan metode *Min-Max*. Metode ini melibatkan penetapan tingkat minimum dan maksimum persediaan yang optimal untuk menghindari kelebihan stok dan memastikan ketersediaan produk saat dibutuhkan. Penerapan strategi ini diharapkan dapat menjadi solusi yang efektif dalam mengelola jumlah stok yang dipegang oleh perusahaan, mengurangi biaya penyimpanan, dan meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan. Hasil analisis yang diharapkan dari metode *Double Exponential Smoothing*, *Linear Regression*, dan *Min-Max Planning* akan memberikan pandangan yang lebih jelas tentang perbaikan yang dapat diimplementasikan oleh PT XYZ guna mengoptimalkan manajemen persediaan dan mengatasi masalah penumpukan stok yang berlebihan.

Peramalan merupakan sistem untuk memperkirakan kebutuhan yang akan diperlukan di masa mendatang yang berisikan kebutuhan dalam ukuran kuantitas, kualitas, waktu, serta lokasi yang dibutuhkan [2]. Metode peramalan yang dapat digunakan untuk menentukan permintaan meliputi metode peramalan deret waktu, yang terbagi menjadi metode *Double Exponential Smoothing* dan *Linear Regression*. Metode *Double Exponential Smoothing* adalah metode peramalan yang mengikuti pola fluktuasi data historis yang diperoleh selama suatu periode tertentu untuk memprediksi permintaan di masa mendatang [3]. *Linear Regression* merupakan metode statistik yang menganalisis hubungan antara variabel dependen dan satu atau lebih variabel independen untuk memprediksi nilai permintaan di masa depan. Penggunaan kedua metode ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih baik tentang pola permintaan, sehingga

membantu dalam perencanaan persediaan yang lebih efisien dan akurat [3].

Hasil peramalan tersebut selanjutnya diuji untuk mengetahui sejauh mana tingkat akurasi daripada peramalan yang telah dilakukan sebelumnya. Semakin kecil nilai kesalahan yang diperoleh dalam peramalan, semakin tepat hasil perhitungan peramalan tersebut [4]. *Mean Square Error* merupakan perhitungan uji akurasi yang digunakan untuk menghitung rata-rata kesalahan kuadrat nilai aktual terhadap peramalan.

Pengendalian persediaan adalah salah satu aktivitas dalam rangkaian kegiatan yang saling terkait dalam seluruh operasi produksi perusahaan tersebut, sesuai dengan perencanaan awal yang mencakup waktu, jumlah, kualitas, dan biaya [5].

Metode *min-max stock* adalah metode pengendalian bahan baku yang didasarkan atas asumsi bahwa persediaan bahan baku berada pada dua tingkat, yaitu tingkat maksimum dan tingkat minimum [6]. Inventaris yang besar akan meningkatkan biaya penyimpanan. Oleh karena itu, metode min-max diperlukan untuk menetapkan jumlah minimum dan maksimum persediaan agar perusahaan dapat menghindari kelebihan maupun kekurangan stok produksi [7].

Beberapa penelitian sebelumnya memiliki kemiripan dengan penelitian yang dilakukan, namun masing-masing penelitian memiliki fokus pada pengendalian persediaan dengan memperhatikan biaya penyimpanan dan biaya pengiriman seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Kinanthi [6]. Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengendalian persediaan bahan baku rokok dengan menggunakan metode *minimum maximum stock*. Metode pengendalian tersebut berhasil menghasilkan efisiensi biaya simpan hingga Rp. 700.000 setiap periode nya.

