

ANALISIS EFISIENSI BIAYA PERSEDIAAN *PATCHOULI OIL* (MINYAK NILAM) MENGGUNAKAN METODE EOQ DENGAN MEMPERTIMBANGKAN KAPASITAS GUDANG PADA PT XYZ

Sesaria Mardhiani Rachma P¹, Sutarto Alimoeso², Alfina Marta Adhavian³

^{1,2,3}Institut Transportasi dan Logistik Trisakti, Jakarta, Indonesia Email:

¹sesariamrp@gmail.com, ²sutartoalimoeso@gmail.com, ³alfinamarta2001@gmail.com

Abstrak. Permasalahan dalam penelitian ini yaitu PT XYZ melakukan pemesanan bahan baku untuk proses produksi sebanyak-banyaknya yang menyebabkan bahan baku yang menumpuk dalam gudang dengan kapasitas gudang PT XYZ yang terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah optimal dan luas gudang optimal untuk mendapatkan biaya total persediaan yang optimal. Dalam penelitian ini menggunakan model EOQ (*Economic Order Quantity*) pengembangan II mempertimbangkan kapasitas gudang dengan metode *Lagrange Multiplier*. Hasil penelitian menunjukkan jumlah optimal bahan baku A dan bahan baku B secara berurutan yaitu sebesar 55,2 ton dan 36,8 ton dan untuk biaya total persediaan bahan baku A dan bahan baku B yang optimal secara berurutan sebesar Rp21.362.417 dan Rp17.533.999.

Kata kunci: Persediaan, Peramalan, EOQ, *Lagrange Multiplier*, Kapasitas Gudang, *Exponential Smoothing*, Minyak Nilam

Abstract. The research at hand addresses a consequential concern related to PT XYZ's procurement procedure, specially their process to order raw materials for the production process in excessive quantities. This practice of them lead to the accretion of raw materials with in the company's warehouse due to limited storage capacity. The focal point of this study is to determine the optimal quantity of ordering raw materials and to indicate the suitable warehouse size that will result in the most cost effective total inventory management. To accomplish this objective, the research adopts well-establishes process EOQ (*Economic Order Quantity*) model with II development. Moreover the study considers the significant of warehouse capacity by implementing the *Lagrange Multiplier Method*. Eventually consequences of the research display that the optimal order quantities for raw material A and B are 55.2 tons and 36.8 tons respectively. Additionally the study indicate that the optimal total inventory cost for raw materials A and B, representing to Rp21,362,417 and Rp17,533,999, respectively.

Keywords: Inventory, Forecasting, EOQ, *Lagrange Multiplier*, Warehouse Capacity, *Exponential Smoothing*, Patchoili Oil.

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan zaman, persaingan antar perusahaan manufaktur kian meningkat. Perusahaan harus memiliki strategi untuk dapat bersaing dengan perusahaan lain. Bagi perusahaan manufaktur, persediaan (*Inventory*) merupakan bagian yang paling krusial dalam perusahaan. Perusahaan harus dapat mempertahankan persediaan yang optimal yang dapat menjamin kelancaran produksi perusahaan dalam kuantitas dan kualitas yang tepat dengan biaya yang serendah-rendahnya. PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang manufaktur *ingredients* berupa ekstraksi bahan alami dan sebagian besar ekstrak tumbuhan seperti kakao, kopi, teh, vanila, dan jahe.

PT XYZ melayani kebutuhan industri makanan dan minuman, perisa dan wewangian, makanan kesehatan, farmasi, dan kosmetik dengan sumber dan produk olahan lokal. PT XYZ melakukan proses produksi dari bahan baku mentah menjadi bahan baku siap pakai. Terdapat 8 kategori produk yang dihasilkan yaitu: (1) *Functional Ingredients*; (2) *Essential Oil*; (3) *Cocoa & Vanilla*; (4) *Tea & Coffee*; (5) *Seasoning Ingredients*; (6) *Cosmetic & Care Ingredients*; (7) *Honey & Coconut*; dan (8) *Fruit & Vegetable*. Salah satu produk yang dihasilkan oleh PT. XYZ yaitu *Patchouli Oil* (Minyak Nilam) yang mana termasuk dalam kategori (2) *Essential Oil*.

Permasalahan yang terjadi pada PT XYZ yaitu adanya *overstock* pada gudang bahan baku PT XYZ yang berakibat pada penumpukan barang di gudang yang mana hal tersebut terjadi karena adanya pemesanan yang berlebihan dilakukan oleh departemen PPIC (*Planning Production and Inventory Control*) PT XYZ karena pembelian dilakukan saat harga dari petani sedang turun sehingga departemen PPIC (*Planning Production and Inventory Control*) membeli sebanyakbanyaknya untuk memotong biaya pembelian walaupun tidak ada jadwal untuk kegiatan produksi. Perusahaan melakukan proses produksi sesuai dengan permintaan konsumen. Hal ini membuat perusahaan harus mengeluarkan biaya tambahan seperti biaya sewa gudang, biaya peralatan untuk pergerakan barang, dan biaya lembur karyawan. Jika hal ini dilakukan secara terus menerus, maka perusahaan akan mengalami kerugian.

Menurut (Kasengkang et al., 2016) penelitian menggunakan EOQ itu hampir sama fungsinya untuk mengoptimalkan jumlah penggunaan tetapi di *Lagrange Multiplier* bergantung pada ketika kendala fungsional terlibat. Metode *Lagrange Multiplier* diharapkan mampu menjamin kebutuhan dan kelancaran kegiatan perusahaan dalam hal penyediaan produk yang tepat serta dapat dihasilkan biaya total persediaan menjadi minimum. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah optimal untuk memesan bahan baku (*raw material*), mengetahui luas gudang yang optimal untuk menyimpan bahan baku (*raw material*), dan untuk mengetahui total biaya persediaan yang optimal bagi perusahaan.

