

Perancangan Kebijakan Persediaan Tembakau Dengan Mempertimbangkan Masa Kedaluarsa dan Kapasitas Gudang Untuk Meningkatkan *Service Level* Pada PT XYZ

1st Sekar Safitri Permatasari
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom

Bandung, Indonesia
sekarsafitrip@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Nova Indah Saragih
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom

Bandung, Indonesia
novaindah@telkomuniversity.ac.id

3rd Nia Novitasari
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom

Bandung, Indonesia
nianovitasarii@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— Tembakau merupakan komoditas penting dalam sektor pertanian Indonesia yang memberikan kontribusi signifikan terhadap perekonomian, terutama melalui industri hasil tembakau (IHT). PT XYZ, sebuah perusahaan yang bergerak dalam produksi rokok jenis Sigaret Kretek Tangan (SKT) dan Sigaret Kretek Mesin (SKM), menghadapi tantangan dalam memenuhi permintaan pasar akibat pengelolaan persediaan tembakau yang kurang optimal. Salah satu permasalahan utama adalah kedaluarsanya tembakau akibat penyimpanan yang tidak efisien dan keterbatasan kapasitas gudang.

Penelitian ini menggunakan pendekatan probabilistik multi-item untuk merancang kebijakan persediaan yang lebih efisien, dengan mempertimbangkan variabel-variabel penting seperti masa kedaluarsa dan kapasitas gudang. Data yang dianalisis mencakup permintaan, masa kedaluarsa, kapasitas gudang, serta biaya terkait, dari Januari hingga Desember 2023. Klasifikasi ABC digunakan untuk mengidentifikasi produk yang memerlukan perhatian lebih dalam pengelolaan persediaan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tujuh produk tembakau masuk dalam kategori A, yang membutuhkan pengelolaan intensif. Perhitungan menunjukkan bahwa kebijakan persediaan yang baru dapat meningkatkan service level perusahaan dari 35% menjadi 95%, sesuai dengan target perusahaan. Selain itu, kebijakan baru ini juga diharapkan dapat mengurangi biaya yang terkait dengan kekurangan stok dan kedaluarsa produk.

Kesimpulan penelitian ini menegaskan pentingnya pengelolaan persediaan yang responsif terhadap fluktuasi permintaan dan kapasitas penyimpanan. Rekomendasi diberikan agar PT XYZ terus mengevaluasi dan menyesuaikan kebijakan persediaan mereka, serta memperhatikan faktor eksternal seperti perubahan harga cukai dan fluktuasi pasar.

Kata kunci - Persediaan Tembakau, Masa Kedaluarsa, Kapasitas Gudang, Service Level, Probabilistik, Kebijakan Persediaan.

I. PENDAHULUAN

Tembakau merupakan salah satu komoditas unggulan pada sektor pertanian. Berdasarkan laporan Badan Pusat Statistik (BPS), sepanjang tahun 2022 Indonesia memproduksi sebanyak 225.700ton tembakau. Produksi tembakau yang besar ini menghasilkan komoditas yang menggerakkan perekonomian Indonesia. Industri Hasil Tembakau (IHT) menjadi salah satu sektor yang memberikan daya saing tinggi dan kontribusi besar bagi perekonomian nasional. Sumbangan sektor yang dikategorikan sebagai kearifan lokal ini meliputi penyerapan tenaga kerja, pendapatan negara melalui cukai serta menjadi komoditas penting bagi petani dari hasil perkebunan berupa tembakau dan cengkeh. (Kementerian Perindustrian, 2017).

PT XYZ adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang pembuatan rokok yang merupakan anak cabang dari PT ABC. Perusahaan ini memproduksi dua jenis induk produk rokok yaitu Sigaret Kretek Tangan (SKT) dan Sigaret Kretek Mesin (SKM). Pada umumnya SKM menghasilkan produk yang lebih banyak karena diproduksi menggunakan mesin dibandingkan dengan SKT yang diproduksi menggunakan tangan/ manual.