Penelitian yang dilakukan oleh Rachmawati [8], dilakukan untuk menghindari terjadinya *stockout* dan *overstock*. Hasil yang didapatkan setelah melakukan pengendalian persediaan menggunakan metode *min max* adalah ketersediaan bahan baku O-ring memberikan hasil 33,9 kali lebih kecil dibandingkan dengan kondisi eksistingnya. Hal ini memberikan hasil penurunan jumlah *overstock* sebesar 0,42%. Penelitian yang dilakukan oleh Salam [9], mengevaluasi perhitungan persediaan yang sudah diimplementasikan sebelumnya dengan metode *minimum-maximum*. Hasilnya menunjukkan adanya efisiensi penyimpanan dengan menggunakan metode *minimum-maximum stock* cara berturut-turut untuk bahan baku kain adalah 842 dan 430. Adapun total biaya persediaan bahan baku sebesar Rp. 6.313. Penelitian yang dilakukan oleh Mail [10], bertujuan untuk menghindari kelebihan dan kekurangan bahan baku dengan menghitung besarnya persediaan bahan baku. Adapun total biaya persediaan bahan baku kayu setelah menggunakan perhitungan dengan metode *minimum-maximum* adalah sebesar Rp. 11.413.727.560. Penelitian yang dilakukan oleh Hamzah [11], bertujuan untuk merancang peramalan kebutuhan bahan baku dan menentukan kuantitas pemesanan optimal dengan *Min-Max* untuk mengatasi masalah persediaan, terutama akibat ketidakcocokan permintaan dengan perkiraan. Hasil yang didapatkan yakni jenis peramalan yang dijadikan acuan dalam menentukan pengendalian persediaan karena memiliki nilai eror terkecil yakni metode peramalan *double exponential smoothing*. Penelitian yang dilakukan memberikan hasil minimum dan maksimum masing-masing sebesar 47.090 kg dan 88.526 kg. Penelitian yang dilakukan [6], [8], [9], dan [10] menghitung efisiensi dari penyimpanan bahan baku antara metode *min-max* dengan

kebijakan perusahaan yang berlaku. Namun penelitian-penelitian tersebut tidak memperhitungkan *service level* yang terdapat dalam perusahaan untuk menentukan stok pengaman objek penelitian yang dilakukan. Penelitian yang dilakukan oleh Hamzah [11] membahas pengendalian persediaan bahan baku dengan memperhitungkan *service level* perusahaan. Namun, waktu *lead time* yang diperlukan dalam penelitian tersebut relatif lebih singkat dibandingkan penelitian yang direncanakan. Penelitian tersebut belum secara khusus mengeksplorasi variabel *Minimum Order Quantity* (MOQ). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab penumpukan stok secara komprehensif dan mengevaluasi dua metode peramalan, yaitu *Double Exponential Smoothing* dan *Linear Regression*. Hasil peramalan tersebut, dievaluasi dengan metode pengendalian persediaan menggunakan *minimum* dan *maximum stock* yang harus disesuaikan dengan adanya kebijakan *minimum order quantity* yang ditetapkan oleh vendor perusahaan.

2. METODE PENELITIAN

Tahapan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan berbagai tahapan sebagai berikut



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Penelitian dimulai dengan menentukan objek penelitian, yaitu bahan atau produk yang akan dianalisis. Setelah itu, data terkait permintaan, *lead time*, dan faktor relevan lainnya dikumpulkan untuk mendukung perhitungan. Selanjutnya, dilakukan peramalan permintaan guna memperkirakan kebutuhan masa depan, diikuti dengan perhitungan stok pengaman untuk menjaga ketersediaan bahan selama fluktuasi permintaan atau keterlambatan pasokan. Setelah stok pengaman ditetapkan, level stok minimum dan maksimum dihitung berdasarkan peramalan. Langkah berikutnya adalah menentukan frekuensi pemesanan agar stok selalu berada di antara level minimum dan maksimum. Hasil dari seluruh

perhitungan ini dianalisis untuk mengevaluasi efektivitas kebijakan Min-Max stock. Akhirnya, penelitian disimpulkan dengan temuan dan rekomendasi yang relevan.

Metode Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan beberapa cara seperti dokumentasi yang diberikan oleh pihak perusahaan mengenai data permintaan produk yang dijadikan objek penelitian dan wawancara kepada *staff* pekerja mengenai kebijakan yang telah diterapkan perusahaan mengenai pengendalian persediaan produk. Objek penelitian yang dikaji merupakan data permintaan produk pupuk ZA (*Zwavelzure Amonium*) yang biasa digunakan untuk menambah unsur hara pada tanaman dan membantu tanaman agar dapat terhindar dari hama. Pupuk ZA diproduksi untuk keperluan masa tanam baik di dalam negeri maupun dijual ke luar negeri. Sehingga dapat dikatakan, walaupun masa tanam di dalam negeri selesai, produksi pupuk tetap dapat dilanjutkan untuk memenuhi permintaan di luar negeri. Pengolahan data dihitung per unit produk, di mana satu unit berisikan 50 KG produk.