2. LANDASAN TEORI

A) Rantai Pasok dan Logistik

Rantai Pasok (*Supply Chain*) adalah jaringan organisasi terintegrasi yang berkaitan dengan hubungan mulai dari hulu ke hilir dalam suatu proses dan kegiatan yang berbeda untuk menghasilkan nilai tambah (*value added*) berupa barang atau jasa (Sutoni & Agustian, 2017). Menurut David J. Bloomberg menyebutkan (dalam Gunawan, 2019, p. 28) bahwa SCM (*Supply Chain Management*) merupakan proses dari perencanaan, pengorganisasian, dan pengontrolan arus material dan jasa dari pemasok sampai ke pengguna akhir. Dalam rantai pasokan, terdapat 3 aliran yaitu 1) Aliran barang, 2) Aliran uang dan 3) Aliran informasi.

Logistik merupakan proses perencanaan, penerapan, dan pemantauan aliran barang atau jasa yang efektif dan efisien serta informasi dari titik asal ke titik akhir untuk memenuhi kebutuhan pelanggan (Kasengkang et al., 2016) Logistik bertujuan untuk pengoptimalan penggunaan modal yang merupakan suatu seni dan ilmu dalam memindahkan barang, energi, informasi, dan sumber daya lainnya seperti produk, layanan jasa, dan manusia dari sumber produksi ke pasar. Kegiatan utama dalam logistik yaitu melakukan pengadaan, pergudangan, penyimpanan, transportasi, persediaan,

pengemasan, keamanan dan penanganan barang dan jasa dalam bentuk bahan baku, bahan setengah jadi ataupun barang jadi (Kasengkang et al., 2016).

B) Gudang

Mulcahy dan David (1994) (dalam Jacobus & Sumarauw, 2018) menyatakan Gudang merupakan tempat penyimpanan berbagai macam jenis produk yang memiliki ruang penyimpanan dalam jumlah besar maupun kecil dalam jangka waktu saat produksi dan saat produk dibutuhkan oleh konsumen.

C) Biaya

Biaya yaitu sumber daya yang yang digunakan untuk membeli atau membayar barang, jasa, tenaga kerja, produk, peralatan, dan item lain yang digunakan untuk tujuan bisnis dan diukur dalam unit moneter (Giantara, 2018, p. 11). Biaya persediaan merupakan biaya yang dikeluarkan oleh suatu perusahaan dikarenakan adanya persediaan selama perencanaan waktu tertentu. Biaya persediaan terdiri atas biaya pembelian, biaya pemesanan, biaya penyimpanan, biaya kekurangan persediaan, dan biaya pemeliharaan (Bahagia, 2006, p. 35).

Purnomo & Pasca Riani (2018, p. 34) menegaskan bahwa dalam perhitungan biaya total persediaan terdapat beberapa jenis biaya yang harus diidentifikasi terlebih dahulu, yaitu: 1) Biaya Pemesanan (Ordering Cost atau Procurement Cost), 2) Biaya Penyimpanan (Holding Cost atau Carrying Cost), 3) Biaya Total Persediaan (Total Inventory Cost), dan 4) Biaya Kekurangan (Shortage cost)

D) Persediaan

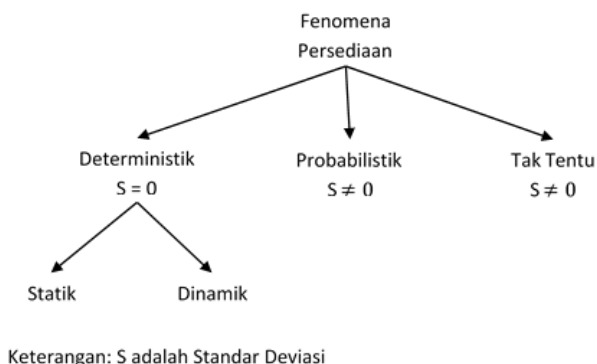
Bahagia (2006, p. 7) menyatakan bahwa “persediaan (*Inventory*) merupakan sumber daya yang menganggur yang keberadaannya menunggu proses lebih lanjut”. Mulyadi (dalam Akhmad, 2018, p. 374) menyatakan bahwa pada perusahaan manufaktur, persediaan terdiri dari persediaan produk jadi, bahan baku, bahan baku penolong, bahan habis pakai manufaktur dan persediaan suku cadang. Eddy Herjanto (dalam Rahmani, 2019, p. 15) menyebutkan bahwa persediaan memiliki beberapa fungsi penting dalam memenuhi kebutuhan perusahaan yaitu sebagai berikut:

- 1) Menghilangkan risiko keterlambatan pengiriman bahan baku atau barang yang dibutuhkan perusahaan;
- 2) Menghilangkan risiko jika material yang dipesan tidak baik sehingga harus dikembalikan;
- 3) Menghilangkan risiko terhadap kenaikan harga barang atau inflasi;
- 4) Untuk menyimpan bahan baku yang dihasilkan secara musiman sehingga perusahaan tidak akan kesulitan jika bahan itu tidak tersedia di pasaran
- 5) Mendapatkan keuntungan dari pembelian berdasarkan diskon kuantitas; dan

6) Memberikan pelayanan kepada pelanggan dengan tersedianya barang yang diperlukan”.

E) Pengendalian Persediaan

Render (dalam Fahmi & Nanda, 2018) menyatakan bahwa pengendalian persediaan adalah pencatatan persediaan dengan perhitungan berkala (*Cycle Counting*) yang didokumentasikan secara *periodic* apabila ditemukan ketidakakuratan terhadap data barang. Dalam melakukan pengendalian persediaan, terdapat model yang dapat dipilih oleh perusahaan untuk melakukan perencanaan dan pengawasan terhadap persediaan yang dimiliki oleh perusahaan. Bahagia (2006, p. 45) menyatakan bahwa terdapat 3 kategori dalam metode SIC yaitu model deterministik, model probabilitas dan model tak tentu. Kategori tersebut dapat digambarkan seperti pada gambar berikut:



Gambar 1: Klasifikasi Metode Pengendalian Persediaan Secara Statistik

F) Economic Order Quantity (EOQ)

Purnomo & Pasca Riani (2018, p. 55) menegaskan bahwa pengendalian persediaan bahan baku atau bahan mentah dapat dihitung menggunakan Economic Order Quantity (EOQ) karena bahan mentah merupakan salah satu faktor penting dalam kegiatan produksi. EOQ merupakan metode yang digunakan untuk melakukan ukuran pembelian yang paling ekonomis pada saat melakukan pembelian. Terdapat dua macam cara untuk menentukan besarnya EOQ yaitu Metode Simulasi dan Rumus EOQ (Purnomo & Pasca Riani, 2018, p. 58).