GAMBAR 1

Gambar 1 merupakan perbandingan total permintaan dengan total kekurangan seluruh produk. Adanya beberapa produk pada SKT dan SKM yang belum memenuhi permintaan pelanggan, diantaranya pada GP 16 Batang, GP Red 12, Inter M 12 Big, Inter Putih 12, Classic 12 Big, Hijau 10 Batang, dan King Size 12 Big.

Dalam pembuatan satu batang rokok terdiri dari bahan baku seperti tembakau, cengkeh, sigaret, dan filter. Pembuatan rokok ini membutuhkan *inerframe*, etiket, dan aluminium foil. Satu pak rokok dapat diisi sebanyak 10-16 batang kemudian dibungkus dengan plastik, *tearstrip*, dan label cukai. Sepuluh pak rokok dimasukkan ke dalam kotak rokok, diberi plastik dan *dipackpress*. Untuk membuat 1 bols rokok dibutuhkan 20 kotak rokok yang akan dikemas dengan kertas pembungkus dan label penutup. Dalam pengadaan persediaan tentunya dipengaruhi dengan pengadaan bahan baku penyusunnya. Setelah dilakukan wawancara oleh karyawan PT XYZ salah satu faktor terjadinya kekurangan persediaan produk karena adanya pengaruh dari persediaan tembakau. Kondisi persediaan tembakau yang mengalami kekurangan salah satunya dikarenakan tembakau yang mengalami kedaluarsa. Terjadinya tembakau yang kedaluarsa karena penanganan perusahaan terhadap persediaan tembakau kurang optimal dan luas gudang penyimpanan persediaan tembakau yang terbatas.



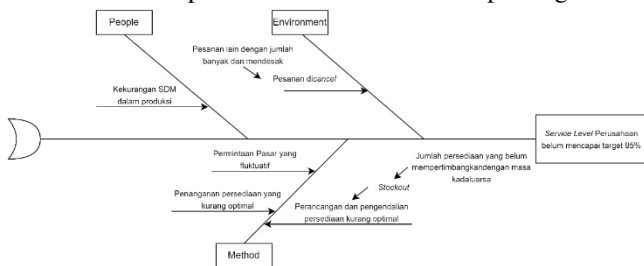
GAMBAR 2

Pada gambar 2 merupakan total tembakau yang mengalami kedaluarsa dalam periode Januari – Desember 2023. Adanya tembakau yang mengalami kedaluarsa mempengaruhi perusahaan dalam memenuhi permintaan dan dapat menurunkan tingkat kepercayaan pelanggan.



GAMBAR 3

Pada gambar 3 merupakan presentase *service level* untuk tembakau pada PT XYZ. Rata-rata *service level* pada PT XYZ hanya mencapai 35%. Pada umumnya perusahaan menetapkan 95% *service level* yang berarti kemungkinan untuk permintaan yang tidak dapat terpenuhi hanyalah sebesar 5% (Sukmana, 2018). Artinya perusahaan belum mampu memberikan pemenuhan permintaan yang maksimal pada pelanggan. Untuk itu perlunya identifikasi lebih lanjut untuk mengetahui akar permasalahan *service level* pada PT XYZ belum mencapai target 95%. Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan dengan karyawan dari PT XYZ, *fishbone* dibawah memperlihatkan akar masalah dari *service level* pada PT XYZ belum mencapai target 95%.



GAMBAR 4

Pada gambar 4 terdapat tiga faktor yang menjadi penyebab terjadinya rendahnya *service level* pada PT XYZ. Tiga faktor tersebut adalah yang pertama *equipment* dimana pada saat menerima pesanan, banyak kondisi diluar kendali untuk membatalkan pesanan yang ada dikarenakan kuantitas pesanan dan pesananan baru yang mendesak. Kemudian yang kedua, faktor *method* dimana jumlah permintaan yang fluktuatif dapat dikarenakan penyebaran produk yang belum rata, naiknya harga cukai tiap tahunnya dengan rata-rata 10% (Kementerian Keuangan, 2022), penanganan tembakau yang kurang optimal sehingga menyebabkan tembakau kedaluarsa, dan pengendalian persediaan tembakau kurang optimal dikarenakan tidak mempertimbangkan kuantitas tembakau yang mengalami kedaluarsa. dimana metode model persediaan kurang efektif menyebabkan tidak terkendalinya *stock* yang terdapat pada gudang penyimpanan. Kemudian yang ketiga faktor *man* dimana kekurangan SDM yang ada menyebabkan perusahaan tidak dapat optimal dalam melakukan produksi karena sejauh ini perusahaan tidak menerapkan *overtime* dan penambahan karyawan yang menyesuaikan dengan target produksi.