Pengolahan data yang dilakukan pada penelitian memiliki asumsi bahwa lamanya waktu menunggu selalu tetap selama satu bulan dengan menggunakan metode peramalan *time series* untuk membandingkan peramalan yang telah dilakukan sebelumnya dan menjadi acuan dalam sistem persediaan untuk periode berikutnya. Adapun metode yang digunakan dalam melakukan peramalan permintaan adalah dengan menggunakan metode *double exponential smoothing*.

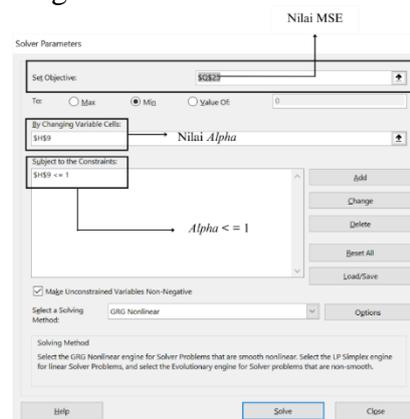
Double Exponential Smoothing

Peramalan permintaan menggunakan metode *double exponential smoothing* dimulai dengan menentukan nilai alpha optimum. Penentuan alpha optimum dalam penelitian ini menggunakan fitur *solver*

pada data analyzer di Ms.Excel. *Solver* membantu mengoptimalkan nilai alpha untuk meningkatkan akurasi peramalan permintaan, memastikan hasil yang lebih tepat dan dapat diandalkan.

Proses optimasi melibatkan beberapa komponen: "*objective function*" atau fungsi tujuan yang meminimumkan nilai MSE, "*decision variable*" yang merupakan variabel yang dapat diubah untuk mendapatkan nilai alpha optimal, dan "*constraint*" atau batasan yang menentukan kondisi atau batasan yang harus dipenuhi selama proses optimasi. Semua komponen ini bekerja bersama untuk menemukan solusi terbaik dalam model optimasi.

Hal ini merupakan suatu yang menjadi syarat dari suatu perubahan yang terjadi pada variabel keputusan. Berikut penentuan nilai alpha optimum dengan menggunakan bantuan *software* Microsoft Excel sebagai berikut



Gambar 2. Solver

Berdasarkan gambar 2 berupa hasil perhitungan nilai alpha optimum, didapatkan nilai alpha optimum sebesar $\alpha = 0,1$. Nilai ini digunakan untuk melakukan penghalusan terhadap nilai peramalan [12]. Setelah mendapatkan nilai alpha optimum, selanjutnya menghitung nilai *single exponential smoothing*. Adapun rumus peramalan *double exponential smoothing* sebagai berikut menurut [13] sebagai berikut

$$S't = aXt + (1 - a)St - 1 \quad (1)$$

$$S''t = aS't + (1 - a)S't - 1 \quad (2)$$

Keterangan:

$S't$: *Smoothing* Pertama

$S''t$: *Double Smoothing*

a : Nilai Alpha

Xt : Permintaan Bulan t

$St - 1$: *Smoothing* Bulan Sebelumnya

a : Konstanta pemulusan

b : Koefisien *Slope*

Linier Regression

Metode Regresi Linier merupakan suatu metode yang dapat digunakan untuk melakukan suatu kemungkinan ataupun peramalan, dengan melihat pengaruh antara dua maupun banyak variabel [1]. Adapun rumus perhitungan metode *linier regression* menurut [14] sebagai berikut

$$b = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (3)$$

Selanjutnya adalah menghitung nilai konstanta dalam metode regresi linier. Adapun rumus menghitung nilai konstanta adalah sebagai berikut

$$a = \frac{\sum y - b \sum x}{n} \quad (4)$$

Peramalan dilakukan dengan menambahkan konstanta dengan koefisien slope yang dikalikan dengan periode. Adapun rumus peramalan metode regresi linier sebagai berikut

$$Ft = a + bx \quad (5)$$

Keterangan

a : Nilai Konstanta

x : Permintaan

b : Koefisien *Slope*

Ft : *Forecast* (Peramalan)

Mean Square Error

Metode peramalan yang dilakukan sebelumnya, selanjutnya dilakukan uji akurasi peramalan untuk menentukan metode peramalan yang memiliki nilai *error* terkecil [15]. Uji akurasi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan perhitungan *Mean Square Error*. Hal ini dikarenakan data yang terdapat dalam periode penelitian merupakan data yang fluktuatif, sehingga perhitungan *mean square error* dapat digunakan karena sensitive terhadap selisih antara nilai peramalan dengan error yang dihasilkan.