1) Economic Order Quantity (EOQ) dengan Kendala Tempat

EOQ Metode *Lagrange Multiplier* merupakan metode EOQ pengembangan dengan menggunakan fungsi “ λ ” sebagai indikator model mana yang valid untuk digunakan dengan kendala tempat. Dalam model pengembangan II, volume gudang menjadi kendala penentu dimana berapa pun besar volume gudang F maka Q optimal menjadi valid. Didalam model *Lagrange Multiplier* (λ), berperan sebagai pendeteksi untuk mengetahui seberapa jauh persediaan Q yang mampu ditampung pada fasilitas yang

tersedia (Siswanto, 2007, p. 169). Siswanto (2007, pp. 169–171) menyatakan bahwa untuk menemukan λ dapat dilakukan perhitungan model matematik, yaitu: Jika $\lambda > 0$, maka berlaku:

$$Q = \sqrt{2DS/(h + 2O(G + \lambda))} \quad (1)$$

$$F/O = \sqrt{2DS/(h + 2O(G + \lambda))} \quad (2)$$

dengan perhitungan Biaya Total Persediaan (BTP) dapat dihitung dengan rumus:

Biaya Total Persediaan = Biaya Pesan + Biaya Simpan + Biaya Gudang + Batasan Fasilitas Untuk Menyimpan Persediaan Maksimum

$$BTP = (DS/Q) + (Q/2.h) + (G.Q.O) + (\lambda (OQ - F)) \quad (3)$$

Keterangan:

D = Kebutuhan dalam satu periode (*Demand*)

S = Biaya dalam sekali pesan

Q = Jumlah barang (*Quantity*)

G = Biaya gudang per meter kubik per tahun

O = Pemakaian ruang per unit h = Biaya penyimpanan per unit per tahun λ = Nilai *Lagrange*

F = Fasilitas ruang penyimpanan yang tersedia (m^2)

Penurunan rumus EOQ dengan Kendala Tempat berasal dari rumus dasar EOQ yang dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 1: Penurunan Rumus EOQ Terkendala Tempat

	EOQ Dasar	Pengembangan I	Pengembangan II
Q_{opt}	$\sqrt{\frac{2DS}{h}}$	$\sqrt{\frac{2DS}{h + 2GO}}$	$\sqrt{\frac{2DS}{h + 2O(G + \lambda)}}$
BTP	$\frac{DS}{Q} + \frac{Q}{2}h$	$\frac{DS}{Q} + \frac{Q}{2}h + G.Q.O$	$\frac{DS}{Q} + \frac{Q}{2}h + G.Q.O + \lambda (OQ - F)$

2) Titik Pemesanan Ulang (*Reorder Point*)

Heizer dan Render (dalam Sahil, 2021, p. 29) menyatakan bahwa titik pemesanan ulang (*reorder point*) merupakan level persediaan di mana tindakan pemesanan ulang dilakukan untuk menggantikan persediaan barang dengan mempertimbangkan jumlah barang yang masih ada di gudang sebelum melakukan pemesanan ulang. Periode antara pemesanan bahan baku dan kedatangan bahan baku di gudang disebut waktu penantian (*lead time*).

Menurut Siswanto (2007, p. 131) pemesanan ulang dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = D/Q \quad (4)$$

Keterangan:

P = Siklus Pesanan Ulang

D = Kebutuhan dalam suatu periode perencanaan

Q = Jumlah barang yang dipesan setiap kali pesanan dibuat

Selanjutnya, untuk mengetahui periode waktu setiap siklus pesanan ulang dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Y = W/P \quad (5)$$

Keterangan:

W = Periode waktu perencanaan (12 bulan, 52 minggu, atau 365 hari)

P = Siklus pesanan ulang

Y = periode waktu setiap satu siklus pesanan ulang

3) Persediaan Cadangan (*Safety Stock*)

Persediaan cadangan (*safety stock*) merupakan persediaan tambahan yang berfungsi untuk melindungi atau menjaga risiko terjadinya persediaan habis (*stockout*). Perusahaan harus memiliki persediaan minimum agar dapat beroperasi dengan normal (Sahil, 2021, p. 29). Kurva normal digunakan sebagai alat bantu untuk mengetahui berapa banyak *safety stock* yang diperlukan, dimana dinyatakan dengan σ atau simpangan baku. Simpangan baku tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut:

(Siswanto, 2007, p. 188)

$$\sigma = \sqrt{(\sum Xi - Xbar^2)/n} \quad (6)$$

penetapan berapa persen (z) kemungkinan habis persediaan sebagai faktor keamanan untuk menentukan persediaan cadangan, maka dari itu dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Persediaan cadangan} = \text{Faktor Keamanan (z)} \times \sigma \quad (7)$$

G) Peramalan (*Forecasting*)

Dalam membuat keputusan seperti pemilihan supplier, perencanaan kapasitas, tata letak fasilitas, pemilihan proses, keputusan pembelian, perencanaan produksi, penjadwalan dan persediaan bagian produksi menggunakan peramalan (*forecasting*). Peramalan memiliki peran yang sangat penting seperti berapa banyak persediaan yang harus disimpan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan (Jacobs & Chase, 2018, p. 445). Makridakis et al., (1999, p. 17) berpendapat bahwa terdapat beberapa jenis pola data yang dapat membantu dalam menentukan jenis metode peramalan yang tepat, Jacobs & Chase (2018, p. 447) berpendapat bahwa permintaan terhadap produk atau layanan dapat dibagi menjadi enam bagian: kebutuhan rata-rata dalam periode

tersebut, pola, unsur musiman, unsur siklus, fluktuasi acak, dan hubungan antar variabel. Wilson & Keating (2009, p. 60) berpendapat bahwa deret berkala (*time series*) berisi beberapa komponen yaitu trend, musiman, siklis, dan tidak teratur.

