

PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU HOPPER SEBAGAI KOMPONEN UTAMA WHEELBARROW DENGAN PENDEKATAN METODE *MIN-MAX STOCK* (STUDI KASUS : PT CAHAYA MAJU BAHAGIA)

Ananda Shafy Pradia ¹, Dr.rer.oec. Arfan Bakhtiar S.T., M.T. *²

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

²*Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275*

Abstrak

PT Cahaya Maju Bahagia adalah suatu perusahaan yang memproduksi wheelbarrow di Indonesia. Tidak adanya divisi PPIC pada PT Cahaya Maju Bahagia yang dapat melakukan metode peramalan dan pengendalian bahan baku dengan metode yang tepat sehingga beberapa kali terjadi overstock dan stockout pada bahan baku komponen Hopper sebagai komponen utama yang berfungsi sebagai wadah untuk mengangkut bahan baku. Berdasarkan permasalahan tersebut maka dilakukan perhitungan menggunakan beberapa metode peramalan yaitu metode 3 Double Moving Average, Double Exponential Smoothing, dan Additive Decomposition untuk mengetahui seberapa besar pemakaian pada periode selanjutnya. Setelah itu, dilakukan perhitungan safety stock kemudian dilakukan perhitungan menggunakan metode min-max yang bertujuan untuk mengetahui berapa batas stok minimum dan maximum bahan baku yang akan disimpan digudang nantinya. Berdasarkan hasil pengolahan data didapatkan bahwa metode peramalan terbaik menggunakan metode Additive Decomposition dan didapatkan minimum inventory bahan baku plat hopper untuk periode Januari-Desember 2022 adalah sebesar 157.214 kg untuk service level 90% dan 163.695 kg untuk service level 95%. Sedangkan maximum inventory bahan baku plat hopper adalah sebesar 291.569 kg untuk service level 90% dan 298.050 kg untuk service level 95%.

Kata kunci: *forecasting; metode min-max; safety stock; time series.*

Abstract

[Title: Control Of Hopper Raw Material Inventory As The Main Component Of Wheelbarrow With Min-Max Stock Method Approach(Case Study : Pt Cahaya Maju Bahagia)] *PT Cahaya Maju Bahagia is a company that produces wheelbarrows in Indonesia. There is no PPIC division at PT Cahaya Maju Bahagia that can perform forecasting and control methods for raw materials with the right method so that several times overstock and stockout occur on the Hopper component raw material as the main component that functions as a container for transporting raw materials. Based on these problems, calculations are carried out using several forecasting methods, namely the 3 Double Moving Average, Double Exponential Smoothing, and Additive Decomposition methods to find out how much usage in the next period. After that, the safety stock calculation is carried out and then the calculation is carried out using the min-max method which aims to find out what the minimum and maximum stock limits for raw materials will be stored in the warehouse later. Based on the results of data processing, it is found that the best forecasting method uses the Additive Decomposition method and the minimum inventory of hopper plate raw materials for the period January-December 2022 is 157,214 kg for service level 90% and 163,695 kg for service level 95%. While the maximum inventory of hopper plate raw materials is 291,569 kg for service level 90% and 298,050 kg for service level 95%.*

Keywords: *forecasting; metode min-max; safety stock; time series.*

1. Pendahuluan

PT Cahaya Maju Bahagia adalah perusahaan yang memproduksi *wheelbarrow* di Indonesia. Perusahaan yang berlokasi di Kendal, Jawa Tengah ini memproduksi dua jenis *wheelbarrow* yang biasa beredar di pasaran. Perusahaan ini sudah dipercaya menjadi supplier bagi 11 merk *wheelbarrow* di Indonesia, yaitu Kingkong, GDO, FIGO, Indosorong, Mancini, INCO, Kronos, dan Unikorn, Pandora, Element, dan Double Thunders. Salah satu komponen utama dalam memproduksi *wheelbarrow* adalah hopper, hopper merupakan komponen yang berfungsi sebagai wadah untuk mengangkut bahan baku. *Hopper* memiliki tahapan proses pembuatan yang paling banyak dan membutuhkan waktu paling lama diantara komponen yang lain, maka dari itu perlu adanya pengendalian bahan baku hopper agar proses produksi *hopper* tidak terhenti dan perusahaan dapat selalu memenuhi demand konsumen tepat waktu. Bahan baku utama hopper yaitu plat besi berukuran 0.8 x 890 x 1000 mm. Pada praktiknya, PT Cahaya Maju Bahagia sempat mengalami kehabisan plat besi komponen hopper sehingga proses produksi terhenti dan harus melakukan subkontrak komponen *hopper* dari perusahaan lain. Tentu saja hal ini akan memengaruhi kinerja dan performansi PT Cahaya Maju Bahagia dalam upaya untuk memenuhi permintaan konsumen.

Berdasarkan hal tersebut maka harus dilakukan perencanaan pengendalian persediaan untuk material *hopper*. Tingkat persediaan menentukan atau mempengaruhi efektifitas dan efisiensi suatu perusahaan, serta kelancaran produksi. Karena penting untuk mengamankan bahan baku dalam volume produksi, bahan baku harus selalu tersedia dalam jumlah yang sama selama setiap periode produksi, dan persediaan bahan baku selalu dapat ditutup dengan biaya minimal. Manajemen persediaan perusahaan sangat berpengaruh terhadap besarnya biaya persediaan. Persediaan yang terlalu banyak dapat menyebabkan penumpukan barang digudang maka akan menimbulkan *cost of capital* yang besar pada biaya simpan. Namun, jika terjadi kekurangan persediaan tentu saja akan menyebabkan kerugian (*opportunity cost*) karena tertundanya proses produksi maka kesempatan perusahaan untuk mendapat laba atau keuntungan dari konsumen akan menghilang.