II. KAJIAN TEORI

A. Supply Chain Management

Menurut Rita dan Supardi, *Supply chain management* merupakan jaringan perusahaan yang terintegrasi dalam memproduksi barang dan mengirim hasil produk sampai memakai terakhir. *Supply chain management* adalah memenuhi permintaan pelanggan dengan efisien sumber daya yang tersedia seperti kapasitas distribusi, persediaan, dan sumber daya manusia (Manoarfa, Basiru et al, 2022). Suksesnya *Supply chain management* yang terbukti dan teruji dengan memberikan keberhasilan berupa produk yang berkualitas dan peningkatan pendapat, daya saing, kecepatan, ketepatan, dan proses pelayanan secara menyeluruh pada perusahaan (Lukman, 2021).

B. Pengertian Persediaan

Menurut Priyanto (2013), persediaan merujuk pada barang-barang yang dimiliki perusahaan pada suatu waktu tertentu, dengan tujuan untuk dijual kembali secara langsung atau digunakan dalam proses produksi sebagai bagian dari aktivitas normal perusahaan. Chopra dan Meindl (2016) menyebutkan bahwa dalam pengambilan keputusan terkait persediaan, terdapat beberapa komponen penting, termasuk persediaan siklus, persediaan pengaman, dan persediaan musiman. Persediaan siklus adalah jumlah rata-rata barang yang digunakan untuk memenuhi permintaan hingga pengiriman berikutnya tiba dari pemasok, yang dipengaruhi oleh volume produksi, transportasi, atau pembelian dalam jumlah besar. Perusahaan sering memanfaatkan skala ekonomi dalam aspek produksi, transportasi, dan pembelian, meskipun ukuran lot yang lebih besar dapat menyebabkan peningkatan biaya transportasi. Sementara itu, persediaan pengaman atau safety stock adalah tambahan persediaan yang disimpan untuk mengatasi ketidakpastian dalam permintaan yang mungkin melebihi perkiraan.

Meski idealnya hanya memerlukan inventaris siklus, ketidakpastian dalam memprediksi permintaan mengharuskan perusahaan untuk menjaga stok tambahan untuk situasi permintaan tak terduga. Persediaan musiman

digunakan untuk mengatasi fluktuasi permintaan yang dapat diprediksi secara musiman. Perusahaan memproduksi dan menyimpan barang ketika permintaan rendah untuk digunakan saat permintaan tinggi, terutama jika tidak dapat memenuhi seluruh permintaan saat itu. Namun, jika perusahaan dapat secara fleksibel dan hemat biaya menyesuaikan tingkat produksi, mereka mungkin tidak memerlukan persediaan musiman.

C. Fungsi Persediaan

Menurut Heizer dan Render (2014) persediaan memiliki 4 fungsi bagi perusahaan seperti berikut:

1. Untuk memberikan pilihan barang agar dapat memenuhi permintaan konsumen yang diantisipasi dan memisahkan perusahaan dari fluktuasi permintaan. Biasanya fungsi persediaan ini digunakan untuk perusahaan ritel.
2. Untuk memisahkan beberapa tahapan dari proses produksi. Persediaan sebuah perusahaan berfluktuatif, maka persediaan tambahan mungkin diperlukan agar dapat memisahkan proses produksi dari pemasok.
3. Mengambil keuntungan dari melakukan pemesanan dengan sistem diskon kuantitas, karena dengan melakukan pembelian dalam jumlah banyak dapat mengurangi biaya pengiriman.
4. Melindungi perusahaan terhadap inflasi dan kenaikan harga.