1) Simple Exponential Smoothing (SES)

Pemulusan eksponensial (*Exponential Smoothing*) merupakan teknik peramalan deret waktu dengan menggunakan bobot yang menurun secara eksponensial $(1 - \alpha)$ untuk setiap periode yang lalu. *Smoothing* konstan α (α) adalah parameter dalam persamaan *exponential smoothing* yang mengontrol kecepatan reaksi perbedaan antara perkiraan dan permintaan aktual (Jacobs & Chase, 2018, p. 452). Persamaan umum *Simple Exponential Smoothing* menurut Makridakis et al., (1999, p. 103):

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha) F_t \quad (8)$$

Terdapat cara lain sebagai alternative untuk menuliskan persamaan yaitu:

$$F_{t+1} = F_t + \alpha (X_t - F_t) \quad (9)$$

Secara sederhana,

$F_{t+1} = F_t + \alpha (e_t)$ (10) dimana e_t merupakan kesalahan ramalan (nilai sebenarnya dikurangi nilai ramalan) dalam periode t. Makridakis et al., (1999, p. 104) menyebutkan bahwa pemilihan α memiliki pengaruh yang besar dalam suatu peramalan (*forecasting*). Jika nilai α mendekati 1, maka ramalan yang baru akan mencakup kesalahan yang besar pada ramalan sebelumnya, sedangkan jika nilai α mendekati 0, maka ramalan yang baru akan mencakup penyesuaian yang kecil.

2) Ketepatan Perhitungan Peramalan

Ketepatan perhitungan peramalan sangat diperlukan agar dapat menghasilkan nilai yang akurat, maka dari itu diusulkan ukuran-ukuran alternatif dengan keterbatasan ukuran ketepatan peramalan, yaitu (Makridakis et al., 1999, pp. 59–61):

Menentukan Galat (Error)

$$Xi - Fi \quad (11)$$

Dengan Xi sebagai nilai observasi dan Fi sebagai hasil peramalan (*forecasting*)

Galat Absolut (*Absolute Error*)

$$| Xi - Fi | \quad (12)$$

Galat Kuadrat

$$(Xi - Fi)^2 \quad (13)$$

Galat Persentase (*Percentage Error*)

$$PE_i = ((Xi-Fi)/Xi) 100 \quad (14)$$

Nilai Tengah Galat Persentase (*Mean Percentage Error*)

$$MPE = \left[\frac{\sum |PE_i|}{n} \right] \quad (15)$$

Nilai Tengah Galat Persentase Absolut (*Mean Absolute Percentage Error*)

$$MAPE = \left[\frac{\sum |PE_i|}{n} \right] \quad (16)$$

Menurut Jonathan (2021, p. 32) untuk menghitung kesalahan peramalan total dapat menggunakan tiga rumus yang terkenal yaitu sebagai berikut:

Mean Absolute Deviation (MAD)

Nilai kesalahan mutlak rata-rata selama periode tertentu tanpa memperhatikan apakah hasil peramalan lebih tinggi atau lebih rendah dibandingkan dengan data aktual disebut dengan MAD (Jonathan, 2021, p. 32). Menurut Aldi Dwiputra Wijaya, Tiur Gantini (dalam Jonathan, 2021, p. 32), MAD dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$MAD = \left(\frac{\sum |A_t - P_t|}{n} \right) \quad (17)$$

A_t = Permintaan aktual periode t

P_t = Peramalan permintaan periode t

N = Jumlah periode peramalan yang ditentukan

Mean Square Error (MSE)

Rata-rata selisih kuadrat antara nilai yang diprediksi dan nilai yang diamati merupakan pengertian dari MAD (Jonathan, 2021, p. 33). Fathatun Hasanah (dalam Jonathan, 2021, p. 33) menyebutkan bahwa terdapat rumusan untuk menghitung MSE yaitu sebagai berikut:

$$MSE = \left(\frac{\sum (X_t - S_t)^2}{n} \right) \quad (18)$$

X_t = Nilai riil periode t

S_t = Nilai peramalan periode t

N = Jumlah periode peramalan

Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

MAPE merupakan persentase rata-rata kesalahan yang berasal dari pembagian nilai kesalahan absolute tiap periode dengan nilai observasi nyata dalam periode tersebut (Jonathan, 2021, p. 33). Fathatun Hasanah (dalam Jonathan, 2021, p. 33) menyebutkan dalam menghitung nilai MAPE dapat dihitung dengan rumusan sebagai berikut:

$$PET = 100\% \times \left(\frac{(X_t - S_t)}{X_t} \right) \quad (19)$$

$$MAPE = \left(\frac{\sum |PET|}{n} \right) \quad (20)$$

X_t = Nilai riil periode t

S_t = Nilai peramalan periode t

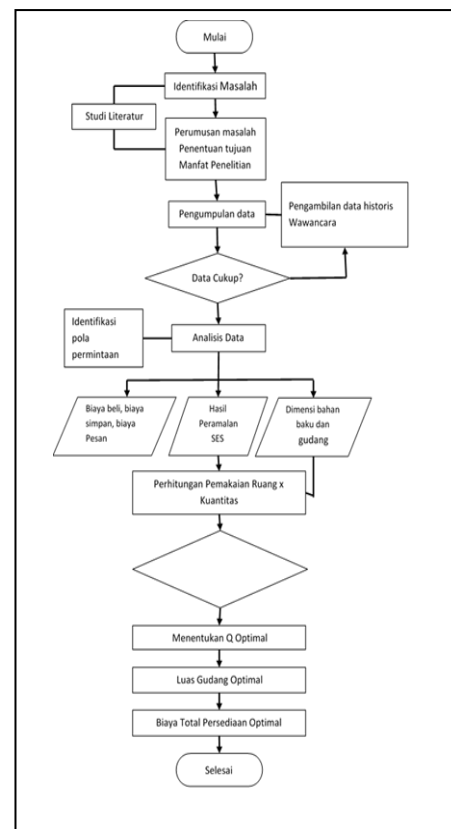
N = Jumlah periode peramalan

3. METODE PENELITIAN

Pendekatan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini merupakan pendekatan kuantitatif dengan cara mengumpulkan data-data mengenai biaya persediaan, harga bahan baku, kuantitas bahan baku, permintaan, pemakaian bahan baku untuk kegiatan produksi dan data kedatangan bahan baku.