Penelitian ini memiliki masalah utama yaitu bagaimana cara menentukan tingkat persediaan yang tepat serta menentukan titik pemesanan ulang untuk bahan baku komponen *hopper* di PT Cahaya Maju Bahagia sehingga dapat meminimalisir terjadinya *overstock* dan *stockout* pada plat besi sebagai bahan baku komponen hopper dengan metode *Min-max*.

Setelah permasalahan ditemukan dan dimusulkan, maka ditentukan tujuan yang ingin dicapai sebagai dasar dilakukannya penelitian. Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Melakukan peramalan terhadap kebutuhan bahan baku komponen *Hopper* untuk tahun 2022 pada produksi *Wheelbarrow* di PT Cahaya Maju Bahagia.
2. Menentukan usulan perbaikan metode *forecasting* mana yang tepat untuk diterapkan pada Divisi *Purchasing* PT Cahaya Maju Bahagia.
3. Memberikan usulan *minimum dan maximum stock* untuk bahan baku komponen *Hopper* di PT Cahaya Maju Bahagia dengan metode *Min-Max*.
4. Menentukan jumlah lot pemesanan dan frekuensi pemesanan bahan baku komponen *Hopper* yang dapat meminimalkan kemungkinan terjadinya *stock out* dengan metode *Min-Max*.

2. Studi Literatur Peramalan

Taylor (2004) berpendapat bahwa peramalan merupakan perkiraan tentang suatu hal yang akan terjadi di masa depan. Menurut Gasperz (2005), peramalan adalah fungsi bisnis yang memprediksi penjualan dan penggunaan suatu produk dan dapat diproduksi dalam jumlah yang tepat. Dari sini kita dapat menyimpulkan bahwa peramalan adalah proses memprediksi masa depan berdasarkan data historis.

Tahapan peramalan yang baik diperlukan untuk mendapatkan hasil peramalan yang baik. Tahapan peramalan menurut Hartini (2010) adalah:

1. Menentukan plot data yang terjadi
Setelah menentukan plot data, maka kita dapat memutuskan akan melakukan peramalan dengan metode apa. Penentuan metode peramalan ini ditentukan berdasar pola data. Menurut Gasperz (2005) terdapat 5 pola data peramalan, yaitu Konstan, Linear atau *trend*, Siklus., Musiman., dan Random
2. Memilih alternatif metode
Pola yang ada di masa lalu diasumsikan akan berulang di masa yang akan datang.
3. Dilakukan verifikasi
Perhitungan error dari berbagai metode yang digunakan.
4. Pemilihan metode dengan error terkecil
Metode terbaik ditentukan dengan cara melihat nilai error terkecil setiap metode yang digunakan.
5. Dilakukan Validasi
Uji validasi dilakukan dengan metode peta *moving range*.

*Penulis Korespondensi.

E-mail: anandaafi12@students.undip.ac.id

Metode Deret waktu (*Time Series*)

Deret waktu adalah serangkaian pengamatan menggunakan variabel yang dapat diukur selama periode waktu tertentu. Setiap tahun, setiap bulan, setiap triwulan, dll. Tujuan dari metode deret waktu adalah untuk menemukan pola dari data historis dan mengekstrapolasi pola tersebut di masa yang akan datang. Prakiraan didasarkan pada nilai variabel masa lalu atau masa lalu. Ada beberapa cara untuk menganalisis deret waktu. (repository.binus.ac.id) :

a. Metode *Moving Average*

Dalam suatu deret berkala untuk meramalkan periode yang akan datang, digunakan n nilai data terbaru apabila menggunakan metode *moving average*. Perhitungan metode *moving average* ditunjukkan oleh rumus dibawah ini

$$MA = \frac{\sum(n \text{ nilai data terbaru})}{n} \dots\dots\dots(2. 1)$$

b. Metode *Exponential Smoothing*

Exponential Smoothing adalah kasus khusus dari metode rata-rata bergerak, di mana bobot dipilih untuk pengamatan terbaru. Bobot yang diberikan pada pengamatan terakhir bertindak sebagai konstanta pemulusan. Perhitungan pemulusan eksponensial sederhana adalah sebagai berikut:

$$F_{p+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha)F_p \dots\dots\dots(2. 2)$$

Dimana

F_{p+1} = nilai *forecast* periode p+1

Y_p = nilai sesungguhnya periode p+1

F_p = nilai *forecast* periode p

α = konstanta *smoothing* ($0 < \alpha < 1$)

Pada metode pemulusan eksponensial linier Holt pada dasarnya mirip dengan metode Brown, kecuali bahwa Holt tidak menggunakan beberapa rumus pemulusan secara langsung. Sebagai gantinya, Holt menghaluskan nilai tren dengan pengaturan yang berbeda dari saat data pertama kali dihaluskan. Rumus yang digunakan dalam metode *double exponential smoothing* dua parameter Holt adalah:

(Gaspersz, 2005)

$$S_p = \alpha * Y_p + (1 - \alpha) * (S_{p-1} + b_p - 1) \dots(2. 3)$$

$$b_p = \gamma * (S_p - S_{p-1}) + (1 - \gamma) * b_{p-1} \dots(2. 4)$$

$$F_{p+m} = S_p + b_p m \dots\dots\dots(2. 5)$$

dimana:

S_p = *forecast* untuk periode p.