D. Jenis Persediaan

Untuk mengakomodasi fungsi - fungsi persediaan, menurut Heizer dan Render (2014) berdasarkan proses produksi, persediaan terbagi menjadi empat jenis, yaitu:

1. Persediaan bahan mentah (*raw material inventory*) adalah bahan-bahan yang telah dibeli tetapi belum diproses. Bahan-bahan dapat diperoleh dari sumber alam atau dibeli dari supplier (penghasil bahan baku).
2. Barang setengah jadi (barang dalam penyelesaian) atau persediaan barang dalam penyelesaian adalah komponen atau bahan baku yang telah melalui proses produksi atau proses modifikasi tetapi belum jadi atau akan diproses lebih lanjut menjadi barang jadi.
3. Persediaan pasokan pemeliharaan/perbaikan/operasi (*maintenance, repair, operating*), yaitu persediaan-persediaan yang disediakan untuk pemeliharaan, perbaikan, dan operasional yang dibutuhkan untuk meniaga agar mesin - mesin dan proses - proses tetap produktif.
4. Persediaan barang jadi (*finished good inventory*) yaitu produk yang telah selesai di produksi atau diolah dan siap dijual.

E. Pengendalian Persediaan

Pengendalian persediaan merupakan kegiatan dalam merencanakan dan mengendalikan tingkat persediaan agar selalu siap untuk melayani kebutuhan proses produksi dan kegiatan operasi perusahaan serta permintaan pelanggan, secara tepat jumlah, waktu dan biaya yang optimal (William Siahhan, 2019). Menurut Simbolon (2021), Ciri khas model persediaan adalah solusi optimal untuk menyimpan inventaris dengan biaya serendah mungkin. Persediaan yang berlebihan berdampak merugikan bagi perusahaan karena berarti semakin banyak dana atau modal yang diinvestasikan dan biaya yang dikeluarkan maka adanya persediaan ini pun

semakin besar. Di sisi lain, persediaan yang terlalu sedikit merugikan bisnis karena menghambat kelancaran proses produksi dan distribusi.

F. Analisa ABC

Menurut Bahagia (2006), dalam menangani masalah pengelolaan sistem persediaan perlu dikategorikan berdasarkan kepentingannya. Produk yang masuk dalam kategori penting mendapat perhatian lebih sehingga dikelola lebih intensif dibandingkan produk yang masuk dalam kategori tidak penting. Analisis ABC mengklasifikasikan produk berdasarkan tingkat penyerapan modal dengan menggunakan prinsip Pareto, yaitu berdasarkan tingkat investasi tahunan dalam penyediaan persediaan untuk setiap jenis produk yang diinvestasikan. Berdasarkan prinsip Pareto, produk dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori:

1. Kategori A (80-20)

Jenis barang yang menyerap dana sekitar 80% dari seluruh modal yang disediakan untuk inventori dan jumlah jenis barangnya sekitar 20% dari semua jenis barang yang dikelola.

2. Kategori B (15-30)

Jenis barang yang menyerap dana sekitar 15% dari seluruh modal yang disediakan untuk inventori dan jumlah jenis barangnya sekitar 30% dari semua jenis barang yang dikelola.

3. Kategori C (5-50)

Jenis barang yang menyerap dana sekitar 5% dari seluruh modal yang disediakan untuk inventori (tidak termasuk kategori A dan B) dan jumlah jenis barangnya sekitar 50% dari semua jenis barang yang dikelola.

G. Biaya Terkait Persediaan

Biaya persediaan adalah biaya yang terkait dengan pengelolaan persediaan. Manajemen persediaan diperlukan untuk mengelola biaya persediaan secara efektif dan meningkatkan keuntungan (Horngren dkk, 2010). Biaya persediaan terdiri dari biaya pembelian, biaya penyimpanan, biaya pemesanan, biaya kekurangan, biaya kadaluarsa. Biaya pembelian adalah harga dasar yang dibayar perusahaan untuk mendapatkan barang dari supplier, dan biasanya menjadi komponen terbesar dari biaya barang yang dijual. Biaya penyimpanan mencakup pengeluaran terkait dengan menyimpan produk, seperti sewa ruang, asuransi, serta biaya akibat keusangan dan kerusakan. Biaya pemesanan meliputi pengeluaran untuk penyiapan dan penerbitan pesanan, penerimaan dan pemeriksaan barang, serta penyesuaian faktur dan catatan pengiriman. Biaya ini juga mencakup biaya otorisasi pembelian dan pemrosesan lainnya. Biaya kekurangan muncul ketika perusahaan kehabisan stok barang yang diminta pelanggan, seringkali mengharuskan percepatan pesanan dari pemasok yang dapat memicu biaya tambahan. Terakhir, biaya kadaluarsa terjadi ketika produk melewati tanggal kadaluarsa atau masa simpan, sehingga tidak dapat dijual atau digunakan lagi.