1) Desain Penelitian

Desain penelitian menunjukkan tahapan peneliti dalam melakukan penelitian di PT XYZ. Pada tahap pertama peneliti mulai melakukan identifikasi permasalahan yang ada di PT XYZ, kemudian merumuskan masalah, penetapan tujuan dan manfaat penelitian. Pada tahapan kedua peneliti mengumpulkan data-data yang dibutuhkan dalam penelitian yaitu data permintaan *patchouli oil*, data kedatangan bahan baku, data pemakaian produksi, data biaya persediaan (biaya simpan, biaya pesan, dan biaya sewa gudang), dan harga bahan baku kemudian mulai menganalisis data. Analisis data dimulai dari menentukan pola permintaan *patchouli oil*, melakukan peramalan, kemudian perhitungan kuantitas optimal dengan menggunakan metode *Lagrange Multiplier*, penentuan biaya total persediaan setiap bahan baku dan luas gudang yang optimal untuk setiap bahan baku.



Gambar 2: Desain Penelitian

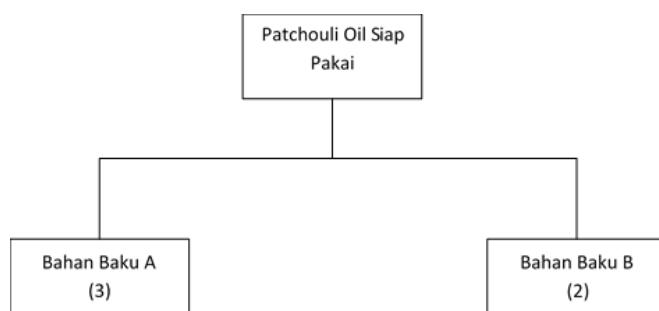
2) Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada salah satu perusahaan manufaktur ingredients yaitu PT XYZ yang merupakan salah satu perusahaan manufaktur ingredients untuk perusahaan FMCG (*Fast Moving Consumer Goods*). Penelitian dilakukan pada bulan Maret tahun 2023 sampai dengan bulan Mei tahun 2023.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

PT XYZ memproduksi *ingredients* yang akan digunakan sebagai bahan baku (*raw material*) untuk produk lain. Klasifikasi *Patchouli Oil* yang dihasilkan yaitu *Patchouli Oil* dengan kualitas biasa saja dengan harga yang rendah dan *Patchouli Oil* dengan kualitas baik dengan harga yang lebih tinggi. Produk *Patchouli Oil* dikemas dalam drum dengan kapasitas setiap drumnya yaitu 0,2 Ton. Untuk mengolahnya menjadi *Patchouli Oil* yang siap pakai, dilakukan proses

kualitas baik dan 2 bagian untuk bahan baku dengan kualitas sedang. Berikut penjelasan struktur produk *patchouli oil*:



blending dengan perbandingan 3:2, 3 bagian untuk bahan baku
Gambar 3: Perbandingan Penggunaan Bahan Baku

Untuk mengetahui kuantitas setiap bahan baku yang dipakai untuk proses produksi dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

- Periode 1, pada periode 1 pemakaian bahan baku untuk proses produksi sebanyak 2 ton, maka:
Bahan baku A = $\frac{3}{5} \times 2 \text{ ton} = 1,2 \text{ ton}$
Bahan baku B = $\frac{2}{5} \times 2 \text{ ton} = 0,8 \text{ ton}$
- Periode 2, pada periode 2 pemakaian bahan baku untuk proses produksi sebanyak 6 ton, maka:
Bahan baku A = $\frac{3}{5} \times 6 \text{ ton} = 3,6 \text{ ton}$
Bahan baku B = $\frac{2}{5} \times 6 \text{ ton} = 2,4 \text{ ton}$
- Periode 3, pada periode 3 pemakaian bahan baku untuk proses produksi sebanyak 6 ton, maka:
Bahan baku A = $\frac{3}{5} \times 6 \text{ ton} = 3,9 \text{ ton}$
Bahan baku B = $\frac{2}{5} \times 6 \text{ ton} = 2,6 \text{ ton}$

Dari perhitungan tersebut berlanjut hingga periode terakhir untuk mengetahui kuantitas setiap bahan baku untuk proses produksi.

1) Penentuan Jenis Model

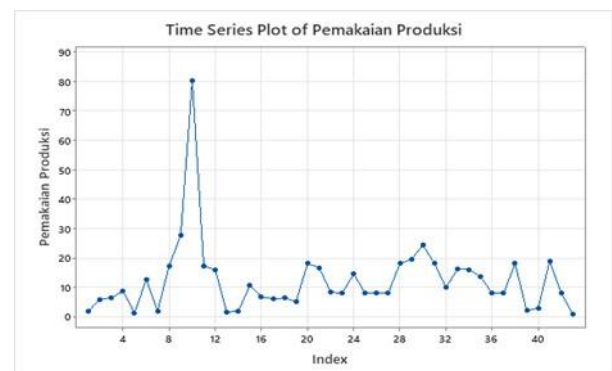
Penentuan model dalam penelitian dilakukan dengan menentukan standar deviasi terlebih dahulu, dengan rumus sebagai berikut:

$$\sigma = \sqrt{(\sum Xi - X^2)/n} \sigma$$

$$= \sqrt{(6628,37/43)}$$

$$\sigma = 12,42$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut menunjukkan bahwa $S \neq 0$, maka jenis persediaan dalam penelitian ini merupakan jenis persediaan probabilistik.