$Y_p + (1-\alpha)$ = Nilai aktual time series

b_p = trend pada periode ke - p

α = parameter pertama perataan antara nol dan 1 untuk pemulusan nilai observasi

γ = parameter kedua, untuk pemulusan trend

F_{p+m} = hasil peramalan ke - m

m = jumlah periode ke muka yang akan

diramalkan

c. Metode *Classical Decomposition*

Metode deret berkala atau yang lebih dikenal dengan sebutan metode dekomposisi merupakan metode peramalan yang berdasar pada pemikiran bahwa yang biasanya terjadi maka akan terjadi kembali dengan model yang sama. Di masa depan yang biasanya menurun akan berkurang, yang biasanya berfluktuasi akan berfluktuasi, dan yang biasanya tidak teratur akan menjadi tidak teratur (Subagyo, 1986). Metode dekomposisi digunakan untuk memprediksi data deret waktu terkhusus untuk data yang memiliki pola data tren dan efek musiman. Metode dekomposisi adalah metode prediksi yang menggunakan empat faktor kunci untuk memprediksi nilai masa depan. Empat elemen tersebut meliputi tren, musiman, siklus, dan *error*.

d. Dekomposisi Aditif

Prosedur ini mengidentifikasi prakiraan masa depan dan menjumlahkan hasil prakiraan prakiraan. Model diasumsikan aditif (semua komponen ditambahkan untuk mendapatkan hasil prediksi). Persamaan untuk model ini adalah:

$$X_t = T_t + C_t + S_t + I_t \dots\dots\dots(2. 6)$$

X_t = data runtun waktu

T_t = komponen tren (t)

C_t = komponen siklus (*cycle*)

S_t = komponen musiman

(*seasonal*)

I_t = komponen tak beraturan

(*Irregular*)

e. Dekomposisi Multiplikatif

Metode ini mengidentifikasi prediksi masa depan. Model diasumsikan memiliki sifat multiplikatif (semua komponen dikalikan bersama untuk mendapatkan hasil prediksi). Persamaan untuk model ini adalah :

$$X_t = T_t \times C_t \times S_t \times I_t \dots\dots(2. 7)$$

Dan untuk perhitngam *error* nya secara umum dijabarkan seperti rumus dibawah ini: (Hartini, Teknik Mencapai Produksi Optimal, 2011) :

$$et = dt - d't \dots\dots\dots(2. 8)$$

Dimana :

et = *error* pada periode ke-i

dt = nilai sebenarnya pada periode ke-i

d't = nilai hasil *forecast* pada periode ke-i

Metode Perhitungan *Error*

Besarnya kesalahan merupakan ukuran dari deviasi atau selisih deviasi yang dihasilkan. Jumlah kesalahan yang dihasilkan akan mendekati nol dalam metode ini. Berikut adalah beberapa alternatif metode perhitungan kesalahan hasil ramalan yang umum

digunakan: (Hartini, Teknik Mencapai Produksi Optimal, 2011)

– Mean Square Error (MSE)

$$MSE = \frac{\sum e^2}{n} \dots\dots\dots(2.9)$$

– Mean Absolute Deviation (MAD)

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |e_i|}{n} \dots\dots\dots(2.10)$$

– Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

$$PE = \frac{x-F}{x} \times 100\%$$

$$MAPE = \frac{\sum PE}{n} \dots\dots\dots(2.11)$$

Validasi

Validasi peramalan dilakukan untuk mengetahui keakuratan dari peramalan yang dilakukan. Menurut Gaspersz (1998) terdapat beberapa metode validasi peramalan, diantaranya adalah peta *moving range*. Peta *moving range* digunakan untuk membandingkan nilai hasil prediksi dengan nilai *demand* sesungguhnya. Perbandingannya dilakukan pada periode yang sama.

Pengendalian

Pengendalian merupakan salah satu faktor keberhasilan terpenting dalam mencapai tujuan yang direncanakan. Selain itu, pengendalian harus dilakukan di semua level manajemen. Pengendalian adalah proses melakukan, menilai, dan memodifikasi sesuai kebutuhan untuk memastikan bahwa pekerjaan dilakukan seperti yang direncanakan semula. (Manullang, 1996)

Persediaan

Persediaan adalah stok bahan baku yang ada pada titik waktu tertentu, atau persediaan aset fisik yang dapat dilihat, diukur, diukur, atau dinyatakan sebagai aset yang belum dikembangkan sampai dilakukan pemrosesan lebih lanjut (Tersine, 1994)

Tujuan utama dari persediaan adalah untuk mengirimkan jumlah yang tepat ke tempat yang tepat pada waktu yang tepat dan dengan biaya terendah. Persediaan dapat dibagi menjadi tiga kelompok berdasarkan bentuk, fungsi, dan sifat ketergantungan satu barang pada barang lainnya.(Pujawan, 2005).

Pengendalian Persediaan

Menurut Mchfud (1999), pengendalian persediaan memiliki kebijakan yang mencakup dua aspek: (1) kapan atau tingkat persediaan perlu dipesan, dan (2) kuantitas yang perlu dipesan atau disimpan. Hasil dari kedua aspek tersebut menentukan tingkat persediaan dan tingkat persediaan rata-rata pada suatu titik waktu tertentu. Kebijakan manajemen persediaan bahan baku mencakup waktu tunggu atau tunggu, waktu jeda, stok pengaman (SS), dan titik pemesanan ulang (ROP). Kebijakan manajemen gudang ini dapat digunakan untuk kebutuhan mandiri atau produk yang tidak terikat (Machfud, 1999).