Adapun rumus perhitungan nilai *mean square error* sebagai berikut

$$MSE = \frac{\sum (At - Ft)^2}{n} \quad (6)$$

Keterangan:

MSE : *Mean Square Error*

At : Data permintaan aktual

Ft : Data peramalan produk

Tracking Signal

Uji validasi dapat dilakukan pada metode *forecasting* dengan nilai *error* paling minimum daripada dua metode yang digunakan, di mana uji validasi tersebut dilakukan dengan cara menghitung *Tracking Signal* untuk melihat nilai yang tersebar melewati batas ataupun tidak [16]. Adapun rumus perhitungan *Tracking Signal* sebagai berikut

$$Tracking\ Signal = \frac{RSFE}{MAD} \quad (7)$$

Keterangan:

RSFE = *Running Sum of The Forecast Error*

MAD = *Mean Absolute Deviation*

Perhitungan stok pengaman dilakukan untuk menjaga sewaktu-waktu ada tambahan kebutuhan atau keterlambatan kedatangan barang [6]. Adapun rumus perhitungan sebagai berikut

$$SS = Z X \sigma X \sqrt{LT} \quad (8)$$

Perhitungan stok minimum adalah batas jumlah persediaan yang paling rendah atau kecil yang harus ada untuk suatu jenis bahan atau barang [17]. Adapun rumus perhitungan sebagai berikut

$$MIN = (D X LT) + SS \quad (9)$$

Perhitungan stok maksimum adalah batas jumlah persediaan yang paling tinggi atau maksimal yang dapat terisi untuk suatu jenis bahan atau barang (Adityana, 2018). Adapun rumus perhitungan sebagai berikut

$$MAX = 2(D X LT) + SS \quad (10)$$

Keterangan:

- SS : *Safety Stock*
- MIN : *Minimum Stock*
- MAX : *Maximum Stock*
- Z : Nilai Normalitas dari *service level* perusahaan ($Z 90\% = 1,28$)
- σ : Standar Deviasi Permintaan (bulan)
- LT : *Lead time* (bulan)
- D : Rataan Pemintaan

Frekuensi Pemesanan

Merupakan jumlah frekuensi seberapa sering suatu perusahaan memesan bahan atau produk dalam satu periode. Adapun rumus perhitungan sebagai berikut

$$F = \frac{T}{Q} \quad (11)$$

Keterangan:

- F : Frekuensi
- T : Jumlah Tahunan
- Q : Kuantitas Pemesanan

Analisis dan Pembahasan, hasil yang diperoleh dari pengolahan data akan memberikan usulan perbaikan terkait metode peramalan dan sistem persediaan produk pupuk. Sebelum masuk pada tahap

pengambilan keputusan diperlukan analisis dan pembahasan mendalam agar keputusan akhirnya sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.

Kesimpulan dan Saran, pada tahapan ini keputusan akhir penelitian sudah dapat *disimpulkan* dan beberapa saran dari kegiatan penelitian yang telah dilakukan dapat direkomendasikan untuk pabrik ataupun penelitian selanjutnya.

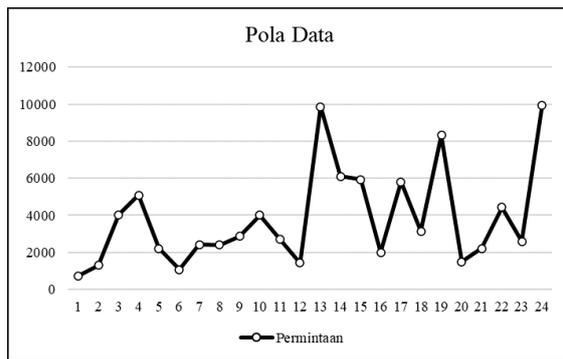
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil permintaan produk tahun 2022 hingga 2023 sebagai berikut