Gambar 4: Grafik Pemakaian Bahan Baku

2) Peramalan Simple Exponential Smoothing Menggunakan POM QM

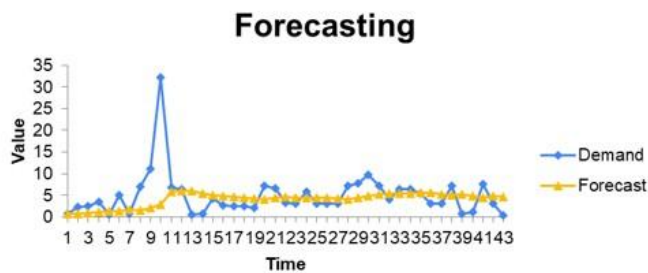
Pola data deret waktu untuk data pemakaian bahan baku untuk proses produksi *Patchouli Oil* dari tahun 2019 sampai dengan 2022 pada PT XYZ, dapat dilihat pada gambar berikut:

Pola data pada gambar diatas menunjukkan permintaan akan *Patchouli Oil* terlihat cenderung stasioner sehingga metode yang digunakan untuk melakukan peramalan adalah *Simple Exponential Smoothing* (SES).

a) Peramalan Bahan Baku A

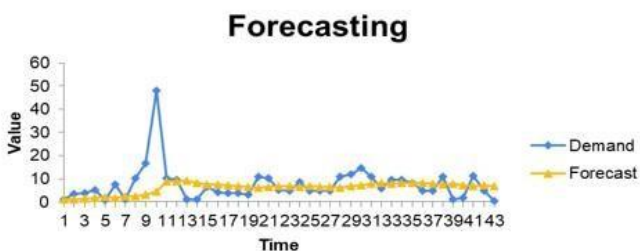
Berdasarkan hasil peramalan, jumlah total bahan baku A selama 12 periode sebesar 91,2 ton yang mana membutuhkan sebanyak 114 pallet. Peneliti melakukan peramalan selama 12 periode kedepan. Grafik peramalan bahan baku A dapat dilihat setelah perhitungan pada gambar berikut:

b) Peramalan Bahan Baku B



Gambar 5: Grafik Exponential Smoothing Bahan Baku A

Hasil peramalan bahan baku B selama 12 periode memperoleh jumlah total bahan baku B sebanyak 30,9 ton yang mana membutuhkan sebanyak 39 pallet. Peneliti melakukan peramalan selama 12 periode kedepan, dari peramalan tersebut didapatkan grafik hasil peramalan pada bahan baku B yaitu sebagai berikut:



Gambar 6: Grafik Exponential Smoothing Bahan Baku B Berdasarkan hasil peramalan bahan baku A dan bahan baku B menunjukkan grafik yang lebih stabil dibandingkan sebelumnya.

3) Lagrange Multiplier

Perhitungan nilai *lagrange* bertujuan untuk menentukan valid atau tidaknya data yang digunakan, perhitungannya adalah sebagai berikut:

Tabel 2: Deskripsi Data Perhitungan Lagrange

Deskripsi	Bahan Baku A	Bahan Baku B
D = Kebutuhan Bahan Baku (Pallet)	114 pallet (91,22 ton)	83 Pallet (66,332 ton)
h = Biaya Simpan (Rp/pallet)	Rp15.966/pallet	Rp23.950/pallet
S = biaya Pesan (Rp/pesan)	Rp5.390.000/pesan	Rp5.390.000/pesan

O = Pemakaian ruang (m ²)	1,21m ²	1,21m ²
G = Biaya Gudang per meter (Rp/m ²)	Rp50.000	Rp50.000
F = Kapasitas Penyimpanan Perusahaan (m ²)	83,85m ²	55,90m ²

a) Bahan Baku A

Perhitungan nilai lambda (λ) untuk sebagai indikator model yang valid untuk digunakan dalam menentukan Q optimal. Perhitungan nilai lambda (λ) adalah sebagai berikut:

$$Q = \sqrt{(2DS) / (h + 2O(G+\lambda))}$$

$$F/O = \sqrt{(2DS) / (h + 2O(G+\lambda))}$$

$$83,85/1,21 = \sqrt{2(114) (5.390.000) / (15.966 + 2(1,21) (50.000+\lambda))}$$

$$69 = \sqrt{(614.584.694,63) / (7.983,17 + 60.500,00 + 1,21\lambda)}$$

$$4.802 = (614.584.694,63) / (68.483 + 1,21\lambda)$$

$$4.802 (68.483 + 1,21\lambda) = 614.584.694,63$$

$$328.866.224 + 5.811\lambda = 614.584.694,63$$

$$5.811\lambda = 614.584.694,63 - 328.866.224 \lambda = (285.718.470) / 5.811 \lambda = 49.172 \text{ maka, } Q = F/O \text{ adalah valid. } Q \text{ optimal} = 69 \text{ Pallet}$$

b) Bahan Baku B

Perhitungan nilai lambda (λ) untuk sebagai indikator model yang valid untuk digunakan dalam menentukan Q optimal. Perhitungan nilai lambda (λ) adalah sebagai berikut:

$$Q = \sqrt{(2DS)/(h+2O (G+\lambda))} \quad F/O = \sqrt{(2DS)/(h+2O (G+\lambda))}$$

$$55,90/1,21 = \sqrt{2(83)(5.390.000)/(23.950+2(1,21) (50.000+\lambda))}$$

$$46 = \sqrt{446.910.438 / (11.975+60.500+1,21\lambda)}$$

$$2.134 = 446.910.438 / (72.475 + 1,21\lambda) \quad 2.134 (72.475 + 1,21\lambda) = 446.910.438$$

$$154.681.959 + 2.582 \lambda = 446.910.438$$

$$2.582 \lambda = 446.910.438 - 154.681.959$$

$$\lambda = (292.228.478) / 2.582 \lambda = 113.158$$

maka, Q = F/O adalah valid. Q optimal = 46 Pallet

Berdasarkan Hasil analisis data menunjukkan penggunaan persamaan (3.19) yang mana $F/O = Q$ adalah valid. Nilai lambda (λ) yang dihasilkan dari perhitungan tersebut menunjukkan bahwa $\lambda > 0$ maka perhitungan tersebut valid dan data yang tersedia dapat digunakan. Perhitungan tersebut menunjukkan nilai lambda (λ) sebesar 49.172 untuk

bahan baku A dan nilai lamba (λ) sebesar 113.158 untuk bahan baku B.