Metode Min-Max

Menurut Silvia (2013), metode perhitungan *min-max stock* adalah metode yang memperhitungkan stok bahan baku minimum dan maksimum melalui pengaturan rencana pemesanan persediaan (*plan order*) diharapkan nantinya perusahaan tidak mengalami kekurangan (*stockout*) atau kelebihan stok bahan baku (*overstock*) (Silvia, 2013).

Persediaan pengaman ini dihitung dengan tujuan sebagai masukan dalam perhitungan jumlah persediaan minimum dan maksimum bahan baku (Silvia, 2013).

1. *Safety Stock*

$$Safety\ Stock = (Pemakaian\ Maks - T) \times L \dots\dots(2.12)$$

Keterangan:

T = Pemakaian barang rata-rata per periode

L = *Lead Time*

2. *Minimum Inventory*

$$Min\ Stock = (Rata - rata\ pemakaian \times L) + SS \dots\dots\dots(2.13)$$

Keterangan:

L = *Lead Time*

SS = *Safety Stock*

3. *Maximum Inventory*

$$Max\ sock = 2(Rata - rata\ pemakaian \times L) + SS \dots\dots\dots(2.14)$$

Keterangan:

L = *Lead Time*

SS = *Safety Stock*

3. Produk Perusahaan

Berikut merupakan gambar 1 yang menunjukkan visual dan bagian-bagian dari produk kereta sorong PT Cahaya Maju Bahagia.



Gambar 1. Bagian-Bagian Produk

4. Tinjauan Sistem

a. Profil Perusahaan

PT Cahaya Maju Bahagia merupakan salah satu produsen produk wheelbarrow berbagai merk. Berikut merupakan profil perusahaan:

Nama : PT Cahaya Maju Bahagia
 Alamat : Jalan Wanamarta Raya No. 2, Kawasan Industri Kendal, Wonorejo, Kecamatan Kaliwungu, Kabupaten Kendal, Jawa Tengah
 Telepon : +622943691100
 Kode Pos : 51371
 Website : kingkong-id.com
 Jenis Usaha : Manufacturing
 Produk : Wheelbarrow
 Tahun Berdiri : 2018

b. Logo Perusahaan

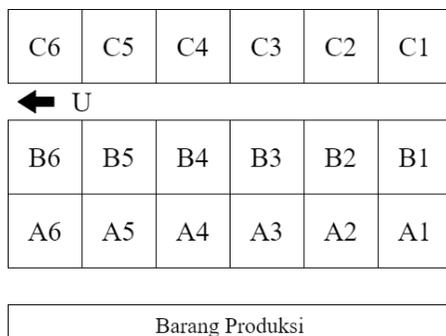
Berikut merupakan bentuk dari logo PT Cahaya Maju Bahagia:



Gambar 2. Logo PT Cahaya Maju Bahagia

c. Layout Produksi

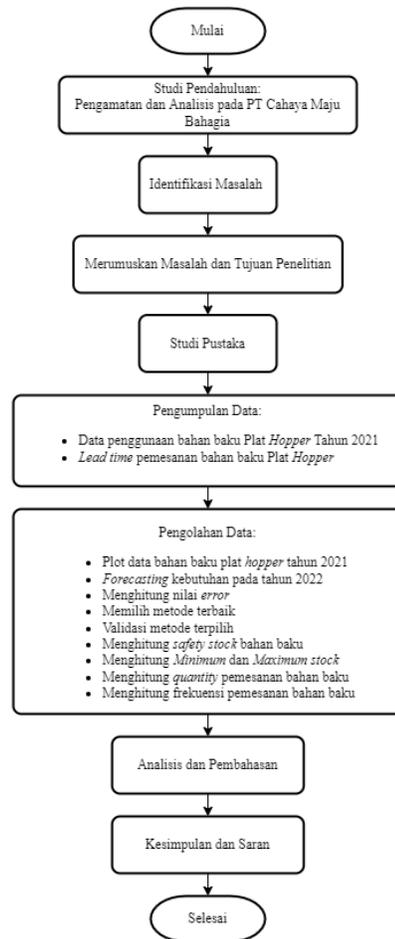
Berikut merupakan layout produksi kereta sorong pada PT Cahaya Maju Bahagia



Gambar 3. Layout Produksi

5. Metodologi

Berikut merupakan *flowchart* metodologi penelitian dari laporan kerja praktik pada PT Cahaya Maju Bahagia :



Gambar 4. Flowchart Metodologi Penelitian

6. Hasil dan Pembahasan

a. Data Pemakaian Bahan Baku Plat Hopper

Dalam proses produksi komponen *hopper* dibutuhkan beberapa bahan baku. Bahan baku utamanya yaitu berupa plat besi dengan ukuran 0.8 x 890 x 1000 mm, sedangkan bahan baku penolongnya yaitu olesan minyak yang terbuat dari campuran *powder* *hitam, *powder* *putih, dan *best oil*. Pengendalian inventory sangat dibutuhkan agar tidak terjadi *stockout* maupun *overstock* pada bahan baku utama, sehingga diperlukan data penggunaan bahan baku utama dalam pembuatan komponen *hopper* yaitu plat besi selama satu tahun periode Januari hingga Desember 2021 seperti pada tabel 1 dibawah ini