H. *Economic Order Quantity* (EOQ)

Model EOQ adalah salah satu teknik kontrol persediaan yang meminimalkan biaya total dari pemesanan dan penyimpanan. Menurut Heizer dan Render (2011), model Multi Items EOQ merupakan model untuk pembelian umum

yang dengan berbagai jenis barang. Asumsi yang digunakan dalam model EOQ ini adalah:

1. Permintaan setiap barang diketahui pasti.
2. *Leadtime* setiap barang diketahui pasti.
3. *Leadtime* sama untuk semua bahan.
4. Biaya penyimpanan dan biaya pemesana untuk setiap barang telah diketahui.
5. Harga barang/bahan konstan atau tetap.

I. Formulasi *Economic Order Quantity*

Langkah-langkah perhitungan dengan menggunakan model EQQ sebagai berikut.

1. Menghitung Time to Oder Maksimal (T maksimal) dimana T maksimal menyesuaikan kapasitas gudang

$$T Maks = \frac{W}{wi Di}$$

2. Menghitung Time to Order Optimal (T optimal)

$$T Opt = \sqrt{\frac{2(A+Cui E[N])}{\sum_{i=1}^n \frac{Hi x Di x \theta i x (2-\theta) + CuiDi (1-\theta)z}{2}}}$$

3. Menghitung Ekspetasi Kekurangan E[N]

$$E[N] = Si \sqrt{L} (fz\alpha - Z\alpha\phi\alpha)$$

4. Menghitung *Safety stock* (SS)

$$SS = Z\alpha Si \sqrt{L}$$

5. Menghitung *Reorder point* (ROP)

$$ROP = SS + DL$$

6. Menghitung Kuantitas Order Optimal (Q)

$$Q = D x T$$

7. Menghitung Biaya Pembelian

$$Cp = D x P$$

8. Menghitung Biaya Pemesanan

$$Co = \frac{A}{T}$$

9. Menghitung Biaya Penyimpanan

$$Ch = \frac{Hi(TDi\theta i + TDi\theta i(1 - \theta i) + 2SSi)}{2}$$

10. Menghitung Biaya Kekurangan

$$Cs = \frac{CuiDi(1 - \theta i)^2 T^2 + 2E[N]}{2T}$$

11. Menghitung Biaya Kedaluarsa

$$Ckd = (Di + SSi)(1 - \theta)(Pi - Ji)$$

12. Menghitung Biaya Persediaan

$$TIC = Cp + Co + Ch = Cs + Ckd$$

J. Analisis Sensitivitas

Menurut Croxton et al (2001), Analisis sensitivitas adalah teknik yang mengevaluasi bagaimana perubahan pada satu atau lebih variabel input mempengaruhi output suatu sistem. Dalam sistem persediaan, analisis sensitivitas dapat digunakan untuk menilai bagaimana perubahan tingkat

persediaan, jumlah pemesanan, atau biaya pemesanan mempengaruhi kinerja sistem persediaan secara keseluruhan. Hal ini berguna untuk perencanaan strategis dan pengambilan keputusan karena memungkinkan perusahaan memahami bagaimana perubahan mempengaruhi kinerja sistem persediaan.

III. METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Economic Order Quantity*. *Economic Order Quantity* (EOQ) adalah sebuah metode atau model dalam manajemen persediaan yang digunakan untuk menentukan jumlah optimal barang yang harus dipesan setiap kali pemesanan dilakukan. Tujuan dari metode EOQ adalah meminimalkan total biaya persediaan, yang terdiri dari biaya pemesanan (*order costs*) dan biaya penyimpanan (*holding costs*).

