

PENGENDALIAN PERSEDIAAN DAN USULAN PERENCANAAN *SAFETY STOCK* PADA PERSEDIAAN KEMASAN STUDI KASUS : PT XYZ

¹Puti Humairha, ¹Hery Suliantoro

¹Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Abstrak

PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dalam produksi oleokimia. Perencanaan safety stock kemasan yang digunakan masih dilakukan oleh PT XYZ saat ini ditentukan berdasarkan analisis peramalan kualitatif. Hal ini menyebabkan terjadinya penumpukan persediaan kemasan yang melebihi batas area penyimpanan kemasan yang berada di gudang. Hal ini mengakibatkan tumpukan kemasan mengambil jalur forklift, sehingga jalur forklift menjadi lebih kecil. Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan safety stock yang diterapkan oleh perusahaan sebelumnya dan metode peramalan yang baru dengan pendekatan time series dan min-max sehingga didapatkan perencanaan safety stock yang lebih baik. Metode peramalan yang digunakan pada penelitian ini ialah Double Moving Average, Double Eksponensial Smoothing, dan Holt's Winter Multiplikatif. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terjadi penurunan jumlah safety stock sebesar 44,3695% untuk kemasan A dan 16,648% untuk kemasan B. Selain itu, biaya persediaan juga mengalami penurunan sebesar 5,527% untuk kemasan A dan 12,943 untuk kemasan B.

Kata kunci: *Forecasting, Time Series, Metode Min-Max*

Abstract

Inventory Control and Proposed Safety Stock Planning in Packaging Supplies at PT XYZ. PT XYZ is a company engaged in the production of oleochemicals. The planning for the safety stock packaging used is still being carried out by PT XYZ, currently it is determined based on a qualitative forecasting analysis. This causes the accumulation of packaging inventory that exceeds the limit of the packaging storage area in the warehouse. This resulted in piles of packaging taking up the forklift lanes, resulting in smaller forklift lanes. This research was conducted by comparing the safety stock applied by the previous company and the new forecasting method with the time series and min-max approaches so as to obtain a better safety stock planning. The forecasting method used in this study is Double Moving Average, Double Exponential Smoothing, and Holt's Winter Multiplicative. The results of this study indicate that there was a decrease in the amount of safety stock by 44.3695% for packaging A and 16.648% for packaging B. In addition, inventory costs also decreased by 5.527% for packaging A and 12.943 for packaging B.

Keywords: *Forecasting, Time Series, Safety Stock, Min-Max Method*

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi dan industri di Indonesia yang sangat pesat serta persaingan bisnis yang terus meningkat menyebabkan perusahaan saling berlomba untuk dapat memenuhi permintaan pelanggan. Hal ini menuntut perusahaan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi di segala bidang. Salah satu cara untuk mewujudkan efektivitas dan efisiensi ialah dengan

menerapkan manajemen persediaan yang baik sehingga kelancaran proses produksi tidak terganggu (Karim dkk., 2018). Menurut Rangkuti (2007), persediaan adalah bahan atau barang yang disediakan perusahaan untuk proses produksi serta barang jadi atau produk yang dipersiapkan untuk memenuhi permintaan konsumen.

Pengendalian persediaan merupakan salah satu aktivitas pada manajemen rantai pasok (*supply chain management*) yang memiliki pengaruh terhadap keberlangsungan proses produksi. Perencanaan dan pengendalian persediaan merupakan salah satu hal penting yang harus dihadapi setiap perusahaan. Apabila tidak terdapat persediaan, perusahaan memiliki resiko

*Penulis Korespondensi.
putihumairha@students.undip.ac.id

tidak dapat memenuhi permintaan permintaan baik dari segi kuantitas maupun waktu. Menurut Indrajit & Djokopranoto (2002), untuk menjaga keberlangsungan operasi suatu perusahaan, diperlukan beberapa material dalam jumlah minimum di gudang. Namun, jumlah material juga tidak boleh terlalu banyak agar tidak menimbulkan biaya yang besar.

PT XYZ merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di industri oleokimia. Oleokimia ialah produk yang dihasilkan dari turunan minyak dan lemak yang berasal dari tumbuhan maupun hewan. Produk oleokimia diantaranya ialah *fatty acids*, *fatty alcohols*, *fatty amines*, dan *glycerol* (Ideris & Zulkipli, 2022). Produk yang dihasilkan oleh PT XYZ ialah *fatty acid*, *fatty alcohol*, dan *glycerine* dalam bentuk *liquid* dan padatan. Dalam proses produksinya, perusahaan menerapkan strategi *make to order* dan *make to stock* untuk beberapa produk. Produk jadi kemudian didistribusikan kepada pelanggan dengan kemasan yang disesuaikan berdasarkan jenis produk. Diantara berbagai jenis kemasan, dua diantaranya ialah kemasan A dan kemasan B.