Tabel 1. Data Permintaan

Tahun	Bulan	<i>Demand</i> (unit)
2022	Januari	740
	Februari	1300
	Maret	4020
	April	5080
	Mei	2220
	Juni	1060
	Juli	2420
	Agustus	2400
	September	2870
	Oktober	4000
	November	2710
	Desember	1420
2023	Januari	9860
	Februari	6100
	Maret	5920
	April	2000
	Mei	5800
	Juni	3140
	Juli	8320
	Agustus	1490
	September	2220
	Oktober	4420
	November	2580
	Desember	9958

Berdasarkan data di atas, diketahui bahwa jumlah permintaan di atas produk dari tahun 2022 hingga tahun 2023 mengalami kenaikan dan penurunan permintaan. Data permintaan terlampir dalam grafik sebagai berikut:



Gambar 3. Pola Data

Berdasarkan grafik yang disajikan pada gambar 3 di atas, dapat dikatakan bahwa permintaan terhadap produk mengalami ketidakstabilan jumlah permintaan setiap bulannya. Namun secara keseluruhan, jumlah permintaan produk cenderung meningkat setiap tahunnya. Peramalan dilakukan terhadap data permintaan dengan metode peramalan *Double Exponential* serta *Linear Regression* untuk membandingkan nilai peramalan yang paling akurat berdasarkan *error* yang dihasilkan dari masing-masing metode. Perhitungan yang dilakukan dengan metode-metode di atas dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Perhitungan Peramalan

Periode (t)	Demand (x)	Verifikasi Data Peramalan	
		Regresi Linier	DES (0,1)
1	740	2125,6	0,0
2	1300	2274,3	0,0
3	4020	2423,0	852,0
4	5080	2571,6	1491,2
5	2220	2720,3	2246,2
6	1060	2869,0	2314,2
7	2420	3017,6	2136,2
8	2400	3166,3	2253,4
9	2870	3315,0	2345,9
10	4000	3463,7	2515,4
11	2710	3612,3	2882,2
12	1420	3761,0	2932,5
13	9860	3909,7	2713,1
14	6100	4058,3	4210,3
15	5920	4207,0	4727,7
16	2000	4355,7	5124,4
17	5800	4504,4	4669,7
18	3140	4653,0	5034,7
19	8320	4801,7	4806,0
20	1490	4950,4	5640,1
21	2220	5099,0	4976,6
22	4420	5247,7	4550,2
23	2580	5396,4	4621,5
24	9958	5545,1	4309,3
			5514,7
		MSE	5.654.911
			7.222.959

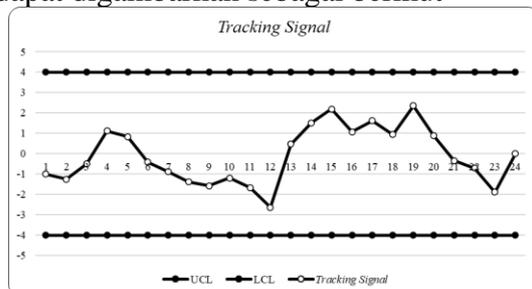
Berdasarkan tabel 2 di atas dapat dilihat bahwa peramalan dengan nilai MSE terkecil adalah peramalan dengan menggunakan metode regresi linier yang memiliki nilai MSE sebesar 5.654.911 dibandingkan dengan nilai MSE metode *double exponential smoothing* sebesar 7.222.959. Maka dapat dikatakan bahwa hasil peramalan dengan metode regresi linier memiliki perhitungan yang menunjukkan bahwa prediksi model lebih dekat ke nilai aktual daripada metode *Double exponential smoothing*.