Penggunaan metode EOQ dalam penelitian ini dimulai dengan pengumpulan data yang mencakup permintaan, kedaluwarsa, kapasitas produksi dan gudang, pemesanan bahan, serta berbagai biaya terkait selama periode Januari – Desember 2023. Setelah data terkumpul, dilakukan uji distribusi menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov untuk menganalisis distribusi data permintaan. Selanjutnya, dilakukan klasifikasi ABC untuk mengelompokkan produk berdasarkan tingkat kepentingannya, guna mengidentifikasi produk yang memerlukan perhatian khusus dalam pengelolaan persediaan. Tahap berikutnya melibatkan perhitungan model persediaan dengan mempertimbangkan masa kedaluwarsa dan kapasitas gudang. Akhirnya, analisis dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan untuk menentukan model persediaan yang paling optimal, diikuti dengan analisis sensitivitas untuk menilai dampak perubahan parameter terhadap solusi optimal.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Uji Distribusi Normal

Pada proses pengujian ini dilakukan dengan uji distribusi Kolmogorov-Smirnov dengan bantuan *software* IBM SPSS. Hipotesis yang diajukan adalah sebagai berikut:

H0 : Data berdistribusi normal

H1 : Data tidak berdistribusi normal

Pengambilan keputusan:

Jika nilai Sig.(p) ≥ 0.05 maka H0 diterima

Jika nilai Sig.(p) ≤ 0.05 maka H0 ditolak

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	Std. Deviation	41.25688	31.63683	146.37126	40.02000	32.26560	47.27062	247.74852	194.80326	47.72322	10.59627
Most Extreme Difference	Absolute	17.47438	11.47438	14.77028	10.72087	10.62517	10.60922	114.88114	17.47438	11.43220	11.48149
	Positive	125	134	124	137	147	144	124	134	124	134
	Negative	-132	-134	-140	-130	-132	-133	-144	-134	-134	-134
Test Statistic		132	134	144	140	147	144	144	144	140	134
Empirical Cumulative Distribution Function		.00000 ^c	.00000 ^c	.00000 ^c	.00000 ^c	.00000 ^c	.00000 ^c	.00000 ^c	.00000 ^c	.00000 ^c	.00000 ^c

11.11 GAMBAR 5

Gambar 5 merupakan hasil uji distribusi Kolmogorov-Smirnov untuk masing-masing produk. Berdasarkan hasil pada output IBM SPSS dapat diketahui bahwa data permintaan untuk setiap produk memiliki nilai ≥ 0.05, maka Keputusan yang diambil adalah menerima H0 dan menolak H1. Data permintaan pada penelitian ini dapat diketahui bahwa berdistribusi normal.

B. Klasifikasi ABC

Pada penelitian ini, klasifikasi ABC dapat dilihat sebagai tabel berikut.

TABEL 1

No.	Nama Tembakau	Klasifikasi ABC
1	Tembakau B	A
2	Tembakau I	A
3	Tembakau D	A
4	Tembakau P	A
5	Tembakau C	A
6	Tembakau J	A
7	Tembakau A	A
8	Tembakau E	B
9	Tembakau K	B
10	Tembakau H	B
11	Tembakau F	B
12	Tembakau M	C
13	Tembakau G	C
14	Tembakau Q	C
15	Tembakau O	C
16	Tembakau L	C
17	Tembakau R	C
18	Tembakau N	C

Tabel 1 merupakan hasil perhitungan dari klasifikasi ABC untuk masing-masing produk yang mengalami kekurangan. Berdasarkan hasil klasifikasi ABC diketahui bahwa terdapat 7 produk yang termasuk kedalam kategori A, 4 produk kategori B, dan 6 produk kategori C.

C. Perhitungan Persediaan Aktual

Berikut merupakan perhitungan total biaya persediaan salah satu produk Tembakau B pada bulan Januari.