Berdasarkan wawancara yang dilakukan kepada departemen *production planning*, diketahui bahwa saat ini penentuan tingkat persediaan dan *safety stock* kemasan ditentukan oleh analisis peramalan kualitatif oleh bagian PPH (*product packaging and handling*). Beberapa pertimbangan yang dijadikan dasar dalam penentuan *safety stock* ialah lokasi *supplier*, *delivery time*, dan penggunaan kemasan beberapa bulan terakhir. Dalam menjalankan proses produksinya, perusahaan pernah mengalami permasalahan pada pengendalian persediaan kemasan A dan kemasan B. Permasalahan yang terjadi ialah terjadi penumpukan persediaan kemasan yang melebihi batas area penyimpanan kemasan A dan B yang berada di gudang. Hal ini menyebabkan tumpukan kemasan tersebut mengambil jalur *forklift*, sehingga jalur *forklift* menjadi lebih kecil.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang peramalan kemasan A dan B sesuai metode *time series* serta memberikan usulan minimum dan maksimum kuantitas kemasan yang berada di gudang. Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan *safety stock* yang diterapkan oleh perusahaan sebelumnya dan metode peramalan yang baru dengan pendekatan *time series* dan min-max sehingga didapatkan perencanaan *safety stock* yang lebih baik.

2. Studi Literatur Persediaan

Persediaan atau *inventory* merupakan salah satu faktor penting dalam sebuah perusahaan untuk mendukung keseimbangan proses produksi dan mencapai tujuan perusahaan. Persediaan adalah stok material yang ada pada suatu waktu tertentu atau aset nyata yang dapat dilihat, diukur dan dihitung atau dapat juga dinyatakan sebagai sumber daya menganggur yang menunggu untuk

diproses lebih lanjut (Tersine, 1994). Setiap perusahaan yang melakukan kegiatan usaha umumnya memiliki persediaan. Keberadaannya tidak saja dianggap sebagai beban (*liability*) karena merupakan pemborosan (*waste*), tetapi sekaligus juga dapat dianggap sebagai kekayaan (*asset*) yang dapat segera dicairkan dalam bentuk uang tunai (*cash*).

Peramalan

Menurut Sumayang (2003), peramalan merupakan perhitungan berdasarkan data masa lalu dengan tujuan memperkirakan masa depan. Data di masa lalu dapat digunakan dalam peramalan baik melalui metode matematis, prediksi intuitif yang bersifat subjektif, maupun metode kombinasi yang disesuaikan dengan pertimbangan pengambil keputusan. Hasil peramalan digunakan dalam keputusan dalam bisnis, seperti penentuan proses, perencanaan kapasitas, serta keputusan lain yang berkaitan dengan perencanaan, penjadwalan, dan persediaan (Supranto, 1984). Terdapat beberapa tahap dalam melakukan peramalan agar hasil peramalan efektif dan efisien. Berikut merupakan langkah-langkah peramalan menurut (Gaspersz, 2004).

1. Menentukan tujuan peramalan
2. Memilih item yang akan diramalkan
3. Menentukan horizon waktu peramalan, yaitu jangka panjang (lebih dari satu tahun); jangka menengah (1 – 12 bulan); jangka pendek (1 – 30 hari)
4. Memilih model peramalan
5. Memperoleh data yang dibutuhkan untuk melakukan peramalan
6. Validasi model peramalan
7. Membuat peramalan
8. Implementasi hasil-hasil peramalan
9. Memantau keadaan hasil peramalan

Metode Time Series

Metode *time series* merupakan metode peramalan dengan menggunakan analisis pola hubungan antara variabel yang akan diperkirakan dengan variabel waktu. Peramalan suatu data *time series* perlu memperhatikan tipe atau pola data. Menurut Hanke & Wichern (2005) secara umum terdapat 4 macam pola data *time series*, yakni *horizontal*, *trend*, *seasonal*, dan *siklis*. Beberapa metode yang digunakan dalam analisis *time series* diantaranya.