4) Luas Gudang Optimal

Perhitungan luas gudang dapat dirumuskan sebagai berikut:

a) Bahan Baku A

Perhitungan luas Gudang
= Pemakaian ruang (m^2) x Kuantitas Optimal
= $1,21 m^2 \times 69$ pallet
= $83,85 m^2$

b) Bahan Baku B

Perhitungan luas Gudang
= Pemakaian ruang (m^2) x Kuantitas Optimal
= $1,21 m^2 \times 46$ pallet
= $55,90 m^2$

Hasil menunjukan setelah melakukan perhitungan, terdapat perbedaan antara kondisi aktual perusahaan dengan perhitungan lagrange multiplier yaitu sebagai berikut:

Tabel 3: Luas Gudang Aktual Vs Lagrange Multiplier

	Aktual Perusahaan (m^2)	Lagrange Multiplier (m^2)
Bahan Baku A	179,62 m^2	83,85 m^2
Bahan Baku B	119,74 m^2	55,90 m^2

5) Siklus Pemesanan (Reorder Cycle)

Deskripsi	Bahan Baku A	Bahan Baku B
D = Kebutuhan Bahan Baku (Pallet)	114 pallet (91,22 ton)	83 Pallet (66,332 ton)
Q = Jumlah barang yang dipesan setiap kali pesanan dibuat	69 pallet	46 pallet

a) Bahan Baku A

Mencari siklus pesanan ulang:
 $P = D/Q$
 $P = (114 \text{ pallet})/(69 \text{ pallet})$
 $P = 1,65$ kali
 $P = 2$ kali

b) Bahan Baku B

Mencari siklus pesanan ulang:

$P = D/Q$
 $P = (83 \text{ pallet})/(46 \text{ pallet})$
 $P = 1,80$ kali
 $P = 2$ kali

Deskripsi	Bahan Baku A	Bahan Baku B
P = Siklus pesanan ulang	1,65 kali	1,80 kali
W = Periode waktu perencanaan (12 bulan, 52 minggu, 365 hari)	12 bulan	12 bulan

a) Bahan Baku A

Periode waktu setiap satu siklus pesanan ulang:
 $Y = W/P$
 $Y = (12 \text{ bulan})/(1,65 \text{ kali})$
 $Y = 7,27$ bulan

b) Bahan Baku B

Periode waktu setiap satu siklus pesanan ulang:
 $Y = W/P$
 $Y = (12 \text{ bulan})/(1,80 \text{ kali})$
 $Y = 6,66$ bulan

6) Persediaan Cadangan (Safety Stock)

Perhitungan persediaan cadangan berdasarkan rumus adalah sebagai berikut: a) **Bahan Baku A**

- Mencari $\bar{X} = (\sum X_i)/n$
 $\bar{X} = (\sum X_i)/n$
 $= 93,20/12 = 7,77$
- Mencari z sebagai faktor keamanan
Kehabisan persediaan sebesar 5% ($0,05$) = α Untuk mencari nilai pada z tabel dapat menggunakan persamaan
 $= Z_{1-\alpha}$
 $= 1 - 0,05$
 $= 0,9505$
Sehingga nilai z adalah 1,65 berdasarkan z tabel.
- Mencari Simpangan Baku atau Standar Deviasi (σ) $\sigma = \sqrt{(\sum X_i - \bar{X})^2 / n}$ $\sigma = \sqrt{3,39/2}$ $\sigma = 0,53$
- Mencari Persediaan Cadangan
Persediaan cadangan = Faktor keamanan (z) x σ
 $= 1,65 \times 0,53$
 $= 0,88$ ton (1 pallet)

b) Bahan Baku B

- Mencari $\bar{X} = (\sum X_i)/n$ $\bar{X} = (\sum X_i)/n$
 $= 62,10/12$
 $= 5,18$

- Mencari z sebagai faktor keamanan
Kehabisan persediaan sebesar 5% $(0,05) = \alpha$ Untuk mencari nilai pada z tabel dapat menggunakan persamaan
 $= z1-\alpha$
 $= 1 - 0,05$
 $= 0,9505$
Sehingga nilai z adalah 1,65 berdasarkan z tabel.
- Mencari Simpangan Baku atau Standar Deviasi (σ) $\sigma = \sqrt{(\sum Xi - Xbar)^2 / n}$ $\sigma = \sqrt{(1,52/2)}$ $\sigma = 0,36$
- Mencari Persediaan Cadangan
Persediaan cadangan = Faktor keamanan (z) $\times \sigma$
 $= 1,65 \times 0,36 = 0,36$
ton (1 pallet)

7) Biaya Total Persediaan a) Bahan Baku A

Biaya Total Persediaan bahan baku A = Biaya Pesan +
Biaya Simpan + Biaya Gudang + Batasan Fasilitas
Untuk Menyimpan Persediaan Maksimum
 $= DS/Q + (Q/2) h + G.Q.O + \lambda (OQ - F)$
 $= (614.584.695)/70 + (70/2) 15.966 + (50.000) (70)$
 $(1,21) + 49.172 ((1,21) (70) - 83,85)$
 $= Rp13.616.680$

b) Bahan Baku B

Biaya Total Persediaan bahan baku B = Biaya Pesan +
Biaya Simpan + Biaya Gudang + Batasan Fasilitas
Untuk Menyimpan Persediaan Maksimum
 $= DS/Q + (Q/2) h + G.Q.O + \lambda (OQ - F)$
 $= (446.910.438)/47 + (47/2) 23.950 + (50.000) (47)$
 $(1,21) + 113.158 ((1,21) (47) - 55,90)$
 $= Rp13.024.343$

Nilai Q pada perhitungan biaya total persediaan menambahkan jumlah *safety stock* untuk memperhitungkan biaya total persediaan. Hasil analisis data menggunakan rumus EOQ Pengembangan II dengan mempertimbangkan kapasitas gudang menunjukkan jumlah biaya optimal, yaitu sebagai berikut:

Tabel 4: Biaya Total Persediaan Aktual Vs *Lagrange Multiplier*

	Sebelum	Sesudah
Bahan Baku A	Rp22.021.583	Rp13.616.680
Bahan Baku B	Rp19.268.931	Rp13.024.343

Pada kondisi aktual, perusahaan melakukan pemesanan bahan baku sebanyak-banyaknya saat harga bahan baku sedang murah, sehingga menyebabkan bahan baku yang dipesan menjadi menumpuk dan mengharuskan perusahaan untuk menyewa gudang baru. Karena jika bahan

baku dibiarkan begitu saja maka berisiko akan terkontaminasi sehingga perusahaan memutuskan untuk menyewa gudang baru. Jika hal tersebut terus menerus dilakukan, biaya persediaan yang dikeluarkan kurang efisien yang mana menyebabkan tingginya biaya persediaan.