Tabel 3. Perhitungan Tracking Signal

n (Periode)	A (Aktual)	F (Forecast Regresi)	Error	RSFE	Absolute Error	Cum. Absolute Error	MAD	Tracking Signal
1	740	2126	-1386	-1386	1386	1386	1386	-1
2	1300	2274	-974	-2360	2360	3746	1873	-1
3	4020	2423	1597	-763	763	4508	1503	-1
4	5080	2572	2508	1746	1746	6254	1563	1
5	2220	2720	-500	1245	1245	7499	1500	1
6	1060	2869	-1809	-564	564	8063	1344	0
7	2420	3018	-598	-1161	1161	9224	1318	-1
8	2400	3166	-766	-1928	1928	11152	1394	-1
9	2870	3315	-445	-2373	2373	13525	1503	-2
10	4000	3464	536	-1836	1836	15361	1536	-1
11	2710	3612	-902	-2739	2739	18100	1645	-2
12	1420	3761	-2341	-5080	5080	23179	1932	-3
13	9860	3910	5950	871	871	24050	1850	0
14	6100	4058	2042	2912	2912	26962	1926	2
15	5920	4207	1713	4625	4625	31588	2106	2
16	2000	4356	-2356	2270	2270	33857	2116	1
17	5800	4504	1296	3565	3565	37423	2201	2
18	3140	4653	-1513	2052	2052	39475	2193	1
19	8320	4802	3518	5571	5571	45045	2371	2
20	1490	4950	-3460	2110	2110	47156	2358	1
21	2220	5099	-2879	-769	769	47924	2282	0
22	4420	5248	-828	-1597	1597	49521	2251	-1
23	2580	5396	-2816	-4413	4413	53934	2345	-2
24	9958	5545	4413	0	0	53934	2247	0

Berdasarkan perhitungan di atas, (n) merupakan periode atau bulan, (a) adalah jumlah permintaan aktual produk, dan (f) adalah jumlah nilai peramalan produk menggunakan metode regresi linier. Error merupakan nilai kesalahan yang dihasilkan dari pengurangan nilai aktual (a) dengan nilai peramalan (f). RSFE (*Running Sum of Forecast Errors*) adalah akumulasi dari semua kesalahan peramalan yang terjadi dari waktu ke waktu. MAD (*Mean Absolute Deviation*) adalah ukuran yang digunakan untuk mengukur akurasi model peramalan dengan menghitung rata-rata absolut dari kesalahan peramalan. MAD dihitung untuk memberikan gambaran umum tentang seberapa besar kesalahan prediksi secara rata-rata.

Nilai *tracking signal* dari data peramalan yang menggunakan metode regresi linier memiliki rentang nilai antara -2 hingga 2. Rentang ini menunjukkan bahwa nilai persebaran data aktual dengan peramalan masih berada dalam batas yang ditentukan, yang mengindikasikan bahwa model peramalan tidak memiliki bias yang signifikan. Hasil peramalan yang dilakukan dengan metode regresi linier cukup akurat dan sesuai dengan data aktual. Model ini dapat diandalkan untuk digunakan dalam perencanaan persediaan dan keputusan bisnis lainnya. Akurasi yang ditunjukkan oleh nilai *tracking signal* dalam rentang yang dapat diterima memberikan kepercayaan bahwa model ini bekerja dengan baik dalam kondisi yang diberikan. Adapun hasil perhitungan *tracking signal* dapat digambarkan sebagai berikut



Gambar 2. Tracking Signal

Berdasarkan grafik di atas, menunjukkan bahwa garis data tidak keluar dari ambang batas atas maupun batas bawah kelas. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa hasil peramalan yang dilakukan perhitungan sudah sesuai.

Tabel 3. Hasil Peramalan

Regresi Linier		
Tahun	Periode	Forecast(Unit)
2024	25	5694
	26	5842
	27	5991
	28	6140
	29	6288
	30	6437
	31	6586
	32	6734
	33	6883
	34	7032
	35	7180
	36	7329
Jumlah		78137
Rata-Rata		5842
Standar Deviasi		536

Hasil perhitungan peramalan di atas kemudian digunakan untuk menentukan persediaan produk untuk periode 2024

Minimum Maximum Stock

Berdasarkan informasi yang didapatkan selama wawancara, Diketahui bahwa *service level* yang dimiliki oleh perusahaan adalah sebesar 90% dengan lead time bahan baku selama 1 bulan, maka diperoleh perhitungan persediaan sebagai berikut

Tabel 4. Z Score

Z	Percentage of cycles with shortages	Cycle service level (%)
0.00	50.0	50
0.84	20.0	80
1.00	15.9	84.1
1.04	15.0	85
1.28	10.0	90
1.48	7.0	93
1.64	5.0	95
1.88	3.0	97
2.00	2.3	97.7
2.33	1.0	99
2.58	0.5	99.5
3.00	0.1	99.9

Berdasarkan tabel 5 di atas, diketahui bahwa nilai Z perusahaan pada *service level* 90% adalah di angka 1,28. Nilai ini kemudian digunakan untuk menentukan stok pengaman pada perusahaan.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Persediaan