- a. *Moving Average*
Metode ini disebut dengan metode rata-rata bergerak karena perhitungannya menggunakan rata-rata dari sekelompok data sebagai ramalan untuk periode yang akan datang. Metode ini efektif diterapkan jika asumsi permintaan pasar terhadap produk tetap stabil sepanjang waktu.
- b. *Exponential Smoothing*

Exponential smoothing merupakan teknik peramalan rata-rata bergerak yang melakukan penimbangan terhadap data masa lalu dengan cara eksponensial sehingga data paling terakhir memiliki bobot yang lebih besar dalam rata-rata bergerak. Metode ini terdiri dari *single exponential smoothing* dengan satu kali pemulusan dan *double exponential smoothing* dengan dua kali pemulusan. Perhitungan metode *double exponential smoothing* ialah:

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

$$S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha) S''_{t-1} \dots \dots \dots (2)$$

$$at = S_t + (S'_t - S''_t) \dots \dots \dots (3)$$

$$bt = \frac{\alpha}{(1-\alpha)} (S'_t - S''_t) \dots \dots \dots (4)$$

$$F_{t+m} = a_t + b_{tm} \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan:

S'_t : Nilai *single exponential smoothing* pertama

S''_t : Nilai *double exponential smoothing* kedua

X_t : Nilai statis pada statistik t

S'_{t-1} : Nilai *single exponential smoothing* t-1

S''_{t-1} : Nilai *double exponential smoothing* t-1

α : Nilai parameter

b : Slope

c. *Holt's Winter*

Holt-Winter's Method merupakan perkembangan dari *metode exponential smoothing* yang menggunakan 3 konstanta pemulusan (*smoothing constant*), yakni konstanta untuk pemulusan *level*, pemulusan *trend*, dan pemulusan musiman. Metode ini lebih baik digunakan untuk membuat peramalan dari suatu data yang berfluktuasi atau mengalami gelombang pasang surut. Model *Holt-Winter* terdiri dari 2 pendekatan yaitu *multiplicative holt-winter* dan *additive holt-winter* (Suhartono, 2008). Perhitungan dari metode *holt-winter multiplicative* ialah:

Nilai ramalan:

$$Y_{t+k} = (L_t + kT_t)S_{t+k-c} \dots \dots \dots (6)$$

Pemulusan keseluruhan (*level*):

$$L_t = a \left(\frac{Y_t}{S_{t-c}} \right) + (1 - a)(L_{t-1} + T_{t-1}) \dots \dots \dots (7)$$

Pemulusan kecenderungan (*tren*):

$$T_t = \gamma(L_t - L_{t-1}) + (1 - \gamma)T_{t-1} \dots \dots \dots (8)$$

Pemulusan musiman (*seasonal*):

$$S_t = \delta \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \delta)S_{t-c} \dots \dots \dots (9)$$

Verifikasi

Keakuratan dari setiap model peramalan dapat dijelaskan dengan membandingkan nilai yang diramal dengan nilai aktual atau nilai yang sedang diamati. Kesalahan peramalan menjelaskan seberapa baik kinerja

suatu model dalam meramalkan nilai. Uji verifikasi juga berguna untuk menentukan metode peramalan terpilih, dimana metode dengan *error* terkecil merupakan metode peramalan terpilih. Secara umum, untuk menghitung kesalahan peramalan atau error dilakukan dengan rumus:

$$e = A_t - F_t \dots \dots \dots (10)$$

Beberapa metode yang dapat digunakan untuk menghitung kesalahan dalam peramalan (Hartini, 2011):

1. *Mean Square Error* (MSE)

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n} \dots \dots \dots (11)$$

2. *Mean Absolute Deviation* (MAD)

$$MAD = \frac{\sum |X_t - F_t|}{n} \dots \dots \dots (12)$$

3. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n |PE_i|}{n} \dots \dots \dots (13)$$

4. *Mean Error* (ME)

$$ME = \frac{\sum_{i=1}^n e_i}{n} \dots \dots \dots (14)$$

Validasi

Validasi hasil peramalan merupakan perhitungan untuk mengetahui perbedaan antara hasil peramalan dengan data masa lalu. Hasil peramalan dikatakan valid apabila nilai *error* berada pada batas kendali. Menurut Hartini (2011), terdapat beberapa metode untuk melakukan validasi, salah satunya peta *moving range*. Peta *moving range* dapat mengetahui apakah terjadi perubahan sistem sebab akibat yang melatarbelakangi permintaan. Rumus yang digunakan untuk menghitung peta *moving range* ialah:

$$MR = \frac{\sum_{i=1}^n MR}{n-1} \dots \dots \dots (15)$$

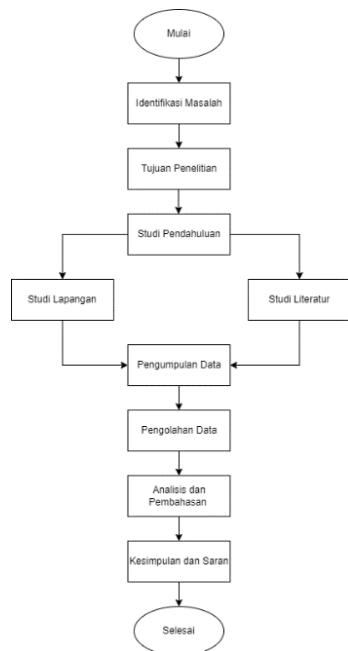
Metode Min-Max

Metode Min-Max merupakan metode yang dilakukan untuk mengendalikan persediaan yang berada di gudang. Metode ini mengendalikan jumlah minimum dan maksimum persediaan dengan mengatur rencana pemesanan persediaan. Langkah-langkah metode min-max ialah:

1. Menentukan *safety stock*
2. Menentukan persediaan minimum
3. Menentukan persediaan maksimum
4. Menentukan *order quantity*
5. Menentukan frekuensi pemesanan
6. Menghitung total *cost*

3. Metodologi Penelitian

Berikut merupakan *flowchart* metodologi pada penelitian ini.



Gambar 1. Flowchart Metodologi Penelitian

Identifikasi Masalah

Penelitian dimulai dengan mengidentifikasi masalah yang terdapat di PT XYZ. Identifikasi masalah dilakukan dengan melakukan wawancara kepada karyawan. Salah satu permasalahan yang ditemukan ialah terjadi penumpukan persediaan kemasan yang melebihi batas area penyimpanan kemasan yang berada di gudang.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui kebutuhan kemasan A dan B selama satu tahun kedepan, memberikan usulan persediaan pengaman (*safety stock*), dan minimum serta maximum *stock*.

Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan dilakukan dengan studi lapangan dan studi literatur. Studi lapangan dilakukan secara langsung di lapangan sedangkan studi literatur dilakukan dengan mencari jurnal terdahulu yang relevan dengan topik penelitian.

Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan dua cara, yaitu wawancara dan studi lapangan. Wawancara dilakukan untuk mengetahui permasalahan apa yang sedang dialami oleh perusahaan. Adapun teknik pengumpulan data dengan studi lapangan dilakukan dengan mencatat data historis penggunaan kemasan A dan B selama satu tahun terakhir.

Pengolahan Data

Pengolahan data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif sehingga diperlukan uji validitas pada hasil hasil peramalan yang dilakukan. Metode yang digunakan pada penelitian ini ialah metode peramalan *time series* dan metode min-max. Hasil peramalan metode *time series* terlebih dahulu diuji

validitasnya menggunakan peta *moving range* sebelum perhitungan dilanjutkan dengan menggunakan metode min-max.

4. Hasil dan Pembahasan

Data Historis Kemasan A dan Kemasan B

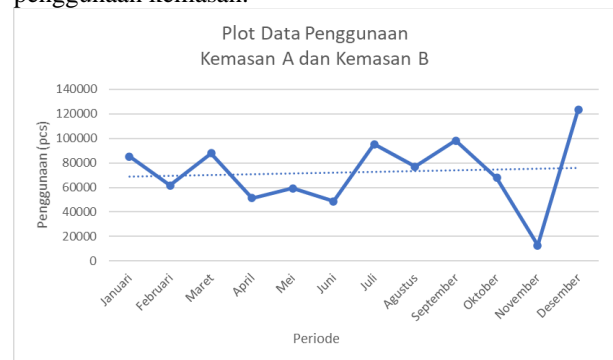
Berikut ini merupakan data historis penggunaan kemasan A dan kemasan B pada tahun 2022 yang terangkum pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Penggunaan Kemasan A dan Kemasan B Tahun 2022

Tahun 2022		
Bulan	Kemasan A (pcs)	Kemasan B (pcs)
Januari	56124	29200
Februari	39512	22200
Maret	54736	33040
April	30068	21336
Mei	14922	44211
Juni	18360	30153
Juli	34400	60908
Agustus	37913	39156
September	80512	17798
Oktober	52127	15605
November	6184	6348
Desember	82525	41172

Plot Data

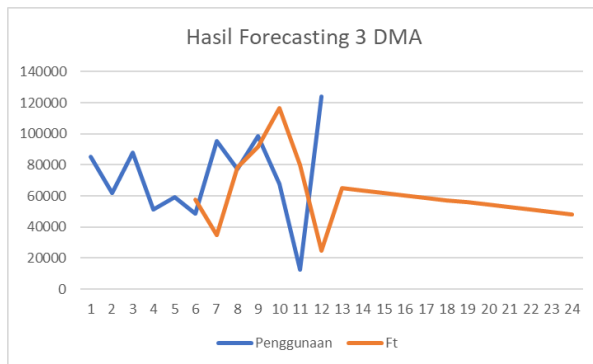
Plot data dilakukan agar metode peramalan yang digunakan sesuai dengan kecenderungan pola data. Berdasarkan plot data yang dilakukan, terlihat bahwa plot permintaan penggunaan kemasan cenderung *seasonal* (musiman). Oleh karena itu, metode peramalan yang digunakan pada laporan ini ialah metode yang memperhitungkan *trend*, musim, dan *randomness*. Metode tersebut ialah *Double Moving Average*, *Double Eksponensial Smoothing*, dan *Holt's Winter Multiplikatif*. Berikut merupakan Gambar 2. plot data historis penggunaan kemasan.