Diketahui:

Harga (Pi)	: Rp 60.000,00
Stock	: 284,4 Kg
Frekuensi	: 1 kali pemesanan
Stock Kekurangan	: 190 Kg
Stock Kedaluarsa	: 2 Kg
Biaya Simpan	: Rp 400,00
Biaya Pesan	: Rp 211.333,33
Biaya Kekurangan	: Rp 9.000,00
Biaya Kedaluarsa	: Rp 12.000,00

1. Menghitung biaya pembelian (Cp) dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} C_p &: \text{Stok} \times P_i \\ &: 284,4 \times \text{Rp } 60.000,00 \\ &: \text{Rp } 17.064.000,00 \end{aligned}$$

2. Menghitung biaya pemesanan (Co) dengan persamaan berikut

$$\begin{aligned} C_o &: \text{Biaya pesan} \times \text{Frekuensi} \\ &: \text{Rp } 211.333,33 \times 1 \\ &: \text{Rp } 211.333,33 \end{aligned}$$

3. Menghitung biaya penyimpanan dengan persamaan berikut

$$\begin{aligned} C_h &: \text{Biaya simpan} \times \text{Stock} \\ &: \text{Rp } 400,00 \times 284,4 \\ &: \text{Rp } 113.760,00 \end{aligned}$$

4. Menghitung biaya kekurangan dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} C_s &: \text{Biaya kekurangan} \times \text{Stock kekurangan} \\ &: \text{Rp } 9.000,00 \times 190 \\ &: \text{Rp } 1.710.000,00 \end{aligned}$$

5. Menghitung biaya kadaluarsa dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \text{TIC} &: C_p + C_o + C_h + C_s + C_{kd} \\ &: \text{Rp } 17.064.000,00 + \text{Rp } 211.333,33 + \\ &\quad \text{Rp } 113.760,00 + \text{Rp } 1.710.000,00 + \\ &\quad \text{Rp } 24.000,00 \\ &: \text{Rp } 19.123.093,33 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, berikut merupakan hasil perhitungan total biaya persediaan aktual Tembakau B pada bulan Januari sebagai berikut:

TABEL 2

Biaya Persediaan Aktual	
Biaya Pembelian	Rp 17.064.000
Biaya Pemesanan	Rp 211.333
Biaya Penyimpanan	Rp 113.760,00
Biaya Kekurangan	Rp 1.710.000
Biaya Kedaluarsa	Rp 24.000
TOTAL	Rp 19.123.093

D. Perhitungan Service Level Aktual

Hasil perhitungan *service level* pada kondisi aktual perusahaan ditunjukkan pada tabel berikut.

TABEL 3

No.	Nama Tembakau	Service level
1	Tembakau A	39%
2	Tembakau B	41%
3	Tembakau C	43%
4	Tembakau D	46%
5	Tembakau E	24%
6	Tembakau F	43%
7	Tembakau G	24%
8	Tembakau H	44%
9	Tembakau I	43%
10	Tembakau J	43%
11	Tembakau K	42%
12	Tembakau L	57%
13	Tembakau M	22%
14	Tembakau N	4%
15	Tembakau O	22%
16	Tembakau P	43%
17	Tembakau Q	25%

18	Tembakau R	25%
Rata-Rata		35%

E. Perhitungan Persediaan Usulan

Berikut merupakan perhitungan ekpetasi kekurangan salah satu produk sebagai contoh, yaitu Tembakau A pada bulan Januari.

Diketahui:

Standar Devisiasi : 45,256 Kg
(Si)

Leadtime (L) : 2 Hari
: 2 ÷ 30 Hari
: 0,0667 Bulan

z_{α} : 1,6448

$f(z_{\alpha})$: 0,1031

$\varphi(z_{\alpha})$: 0,0208

Permintaan (Di) : 45,6 Kg

1. Ekspetasi Kekurangan (E[N])

$$E[N] : Si \sqrt{L} (fz_{\alpha} - Z_{\alpha}\varphi_{\alpha})$$

$$: 45,356 \times \sqrt{0,0667} (0,1031 - 1,6448 \times 0,0208)$$

$$: 0,80 \text{ Kg}$$

2. Safety stock (SSi)

$$Safety \ stock \ (SSi) : Z_{\alpha} Si \sqrt{L}$$

$$: 1,6448 \times 4,256 \times \sqrt{0,0667}$$

$$: 19,22 \text{ Kg}$$

3. Reorder point (ROP)

$$Reorder \ point \ (ROP) : SSi + DL$$

$$: 19,22 + (45,6 \times 0,0667)$$

$$: 22,26 \text{ Kg}$$

Pada penelitian ini diperoleh ekspetasi kekurangan Tembakau A pada bulan Januari sebesar 0,80 Kg, Safety stock sebesar 19,22 Kg, dan Reorder point sebesar 22,26 Kg. Sedangkan ekspetasi kekurangan, safety stock, dan reorder point untuk produk lainnya pada bulan Januari dapat dilihat pada tabel berikut.