LT(Bulan)		1	Z Score	1,28	Min Order	10000
Bulan	Data Peramalan	Safety Stock (Unit)	Minimum Stock (Unit)	Maximum Stock (Unit)	Reorder Point (Unit)	Frequency (Unit)
1	5694					
2	5842					
3	5991					
4	6140					
5	6288					
6	6437					
7	6586					
8	6734	686	7198	13709	7198	8
9	6883					
10	7032					
11	7180					
12	7329					
Total	78137					
Rata-rata	6511					
Standar Deviasi	536,042011					

Tabel 6. Perbandingan Hasil Persediaan

Stok	Minimum-Maximum	Kebijakan Perusahaan	Selisih
Safety Stock	700	6.800	6.100
Minimum Stock	7.100	11.200	4.100
Maximum Stock	13.700	19.000	5.300
Pemesanan	8 Kali	12 Kali	4 Kali

Berdasarkan perhitungan persediaan dengan metode *minimum maximum* di atas, didapatkan selisih antara kebijakan perusahaan dan hasil perhitungan.

Nilai stok pengaman yang ditetapkan oleh perusahaan memiliki hasil sebesar 6800 unit, sedangkan nilai yang dihitung dengan metode *minimum maximum*, memiliki hasil sebesar 686 dibulatkan menjadi 700 unit. Sehingga terdapat selisih antara kebijakan perusahaan dan perhitungan persediaan menggunakan metode *minimum maximum* sebesar 6.100 unit atau selisih sebesar 89%. Stok *minimum* yang ditetapkan oleh perusahaan memiliki hasil sebesar 11.200 unit, sedangkan stok *minimum* yang dihitung dengan metode *minimum maximum* memiliki hasil sebesar 7.100 unit. Sehingga terdapat selisih antara kebijakan perusahaan dan perhitungan persediaan menggunakan metode *minimum maximum* sebesar 4.100 unit atau selisih sebesar 37%.

Stok *maximum* yang ditetapkan oleh perusahaan memiliki hasil sebesar 19.000 unit, sedangkan stok *maximum* yang dihitung dengan metode *minimum maximum* memiliki hasil sebesar 13.700 unit. Sehingga terdapat selisih antara kebijakan perusahaan dan perhitungan persediaan menggunakan metode *minimum maximum* sebesar 5.300 unit atau selisih sebesar 39%.

Kebijakan pemesanan bahan baku yang dilakukan perusahaan dalam satu periode adalah sebanyak 12 kali pemesanan, sedangkan frekuensi pemesanan yang dihasilkan adalah sebanyak 8 kali pemesanan.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dijelaskan sebelumnya, diketahui bahwa metode peramalan yang dijadikan sebagai acuan dalam perhitungan persediaan adalah metode peramalan *linier*

regression yakni sebesar 5.654.911. Hal ini dikarenakan metode ini memiliki nilai error yang lebih kecil dibandingkan metode *double exponential smoothing* yakni sebesar 7.222.959.

Hasil perhitungan persediaan menunjukkan bahwa stok pengaman sebesar 686 unit, stok minimal sebesar 7.198 unit, dan stok maksimal sebesar 13.709 unit. Ini mengoptimalkan kebutuhan stok di gudang dengan penurunan stok pengaman sebesar 6100 unit atau sebesar 89% dari total awal kebijakan penyimpanan, stok minimal sebesar 4100 unit atau sebesar 37% dari total awal kebijakan penyimpanan, dan stok maksimal sebesar 5300 unit atau sebesar 39% dari total awal kebijakan penyimpanan.