Gambar 2. Plot Data Historis Penggunaan Kemasan A dan Kemasan B

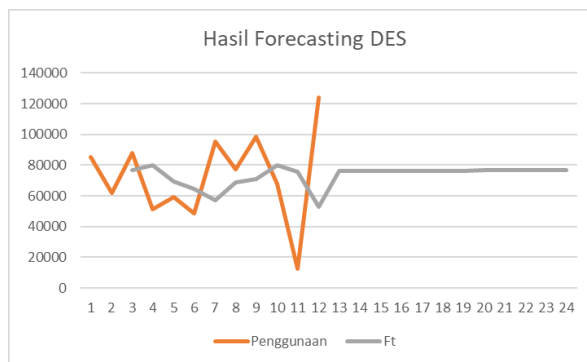
Peramalan

Setelah pola data dan metode peramalan yang digunakan ditetapkan, dilakukan peramalan dengan menggunakan tiga metode tersebut. Metode *Double Moving Average* (DMA) dilakukan dengan menggunakan rata-rata bergerak 3 ($t=3$) sehingga setiap data dari 3 periode di masa lalu akan di rata-rata kan untuk mendapatkan peramalan 1 periode di masa yang akan datang. Dari metode ini dihasilkan sebuah grafik yang menunjukkan permintaan penggunaan kemasan di masa yang akan datang. Hasil peramalan menggunakan metode DMA dapat dilihat pada Gambar 3.

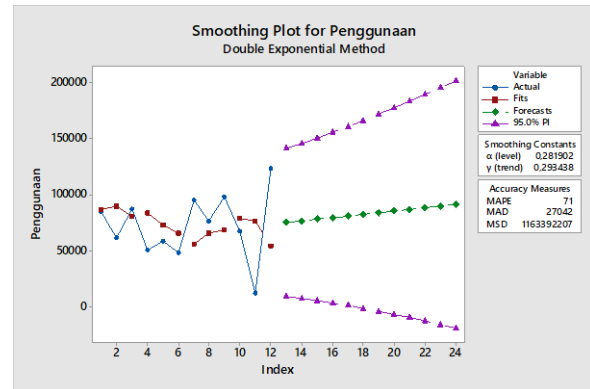


Gambar 3. Hasil Peramalan Metode DMA

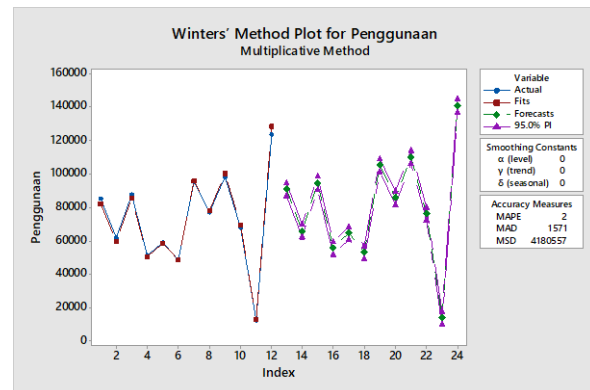
Peramalan selanjutnya dilakukan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* (DES) dan *Holt's Winter Multiplikatif*. Peramalan dengan metode DES dilakukan dengan Microsoft Excel software Minitab, sedangkan metode dan *Holt's Winter Multiplikatif* dilakukan dengan software Minitab Hasil peramalan menggunakan kedua metode ini dapat dilihat pada Gambar 4., Gambar 5, dan Gambar 6.