Tabel 1. Data Pemakaian Plat Hopper

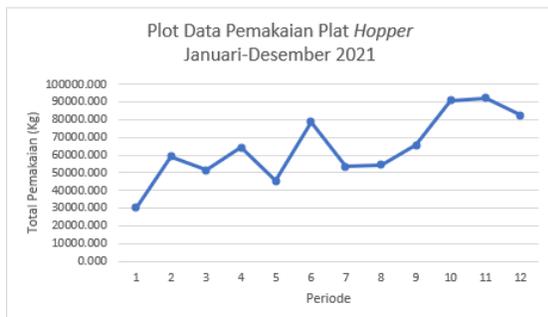
Periode	Demand (Kg)
Jan-21	29.922,5
Feb-21	59.119,3
Mar-21	51.517,710
Apr-21	64.400,5
May-21	45.310,5

Periode	Demand (Kg)
Jun-21	78.630,9
Jul-21	53.620,
Aug-21	54.524,5
Sep-21	65.640,5
Oct-21	90.722
Nov-21	92.013
Dec-21	82.439,5

Leadtime dari bahan baku plat besi pembuat komponen hopper selama 37 hari atau 1,23 bulan.

b. Plot Data

Setelah dilakukan pencatatan dan diperoleh data penggunaan bahan baku utama berupa plat besi pembuat hopper selama periode Januari – Desember 2021, data tersebut kemudian digambarkan dalam sebuah plot data. Hal tersebut dilakukan sebelum metode peramalan dimulai. Plot Data bertujuan untuk mengetahui pola data yang terjadi pada data historis serta digunakan untuk memutuskan akan menggunakan metode peramalan apa selanjutnya. Berikut merupakan plot data pemakaian bahan baku plot Hopper periode 2021 :



Gambar 5. Plot Data Historis Pemakaian Bahan Baku Plat Hopper 2021

Berdasarkan hasil plot data diatas dapat dilihat bahwa data memiliki kecenderungan yang naik dari waktu ke waktu, selain itu dapat dilihat bahwa hasil plot data juga mengandung unsur musiman hal ini ditandai dengan adanya fluktuasi secara periodik pada waktu tertentu, Maka dari itu, pada kasus *forecasting demand* PT Cahaya Maju Bahagia peramalan dilakukan menggunakan metode yang memperhitungkan adanya trend dan musiman. Metode *forecasting* tersebut ialah *Double Moving Average*, *Double Exponential Smoothing*, dan *Classical Decomposition*. Setelah dilakukan perhitungan menggunakan metode-metode tersebut, maka akan dipilih metode terbaik dengan cara membandingkan nilai kesalahan atau *error* yang dimiliki oleh masing-masing metode dan metode yang akan digunakan ialah metode terbaik dengan nilai *error* terkecil.

c. Peramalan

- Metode *Double Moving Average*

Pertama-tama metode yang digunakan dalam melakukan peramalan kebutuhan adalah *Double Moving Average* dengan $T = 3$. Berikut merupakan contoh perhitungan metode 3 *Double Moving Average* untuk periode ke 10 bahan baku

- Peramalan

$$S'_{10} = \frac{X_8 + X_9 + X_{10}}{3} = \frac{54523,5 + 65639,5 + 90722}{3} = 70295$$

$$S''_{10} = \frac{S'_8 + S'_9 + S'_{10}}{3} = \frac{62257,8 + 57927,667 + 70295}{3} = 63493,489$$

$$a_{10} = 2S'_{10} - S''_{10} = 2 \times 70295 - 63493,489 = 77096,511$$

$$b_{10} = \frac{2}{3-1}(S'_{10} - S''_{10}) = 70295 - 63493,489 = 6801,511$$

$$F_{11} = a_{10} + b_{10} \times 1 = 77096,511 - 6801,511 = 107698,389$$

- Perhitungan MAD

$$MAD = \frac{\sum |error|}{n \text{ error}} = \frac{118979,423}{7} = 16997,060$$

- Perhitungan MSE

$$SE = |error|^2$$

$$MSE = \frac{\sum |error|^2}{n \text{ error}} = \frac{2950224457,057}{7} = 421460636,722$$

- Perhitungan MAPE

$$|error|_5 = |X_{10} - F_{10}| = |90722 - 54201,711| = 36520,289$$

$$PE = \frac{|error|_{10}}{X_{10}} \times 100\% = \frac{36520,289}{90722} = 40,26\%$$

$$MAPE = \frac{\sum PE}{n} = \frac{1,566}{7} = 22,38\%$$

- Metode *Double Exponential Smoothing*

Berikut merupakan hasil perhitungan metode *Double Exponential Smoothing* menggunakan software Minitab yang sebelumnya telah dilakukan perhitungan konstanta pemulusan menggunakan bantuan Solver pada Microsoft Excel.

Smoothing Constants

α (level) 0.250
 γ (trend) 0.001

Accuracy Measures

MAPE 20
MAD 11765
MSD 168484652

Time	X(t)	Smooth	Predict	Error
1	29921.5	38783.7	41737.8	-11816.3
2	59119.3	46899.5	42826.2	16293.1
3	51516.7	51088.7	50946.0	570.7
4	64399.5	57451.4	55135.4	9264.1
5	45309.5	57452.7	61500.5	-16191.0
6	78629.9	65780.8	61497.7	17132.2
7	53620.0	65777.5	69830.0	-16210.0
8	54523.5	65997.9	69822.7	-15299.2
9	65639.5	68939.4	70039.3	-4399.8
10	90722.0	77415.2	72979.6	17742.4
11	92013.0	84098.2	81460.0	10553.0
12	82438.5	86718.8	88145.6	-5707.1

d. Metode Additive Decomposition

Berikut merupakan hasil perhitungan metode *Additive Decomposition* menggunakan *software* Minitab.