Hasil perhitungan persediaan, didapatkan kebijakan pemesanan bahan baku yakni dengan frekuensi pemesanan sebanyak 8 kali dengan ukuran kuantitas sekali pesan sebanyak 10.000 unit dengan kebijakan perusahaan sebesar 12 kali pemesanan, hal ini mengurangi frekuensi pemesanan bahan baku sebanyak 4 kali dalam satu periode.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] O. J. Ababil, "Penerapan Metode Regresi Linier Dalam Prediksi Penjualan Liquid Vape Di Toko Vapor Pandaan Berbasis Website," *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, P. 187, 2022.
- [2] A. Sudarismiati, "Analisis Peramalan Penjualan Untuk Menentukan Rencana Produksi Pada Ud Rifa'i," *Jurnal Unars*, P. 19, 2016.
- [3] A. R. Wardhani, "Studi Analisis Peramalan Dengan Metode Deret Berkala," *Jurnal Ilmiah Widiya Teknika*, P. 1, 2010.
- [4] R. Ramadania, "Peramalan Harga Beras Bulanan Di Tingkat Penggilingan Dengan Metode Weighted Moving Average," *Buletin Ilmiah Math. Stat. Dan Terapannya*, P. 330, 2018.
- [5] E. P. Lahu, "Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Guna Meminimalkan Biaya Persediaan Pada Dunkin Donuts Manado," *Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis, Dan Akuntansi*, P. 4177, 2016.
- [6] A. P. Kinanthi, "Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Menggunakan Metode Min-Max (Studi Kasus Pt.Djitoe Indonesia Tobacco)," *Jurnal Ilmiah Dan Teknik Industri*, P. 88, 2016.
- [7] N. Oktavia, "Penentuan Level Optimum Persediaan Spare Parts Di Pt. Xyz Menggunakan Minimum Maximum Stock Level (Mmsl)," *Jurnal Ilmiah Teknik Industri Dan Informasi*, Pp. 42-54, 2022.
- [8] N. L. Rachmawati, "Penerapan Metode Min-Max Untuk Minimasi Stockout Dan Overstockpersediaan Bahan Baku," *Jurnal Intech Teknik Industri Universitas Serang Raya*, Vol. 8, No. Ppic, Pp. 143-148, 2022.
- [9] A. Salam, "Pengendalian Persediaan Bahan Baku Menggunakan Metode Min-Maxstockpada Perusahaan Konveksi Gober Indo," *Jurnal Ekonomi Dan Manajemen Teknologi*, Vol. 2, No. Production Control And Logistics, Pp. 47-54, 2018.
- [10] A. Mail, "Pengendalian Persediaan Bahan Baku Menggunakan Metode Min-Max Stock Di PT. Panca Usaha Palopo Plywood," *Jurnal Industrial Engineering Managemet*, Vol. Vol 3 No 1, No. Supply Chain Management, Pp. 9-14, 2018.
- [11] I. A. P. Hamzah, "Pengendalian Persediaan Bahan Baku Plastik Dengan Metode Time Series Dan Pendekatan Min-Max Pada Pt The Univenus Serang," *Industrial Engineering Online Journal*, Vol. Vol

- 12 No 3, No. Supply Chain Management, Pp. 1-9, 2023.
- [12] Kurniagara, "Penerapan Metode Exponential Smoothing Dalam Memprediksi Jumlah Siswa Baru (Studi Kasus: Smk Pemda Lubuk Pakam)," *Jurnal Pelita Informatika*, Vol. 6, No. Supply Chain Management, Pp. 19-25, 2017.
- [13] R. Y. Irawan, "Penerapan Metode Double Exponential Smoothing Untuk Peramalan Tingkat Indeks Pembangunan Manusia Berbasis Sistem Informasi Geografis Di Provinsi Jawa Tengah,," *Tikomsin*, Vol. 7, No. Supply Chain Management, Pp. 18-28, 2019.
- [14] Firmasnyah, "Aplikasi Forecasting Penjualan Bahan Bangunan Menggunakan Metode Trend Moment (Studi Kasus Di Ud. Hasil Bumi)," *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, Pp. 526-533, 2021.
- [15] R. V. Imbar, "Aplikasi Peramalan Stok Barang Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing," *Jurnal Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Maranatha*, Pp. 123-140, 2020.
- [16] S. P. Khan, "Analisa Perbandingan Nilai Akurasi Exponential Smoothing Dan Linier Regresion Pada Peramalan Permintaan Part Joint Brake Rod Ktmy," *Jurnal Serambi*, Vol. Vol. 8 No. 1, No. Supply Chain Management, P. 1 Januari, 2023.
- [17] M. I. Aditiyana, "Pengendalian Bahan Baku Utama Menggunakan Metode Min-Max Stock Pada Coffee Shop Di Yogyakarta Untuk Optimalisasi Persediaan Bahan," *Universitas Islam Indonesia*, P. 10, 2018.