Gambar 4. Hasil Peramalan Metode DES Menggunakan Microsoft Excel



Gambar 5. Hasil Peramalan Metode DES Menggunakan Software Minitab



Gambar 6. Hasil Peramalan Metode Holt's Winter Multiplicative

Perbandingan Hasil Peramalan

Hasil dari ketiga metode peramalan akan dibandingkan tingkat *error*-nya. Peramalan dipilih berdasarkan nilai *error* terkecil, karena semakin kecil nilai *error* berarti nilai taksiran semakin mendekati nilai sebenarnya. Dari ketiga tipe *error* yang digunakan, *error* terkecil dilihat berdasarkan nilai MAPE karena hasil tingkat kesalahan peramalan ditinjau sebagai presentasi nilai *error* yang terjadi dibandingkan dengan keadaan sebenarnya. Dari perbandingan nilai *error*, metode *Holt's Winter Multiplicative* memiliki nilai *error* MAPE terkecil yaitu 2% yang tampak pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Nilai Error

Metode Peramalan	MSE	MAPE	MAD
<i>Double Moving Average</i>	3111864710	111,348%	51088
<i>Double Exponential Smoothing</i>	1163392207	71%	27042
<i>Holt's Winter Multiplicative</i>	41800557	2%	1571

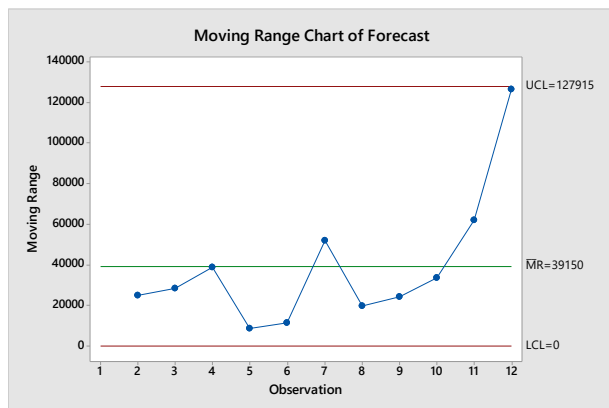
Berdasarkan tabel rekapitulasi perhitungan *error*, dapat diketahui bahwa metode *Holt's Winter Multiplikatif* memiliki nilai *error* terkecil untuk 2 perhitungan *error*. Nilai *error* MSE sebesar 41800557, MAPE sebesar 1571, dan MAD sebesar 2. Maka, metode yang terpilih ialah *Holt's Winter Multiplikatif*.

Validasi

Hasil peramalan perlu diuji validitasnya terlebih dahulu. Validasi dilakukan dengan memetakan nilai *error* dari hasil peramalan terpilih. Hasil peramalan untuk tahun 2023 menggunakan metode *Holt's Winter Multiplikatif* ditunjukkan oleh Tabel 3. Berdasarkan validasi, tidak dapat nilai peramalan yang melewati batas kontrol atas (UCL) maupun batas kontrol bawah (LCL) seperti tampak pada Gambar 7.

Tabel 3. Hasil Peramalan Metode *Holt's Winter Multiplikatif*

Bulan	Peramalan
Januari	90969
Februari	66029
Maret	94528
April	55716
Mei	64503
Juni	53254
Juli	105279
Agustus	85662
September	109945
Oktober	76211
November	14186
Desember	140867



Gambar 7. Peta *Moving Range*

Berdasarkan grafik *moving range* di atas, dapat diketahui jika tidak terdapat nilai *moving range* yang melewati batas kontrol atas maupun batas kontrol bawah. Hal ini memiliki arti jika metode terpilih *Holt's Winter*

Multiplikatif dinyatakan valid dan dapat digunakan untuk peramalan satu tahun kedepan.

Disagregasi

Hasil peramalan kemudian di disagregasi untuk mendapatkan perhitungan peramalan untuk setiap jenis kemasan. Hasil disagregasi peramalan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Disagregasi Data

Bulan	Kemasan A	Kemasan B
Januari	59838	31132
Februari	42277	23753
Maret	58947	35582
April	32591	23126
Mei	16278	48226
Juni	20155	33100
Juli	37999	67281
Agustus	42141	43522
September	90041	19905
Oktober	58653	17559
November	7001	7186
Desember	93981	46887

Safety Stock

Perhitungan *safety stock* dipengaruhi oleh *lead time* dari material. *Service level* yang digunakan pada perhitungan dimulai dari 90% hingga 99% agar perusahaan lebih leluasa dalam menentukan *service level* yang diinginkan. Sebelum melakukan perhitungan *safety stock*, harus dilakukan penentuan standar deviasi terlebih dahulu. Perhitungan *safety stock* dapat dilihat di bawah ini.

$$\begin{aligned}
 \text{Safety stock} &= \text{Standar deviasi} \times Z \\
 &\quad \times \sqrt{\text{Leadtime}(\text{bulan})} \\
 &= 27137 \times 2,05 \times \sqrt{1} \\
 &= 34735
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan *safety stock* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. *Safety Stock*

<i>Service Level</i>	Z	A	B
90%	1,28	34735	21068
91%	1,34	36364	22055
92%	1,41	38263	23207
93%	1,48	40163	24359
94%	1,55	42062	25511
95%	1,64	44505	26993