Accuracy Measures

MAPE 14
MAD 8445
MSD 101886274

Time	X(t)	Trend	Seasonal	Detrend	Deseason	Predict	Error
1	29921.5	43251.0	-6557.27	-13329.5	36478.8	36693.7	-6772.2
2	59119.3	47021.3	6557.27	12098.0	52562.0	53578.6	5540.7
3	51516.7	50791.6	-6557.27	725.1	58074.0	44234.3	7282.4
4	64399.5	54561.9	6557.27	9837.6	57842.2	61119.2	3280.3
5	45309.5	58332.3	-6557.27	-13022.8	51866.8	51775.0	-6465.5
6	78629.9	62102.6	6557.27	16527.3	72072.6	68659.9	9970.0
7	53620.0	65872.9	-6557.27	-12252.9	60177.3	59315.6	-5695.6
8	54523.5	69643.2	6557.27	-15119.7	47966.2	76200.5	-21677.0
9	65639.5	73413.5	-6557.27	-7774.0	72196.8	66856.3	-1216.8
10	90722.0	77183.9	6557.27	13538.1	84164.7	83741.1	6980.9
11	92013.0	80954.2	-6557.27	11058.8	98570.3	74396.9	17616.1
12	82438.5	84724.5	6557.27	-2286.0	75881.2	91281.8	-8843.3

d. Perhitungan Error

Berdasarkan hasil peramalan dengan menggunakan beberapa metode deret waktu, maka dilakukanlah pemilihan metode terbaik berdasarkan kriteria nilai error terkecil. Dalam pemilihan metode terbaik, penentuan nilai error terkecil dilakukan dengan metode MAPE (*Mean Percentage Error*) dan MAD (*Mean Absolute Deviation*) yaitu dengan melihat nilai *error* hasil peramalan terhadap penggunaan bahan baku sesungguhnya selama periode tertentu. Rekapitulasi nilai *error* hasil peramalan diperlihatkan pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Rekap Perhitungan *Error*

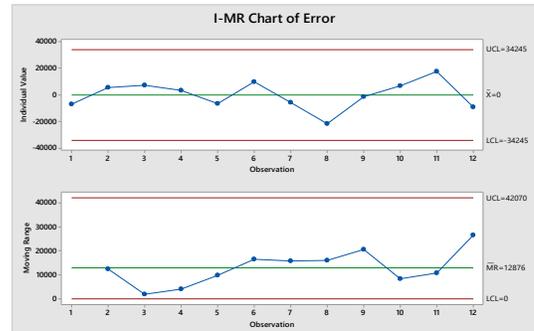
Metode	MAPE	MAD
Double Moving Average T=3	22.38	16997.060
Double Exponential Smoothing	22	11765
Additive Decomposition	14	8445

. Dari hasil rekapitulasi nilai *error* diatas, maka diketahui bahwa hasil peramalan dengan metode *Additive Decomposition* memiliki nilai *error* terkecil. Dapat

disimpulkan bahwa peramalan yang sebaiknya digunakan adalah hasil dari perhitungan peramalan menggunakan metode *Additive Decomposition*.

e. Validasi Hasil Peramalan

Selanjutnya, metode terpilih yaitu hasil peramalan dengan metode *Additive Decomposition* akan divalidasi menggunakan *Peta Moving Range*. Hasil validasi yang dilakukan dengan *software* minitab seperti pada grafik dibawah ini



Gambar 6. *Peta Moving Range* Hasil Peramalan Metode Terpilih

Berdasarkan *peta Moving Range* dapat disimpulkan bahwa metode peramalan yang digunakan sudah valid, hal tersebut dikarenakan seluruh selisih nilai MR telah berada diantara batas atas dan batas bawah.

f. Hasil Peramalan

Metode peramalan yang digunakan dalam mengolah data historis permintaan plat *hopper* adalah *3 Double Moving Average*, *Double Exponential Smoothing*, dan *Additive Decomposition*. Berdasarkan metode-metode tersebut, metode yang memiliki *error* terkecil akan menjadi metode yang terpilih untuk dilakukan peramalan permintaan plat *hopper* di periode yang akan datang. Metode terpilih adalah *Additive Decomposition* dengan nilai *error* menggunakan metode MAPE sebesar 20 dan MAD sebesar 8445. Hasil peramalan metode terpilih untuk periode Januari sampai Desember 2022 ditunjukkan oleh tabel dibawah ini.