Penggunaan model EOQ pengembangan II dengan mempertimbangkan kapasitas gudang menggunakan metode *Lagrange Multiplier* adalah karena perusahaan memiliki kapasitas gudang yang terbatas sehingga penggunaan metode ini bertujuan untuk menemukan kuantitas yang optimal, luas gudang yang optimal dan biaya total persediaan yang optimal sesuai dengan kapasitas yang dimiliki oleh perusahaan.

5. SIMPULAN A) Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan dalam penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil peramalan pemakaian bahan baku untuk proses produksi menunjukkan hasil yang lebih stabil dibandingkan dengan metode perusahaan yang memesan bahan baku sebanyak-banyaknya saat harga bahan baku sedang turun, sehingga peramalan dapat membantu perusahaan dalam memprediksi berapa banyak bahan baku yang harus dipesan dikemudian hari. Penggunaan *Lagrange Multiplier* menunjukkan kuantitas optimal yang dapat dipesan oleh perusahaan yaitu sebanyak 69 pallet atau sekitar 55,2 ton untuk bahan baku A dan sebanyak 46 pallet atau sekitar 36,8 ton untuk bahan baku B. Pemesanan untuk bahan baku A dapat dilakukan sebanyak 2 kali dalam waktu 7,27 bulan dan pemesanan untuk bahan baku B dapat dilakukan sebanyak 2 kali dalam waktu 6,66 bulan.
2. Berdasarkan hasil perhitungan metode *Lagrange Multiplier*, ditemukan luas gudang yang optimal untuk perusahaan ini adalah sebesar 83,85 m² untuk bahan baku A dan 55,90 m² untuk bahan baku B.
3. Hasil perhitungan *Lagrange Multiplier* untuk biaya total persediaan pada masing-masing bahan baku yaitu sebesar Rp13.616.680 untuk biaya persediaan bahan baku A dan sebesar Rp13.024.343 untuk biaya total persediaan bahan baku B.

B) Saran

Saran peneliti yang dapat diberikan dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk penelitian selanjutnya dapat membandingkan dengan metode EOQ yang mempertimbangkan unit diskon sehingga memungkinkan perusahaan dapat melakukan efisiensi biaya persediaan yang lebih baik.

2. Perusahaan dapat mempertimbangkan penggunaan metode EOQ dengan pertimbangan kapasitas gudang untuk menghemat ruang dengan menentukan jumlah optimal bahan baku yang dipesan sesuai dengan kebutuhan produksi dan juga mempertimbangkan permintaan. Perusahaan dapat melakukan perluasan gudang jika kebutuhan produksi melebihi perhitungan peramalan yang sudah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhmad. (2018). *Manajemen Operasi: Teori dan Aplikasi dalam Dunia Bisnis* (Issue July). <http://202.93.229.166/handle/123456789/369> Bahagia, S. N. (2006). *Sistem Inventori*. ITB.
- Fahmi, S., & Nanda. (2018). Pengendalian Persediaan Bahan Baku Dengan Menggunakan Metode EOQ Pada UD. Adi Mabel. *Akuntabel*, 02, 1–11. <https://journal.feb.unmul.ac.id/index.php/AKUNTABEL/article/view/9578%0Ahttps://journal.feb.unmul.ac.id/index.php/AKUNTABEL/article/download/9578/1310>
- Giantara, D. A. (2018). *Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Menggunakan Metode EOQ Pada Pabrik Tahu APL Lamongan* [UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA]. <https://repository.um-surabaya.ac.id/3435/> Gunawan, H. (2019). *Pengantar Transportasi dan Logistik* (Edisi ke-1). PT RajaGrafindo Persada].
- Jacobs, F. R., & Chase, R. B. (2018). *OPERATION AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT* (fifteenth). McGraw-Hill Education.
- Jacobus, S. I. W., & Sumarauw, J. S. (2018). Analisis Sistem Manajemen Pergudangan Pada CV. Pasific Indah Manado Warehousing Management System Analysis on CV. Pasific Indah Manado. *Jurnal EMBA*, 6(4), 2278–2287.
- Jonathan. (2021). *ANALISIS PERAMALAN PERMINTAAN DENGAN METODE AUTO REGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE DAN PERENCANAAN BAHAN BAKU UNTUK PENGEMASAN MINYAK GORENG DENGAN METODE MATERIAL REQUIREMENT PLANNING*. Institut Transportasi dan Logistik Trisakti.
- Kasengkang, R. A., Nangoy, S., & Sumarauw, J. (2016). Analisis Logistik (Studi Kasus Pada Pt . Remenia. *Ekonomi*, 16(01), 750–759.
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & McGee, V. E. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan, Jilid 1*. Binarupa Aksara.
- Purnomo, H., & Pasca Riani, L. (2018). *Optimasi Pengendalian Persediaan*. Fakultas Ekonomi Universitas Nusantara PGRI Kediri.
- Rahmani, A. (2019). *Analisis Pengendalian Bahan Baku Baja (Wire Rod) Terhadap Kelancaran Produksi Pada Perusahaan Manufaktur (Studi Kasus Pada Pt Medan Mesindo–Kim Ii)* [UNIVERSITAS DHARMAWANGSA.]. <http://repository.dharmawangsa.ac.id/186/>
- Sahil, M. F. (2021). *Pengendalian persediaan bahan baku dalam meningkatkan kelancaran proses produksi pada pt. varia usaha beton, plant bsp mataram*. Universitas Pakuan Bogor.
- Siswanto. (2007). *Operation Reasearch* (T. Prasetyo & W. Hardani (eds.); Jilid 2). Erlangga.
- Sutoni, A., & Agustian, D. (2017). Penjadwalan Pengiriman Produk Kaos Oleh C.V. Chronicle Mart Kepada Sub Distributor Cianjur Dengan Menggunakan Metoda Drp (Distribution Requirement Planning). *Jurnal Manajemen Industri Dan Logistik*, 1(2), 137. <https://doi.org/10.30988/jmil.v1i2.24>
- Wilson, J. H., & Keating, B. (2009). *Bussines Forecasting: With ForecastX™ Sixth Edition* (B. Gordon (ed.); sixth edit). McGraw-Hill/Irwin.