96%	1,75	47490	28803
97%	1,88	51018	30943
98%	2,05	55631	33741
99%	2,33	63229	38349

Min-Max Stock

Min-Max stock dihitung berdasarkan hasil data hasil peramalan yang sudah disagregasi dan *safety stock* dengan *service level* 98%. Hasil perhitungan min-max stock dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Data Min-Max Stock

	Kemasan A	Kemasan B
Min Stock	102290	66846
Max Stock	148948	99951

Total Cost Metode Min-Max

Setelah dilakukan perhitungan minimum dan maximum stock, dilakukan perhitungan *order quantity*, frekuensi pemesanan, dan biaya persediaan menggunakan metode Min-Max. Hasil perhitungan biaya persediaan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Total Biaya Persediaan

Kemasan	Safety Stock	Order Quantity	Frekuensi	TC
A	55631	46658	12	Rp307.510.800
B	33741	33105	12	Rp282.498.007,5

Perbandingan Biaya Existing dan Metode Min-Max

Perbandingan biaya persediaan yang diterapkan oleh perusahaan dan biaya persediaan dengan menggunakan metode min-max dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat pengurangan dari aspek biaya. Perbandingan biaya dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Perbandingan Biaya Persediaan

Kemasan	Safety Stock (pcs)			Biaya Persediaan (TC)		
	Existing	Min-Max	%	Existing	Min-Max	%
A	100.000	556	44,3	Rp325.500.000	Rp307.510.800	5,52
	40.000	31	69%	00.000	0.800	7%
B	40.000	337	16,6	Rp324.500.000	Rp282.498.007,5	12,9
	00	41	48%	00.000	8.007,5	43%

Analisis Peramalan Kemasan

Peramalan dengan metode *Double Moving Average* (DMA) dilakukan dengan *length* sebesar 3 menggunakan Microsoft Excel. Peramalan menggunakan metode ini menghasilkan *error* MSE sebesar 10069,236, *error* MAD sebesar 75,952, dan *error* MAPE 17,172%. Untuk perhitungan peramalan dengan metode *Double Exponential Smoothing* dilakukan menggunakan

software minitab dengan α (level) sebesar 0,747612 dan γ (trend) sebesar 0,027265. Hasil dari peramalan tersebut menghasilkan *error* sebesar 11% dengan metode MAPE dan 4698 dengan metode MAD. Perhitungan peramalan dengan metode terakhir yaitu *Winter's Method* dilakukan menggunakan *software* minitab dengan α (level), γ (trend), dan δ (seasonal) masing-masing sebesar 0,2. Hasil dari peramalan tersebut menghasilkan *error* sebesar 11% dengan metode MAPE dan 4928 dengan metode MAD.

Setelah hasil peramalan terbaik didapatkan berdasarkan nilai *error* terkecil, selanjutnya dilakukan validasi. Validasi dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* minitab. Berdasarkan gambar 5.6 dapat dilihat bahwa tidak terdapat nilai *error* yang melewati batas UCL sebesar 127915 dan LCL sebesar 0. Oleh karena itu, metode terpilih *Holt Winter's Multiplicative* dinyatakan valid dan dapat dijadikan sebagai acuan. Hasil peramalan yang sudah valid kemudian di disagregasi untuk mengetahui peramalan kebutuhan tiap jenis kemasan selama tahun 2023

Analisis Perhitungan Safety Stock

Lead time yang dibutuhkan PT XYZ untuk menerima kemasan ialah 30 hari untuk kemasan A dan B. Perhitungan *safety stock* juga mempertimbangkan *service level*. *Service level* merupakan kemampuan perusahaan dalam memenuhi permintaan konsumen. Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak perusahaan, *service level* yang digunakan oleh perusahaan ialah 98%. Setelah dilakukan perhitungan, usulan *safety stock* yang diberikan kepada PT XYZ untuk periode Januari - Desember 2023 ialah sebesar 55631 pcs untuk kemasan A dan 33741 untuk kemasan B.

Analisis Perhitungan Minimum-Maksimum

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, maka persediaan minimum untuk setiap jenis kemasan ialah 102290 pcs untuk kemasan A dan 66846 untuk kemasan B. Maksimum stock merupakan batasan persediaan terbesar dari suatu bahan yang berada di gudang. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, maksimum stock kemasan A periode Januari - Desember 2023 ialah 148948 pcs dan 99951 pcs untuk kemasan B. Penerapan metode ini diharapkan dapat membantu perusahaan untuk mengantisipasi terjadinya persediaan yang terlalu kecil dan menghambat kegiatan produksi dan mencegah pembelian dalam jumlah besar yang akan menyebabkan terjadi *overstock* dan besarnya biaya penyimpanan.