Tabel 3. Hasil Peramalan

Periode	Peramalan (m3)
Jan-22	81938
Feb-22	98822
Mar-22	89478
Apr-22	106363
May-22	97019
Jun-22	113904
Jul-22	104559
Aug-22	121444
Sep-22	112100

Periode	Peramalan (m3)
Oct-22	128985
Nov-22	119641
Dec-22	136526

g. Perhitungan Safety Stock

Persediaan pengaman/safety stock dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu tinggi rendahnya kuantitas penjualan yang diinginkan oleh perusahaan serta waktu tunggu atau *leadtime* dari bahan baku yang di pesan. Namun pada penelitian ini, akan terdapat beberapa perhitungan jumlah *safety stock* sesuai dengan *service level* yang berbeda pula. Dalam perhitungan *safety stock* dipengaruhi oleh standar deviasi dan *lead time* untuk setiap bahan baku yang beragam. *Service level* yang akan digunakan adalah 90% dan 95%. Menurut Hartini dan Larasati (2009), tingkat pelayanan (*service level*) merupakan suatu ukuran yang menunjukkan kemampuan sistem persediaan dalam memenuhi permintaan pemakai tanpa ditunda. Perhitungan *service level* yang bervariasi dilakukan dengan tujuan agar perusahaan PT. Cahaya Maju Bahagia lebih fleksibel dalam menentukan *service level* yang perusahaan inginkan. Berikut merupakan perhitungan jumlah persediaan pengaman bahan baku plat *hopper*

$$Safety\ Stock = Z \times Std\ Deviasi \times \sqrt{L}$$

Z bernilai 1,28 untuk *service level* 90% dan bernilai 1,65 untuk *service level* 95%

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(81938 - 109231.583)^2 + (98822 - 109231.583)^2 + \dots + (136526 - 109231.583)^2}{12-1}}$$

$$SD = 16083.456$$

Lead time bahan baku dari distributor (PT. United Steel Center Indonesia) sampai ke PT Cahaya Maju Bahagia adalah 37 hari

$$L = 37\ hari = 1,23\ bulan$$

$$Safety\ Stock = Z \times Std\ Deviasi \times \sqrt{L}$$

a. *Service level* 90%

$$Safety\ stock = 1,28 \times 16083.456 \times \sqrt{1,23}$$

$$Safety\ stock = 22.860\ kg$$

b. *Service level* 95%

$$Safety\ stock = 1,65 \times 16083.456 \times \sqrt{1,23}$$

$$Safety\ stock = 29.340\ kg$$

h. Perhitungan Min-Max Stock

- **Minimum Inventory**

Stok minimum adalah waktu atau titik di mana pemesanan ulang harus dilakukan agar bahan tiba atau diterima tepat waktu, dan tingkat stok sama dengan stok pengaman (Yedida & Ulkhaq, 2017). Berikut ini

merupakan perhitungan batas minimum persediaan bahan baku plat *hopper*:

a. *Service level* 90%

$$Min = (Rata - rata\ Kebutuhan \times Leadtime) + SS$$

$$= (109231.583 \times 1,23) + 22.860 = 157.214\ Kg$$

b. *Service level* 95%

$$Min = (Rata - rata\ Kebutuhan \times Leadtime) + SS$$

$$= (109231.583 \times 1,23) + 29.340 = 163.695\ Kg$$

- **Maximum Inventory**

Maximum inventory adalah jumlah *maximum* yang diizinkan untuk disimpan dalam persediaan atau batas *maximum* persediaan bahan baku yang harus digudang sehingga pada saat proses produksi tidak terjadi pemborosan biaya simpan (Yedida & Ulkhaq, 2017). Berikut ini merupakan perhitungan batas minimum persediaan bahan baku plat *hopper*:

a. *Service level* 90%

$$Max = 2 \times (Rata - rata\ Kebutuhan \times Leadtime) + SS$$

$$= 2 \times (109231.583 \times 1,23) + 22.860$$

$$= 291.569\ Kg$$

b. *Service level* 95%

$$Max = 2 \times (Rata - rata\ Kebutuhan \times Leadtime) + SS$$

$$= 2 \times (109231.583 \times 1,23) + 29.340$$

$$= 298.050\ Kg$$

Setelah dilakukan perhitungan *minimum inventory*, maka diketahui *minimum inventory* bahan baku plat *hopper* untuk periode Januari-Desember 2022 adalah sebesar 157.214 kg untuk *service level* 90% dan 163.695 kg untuk *service level* 95%, sedangkan *maximum inventory* bahan baku plat *hopper* untuk periode Januari-Desember 2022 adalah sebesar 291.569 kg untuk *service level* 90% dan 298.050 kg untuk *service level* 95%. PT Cahaya Maju Bahagia dapat menentukan jumlah *minimum* dan *maximum stock* sesuai dengan target dan *service level* yang diinginkan perusahaan.

i. Perhitungan Kebijakan Pemesanan

- **Kuantitas Pemesanan**

Berdasarkan dari hasil perhitungan *minimum* dan *maximum stock* maka dilakukan perhitungan jumlah yang dipesan dalam sekali pemesanan (Q) untuk bahan baku plat besi pembuat komponen *hopper*. Berikut merupakan perhitungan jumlah yang dipesan dalam satu kali pemesanan (Q) untuk plat *hopper* :

a. *Service level* 90%

$$Q = max\ stock - min\ stock$$

$$Q = 291,569 - 157,214$$

$$Q = 134.355\ kg$$

b. *Service level* 95%

$$Q = max\ stock - min\ stock$$

$$Q = 298,050 - 163,695$$

$$Q = 134.355\ kg$$

- Frekuensi Pemesanan

Berdasarkan dari hasil perhitungan kuantitas pemesanan maka dilakukan perhitungan frekuensi pemesanan untuk bahan baku plat besi pembuat komponen *hopper* dalam satu tahun. Berikut merupakan perhitungan frekuensi pemesanan bahan baku plat *hopper* :

$$\text{Frekuensi} = \frac{D}{Q}$$
$$\text{Frekuensi} = \frac{1.310.779}{134.355}$$

$$\text{Frekuensi} = 10 \text{ kali pemesanan/tahun}$$

Berdasarkan dari hasil perhitungan *minimum* dan *maximum stock* maka dilakukan perhitungan jumlah yang dipesan dalam sekali pemesanan (Q) untuk bahan baku plat *hopper* yaitu sejumlah 134.555 kg. Kemudian dilakukan perhitungan frekuensi pemesanan dalam satu tahun dan didapatkan hasil sebanyak 10 kali pemesanan di periode 2022