Analisis Penurunan Biaya

Pengendalian persediaan dengan menggunakan metode min-max terbukti dapat mengurangi biaya persediaan. Penurunan paling signifikan (paling besar) untuk persediaan *safety stock* terdapat pada kemasan A

sebesar 44.369 pcs atau 44,369%. Selain penurunan *safety stock*, biaya persediaan juga mengalami penurunan pada kedua jenis kemasan. Penurunan terbesar terjadi pada kemasan B yaitu sebesar Rp42.001.993 atau mengalami penurunan 12,943%. Penurunan ini dapat disebabkan oleh jumlah *order quantity* pesanan (Q) yang sudah optimal sehingga kemasan dipesan dan disimpan sesuai dengan kebutuhan. Hal ini membuat perusahaan tidak perlu lagi menimbun persediaan terlalu banyak yang menyebabkan membengkaknya biaya total persediaan

5. Kesimpulan

Berikut ini merupakan kesimpulan yang diperoleh berdasarkan penelitian yang dilakukan sebelumnya:

1. Metode peramalan terbaik untuk meramalkan penggunaan kemasan pada periode Januari – Desember 2023 adalah metode *Holt's Winter Multiplikatif*.
2. Perbandingan antara *safety stock* yang diterapkan oleh perusahaan untuk kemasan A ialah 100000 pcs dan kemasan B sebanyak 40000 pcs. Sementara itu, besarnya *safety stock* berdasarkan perhitungan ialah 55631 pcs untuk A dan 33741 pcs untuk kemasan B. Terjadi penurunan kebutuhan *safety stock* sebesar 44,369% untuk kemasan A dan 16,648% untuk kemasan B.
3. Salah satu metode yang dapat diterapkan untuk mencegah terjadinya *overstock* ialah metode minimum-maximum. Maximum inventori yang dapat diterapkan perusahaan untuk periode Januari – Desember 2023 ialah 148948 pcs untuk kemasan A dan 99951 pcs kemasan B. Sedangkan minimum inventori kemasan A sebesar 102290 pcs dan 66846 pcs untuk kemasan B.
4. Penggunaan metode min-max dapat menurunkan biaya persediaan perusahaan sebesar 5,527% untuk kemasan A dan 12,943% untuk kemasan B. Penurunan ini disebabkan oleh jumlah *order quantity* pesanan (Q) yang sudah optimal sehingga kemasan dipesan dan disimpan sesuai dengan kebutuhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, F. (2020). Penentuan Metode Peramalan pada Produksi Part New Granada Bowl ST di PT X. *Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 7(1), 31-39. <https://doi.org/10.24853/jisi.7.1.31-39>
- Baroto, T. (2002). Perencanaan dan Pengendalian Produksi. Jakarta: Penerbit Ghalia Indonesia.
- Gaspersz, V. (2004). Production Planning and Inventory Control. Jakarta: Gramedia.
- Hanke, J. E., & Wichern, D. W. (2005). Business Forecasting. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Hartini, S. (2011). Teknik Mencapai Produksi Optimal. Bandung: CV Lubuk Agung.
- Heizer, J., & Render, B. (2015). Manajemen Operasi: Manajemen Keberlangsungan dan Rantai Pasokan. Jakarta: Salemba Empat.
- Ideris, N., & Zulkipli, N. S. (2022). Characterization of Long-chain fatty ester (Loxiol GXX): A study on heat transfer of spray tower. *Materials Today: Proceedings*, 63(Supplement 1), S306–S311. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.153>
- Indrajit, R. E., & Djokopranoto, R. (2002). Konsep Manajemen Supply Chain: Strategi Mengelola Manajemen Rantai Pasokan bagi Perusahaan Modern di Indonesia. Jakarta: Gramedia Wadisasarana Indonesia.
- Karim, N.A., Nawawi, A. and Salin, A.S.A.P. (2018). Inventory management effectiveness of a manufacturing company – Malaysian evidence. *International Journal of Law and Management*, 60(5), 1163-1178. <https://doi.org/10.1108/IJLMA-04-2017-0094>
- Rangkuti, F. (2007). Manajemen Persediaan: Aplikasi di Bidang Bisnis Edisi 2. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Suhartono. (2008). Analisis Data Statistik dengan R. Surabaya: Laboratorium Komputasi ITS.
- Sumayang, L. (2003). Dasar-Dasar Manajemen Produksi dan Operasi. Jakarta: Salemba Empat.
- Supranto. (1984). Metode Peramalan Kuantitatif Untuk Perencanaan Produksi. Jakarta: Erlangga.
- Tersine, R. J. (1994). Principles of Inventory and Materials Management (4th ed.). New Jersey: Prentice Hall, Inc.