7. Simpulan

Simpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Terdapat beberapa metode peramalan yang diusulkan untuk menjadi metode peramalan perusahaan di periode 2022, yaitu metode 3 *Double Moving Average*, *Double Exponential Smoothing*, dan *Additive Decomposition*. Pemilihan metode tersebut didasarkan oleh pola data historis kebutuhan bahan baku plat *hopper* pada periode tahun 2021. Parameter yang digunakan untuk memilih metode terbaik adalah *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dan *Mean Absolute Deviation* (MAD) . Berdasarkan perbandingan *error* dari perhitungan menggunakan metode MAPE dan MAD, maka metode yang terpilih adalah metode *Additive Decomposition* yang memiliki nilai 14 untuk MAPE dan 8445 untuk MAD.
2. Usulan *safety stock* yang diberikan kepada PT Cahaya Maju Bahagia adalah *safety stock* dengan beberapa *service level*. Pemilihan *service level* dapat disesuaikan dengan target yang ingin dicapai oleh perusahaan serta biaya yang dikeluarkan perusahaan yang disebabkan oleh adanya *safety stock*. Didapatkan nilai *safety stock* sebesar 22.860 kg untuk *service level* 90% dan 29.340 kg untuk *service level* 95%. *Safety stock* ini dapat mempermudah perusahaan dalam memenuhi permintaan yang ada tanpa mengalami *overstock* atau kekurangan *stock* bahan baku plat *hopper*.
3. Berdasarkan hasil perhitungan *safety stock* didapatkan *minimum inventory* bahan baku plat *hopper* untuk periode Januari-Desember 2022 adalah sebesar 157.214 kg untuk *service level* 90% dan 163.695 kg untuk *service level* 95%.

Sedangkan *maximum inventory* bahan baku plat *hopper* adalah sebesar 291.569 kg untuk *service level* 90% dan 298.050 kg untuk *service level* 95%.

4. Berdasarkan hasil pengolahan data, maka diberikan usulan kebijakan pemesanan bagi PT Cahaya Maju Bahagia untuk melakukan pemesanan bahan baku plat *hopper* sebanyak 10 kali pemesanan selama periode 2022 dengan kuantitas pemesanan sebanyak 134.555 kg dalam satu kali pesan.

8. Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan untuk PT Cahaya Maju Bahagia, yaitu :

1. Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat dan efektif, sebaiknya data kapasitas tampung gudang tempat penyimpanan sebaiknya diketahui sehingga dapat dilakukan pengecekan apakah hasil perhitungan dengan suatu metode dapat diterapkan ataupun tidak.
2. Dalam penerapannya data demand, leadtime dan data – data inventory lain harus selalu di update sehingga dapat memudahkan dalam pelaksanaan kontrol serta pengawasannya.
3. Melakukan inspeksi dan pencatatan rutin terhadap material pada gudang sehingga diketahui jumlah dan keadaan persediaan serta tindakan dapat dilakukan segera apabila diperlukan.
4. Adanya pengembangan penelitian selanjutnya, dapat dilakukan analisis terhadap manajemen perencanaan dan pengendalian produksi terutama dengan melakukan identifikasi biaya yang muncul akibat adanya *safety stock*. Selain itu dapat diidentifikasi faktor-faktor yang dapat memengaruhi perencanaan dan pengendalian produksi pada PT Cahaya Maju Bahagia.

Daftar Pustaka

- Gaspersz, V. (2005). *Production Planning and Inventory*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Hartini, S. (2011). *Teknik Mencapai Produksi Optimal*. Bandung: CV Lubuk Agung.
- Hartini, S., & Larasati, I. (2009). Pengendalian Persediaan Menggunakan Pendekatan Dynamic Inventory Dengan Mempertimbangkan Ketidakpastian Permintaan, Yield, dan Leadtime. *Jurnal Teknik Industri Universitas Diponegoro*.
- Machfud. (1999). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Bogor: Departemen Teknologi Industri Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Manullang, M. (1996). *Dasar-Dasar Manajemen*. Jakarta: Ghalia Indonesia.

- Pujawan, I. Y. (2005). *Supply Chain Management*. Surabaya: Guna Widya.
- Silvia, M. (2013). Pengendalian Persediaan Bahan Baku Menggunakan Metode Min-Max Stock Pada PT. Semen Tonasa Di Pangkep.
- Subagyo, P. (1986). *Forecasting Konsep dan Aplikasi*. Yogyakarta: BPPE UGM.
- Taylor, B. W., & Russell, S. R. (2013). *Operations and Supply Chain Management* (8th ed.). New Jersey: John Wiley & Sons.
- Tersine, R. J. (1994). *Principles of Inventory and Materials Management* (4th ed.). New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Yedida, C. K., & Ulkhaq, M. M. (2017). Perencanaan kebutuhan persediaan material bahan baku pada CV Endhigra Prima dengan Metode Min-Max. *Industrial Engineering Online Journal*.