TABEL 4

No.	Nama Tembakau	E[N] (Kg)	SSi (Kg)	ROP (Kg)
1	Tembakau A	0,80	19,22	22,26
2	Tembakau B	3,96	94,74	126,50
3	Tembakau C	0,67	15,92	22,26
4	Tembakau D	1,77	42,34	52,58
5	Tembakau E	0,26	6,27	8,46
6	Tembakau F	0,33	7,95	9,07
7	Tembakau G	0,19	4,51	5,69
8	Tembakau H	0,64	15,32	20,80
9	Tembakau I	2,11	50,41	64,95
10	Tembakau J	0,67	15,92	22,26
11	Tembakau K	0,59	14,19	15,87
12	Tembakau L	0,21	5,09	5,41
13	Tembakau M	0,35	8,39	10,28
14	Tembakau N	0,07	1,74	2,03

15	Tembakau O	0,11	2,73	3,88
16	Tembakau P	1,40	33,53	43,13
17	Tembakau Q	0,19	4,58	5,62
18	Tembakau R	0,16	3,73	4,53

F. Perhitungan dengan T Maksimal

Untuk mencari waktu pemesanan maksimal dapat menggunakan formula pada excel sebagai berikut:

$$T \text{ Maksimal} : W/SUMPRODUCT(Di;wi)$$

Berikut merupakan perhitungan persediaan usulan dengan waktu pemesanan maksimal salah satu produk sebagai contoh, yaitu Tembakau B pada bulan Januari.

Diketahui:

- Permintaan (Kg) : 476,4 Kg
- Harga (pi) : Rp 60.000,00
- Biaya Simpan (Hi) : Rp 400,00
- Fraksi Barang Baik (θ_i) : 0,9991
- Safety stock (SSi) : 94,74 Kg
- Biaya Kekurangan (Cui) : Rp 9.000,00
- Ekspektasi Kekurangan (E[N]) : 3,96 Kg
- Harga Jual Barang Kadaluausa (i) : Rp 12.000,00
- Biaya sekali pemesanan (A) : Rp 211.333,33
- Kapasitas Gudang (W) : 12,56 m³
- Volume produk (wi) : 0,0334 m³

1. Menghitung waktu pemesanan Maksimal (T Maksimal) dengan formulasi berikut:

$$T \text{ Maks} : W/SUMPRODUCT(Di;wi)$$

$$: 0,2524 \text{ Bulan}$$

2. Menghitung kuantitas order optimal (Q) menggunakan T Maksimal dengan persamaan berikut:

$$Q : Di \times T$$

$$: 476,4 \times 0,2524$$

$$: 120,28 \text{ Kg}$$

3. Menghitung biaya pembelian (Cp) dengan persamaan berikut:

$$Cp : Di \times Pi$$

$$: 476,4 \times Rp \ 60.000,00$$

$$: Rp \ 28.584.00,00$$

4. Menghitung biaya pemesanan (Co) dengan persamaan berikut:

$$Co : \frac{A}{T}$$

$$: \frac{Rp \ 211.333,33}{0,2524}$$

$$: Rp \ 837.038,00$$

5. Menghitung biaya penyimpanan dengan persamaan berikut:

$$Ch : \frac{Hi(TDi\theta_i + TDi\theta_i(1 - \theta_i) + 2SSi)}{2}$$

$$: \frac{Rp \ 400(0,2524 \times 476,4 \times 0,9991 + 0,2524 \times 476,4 \times 0,9991(1 - 0,9991) + 2 \times 94,74)}{2}$$

$$: Rp \ 61.951,00$$

6. Menghitung biaya kekurangan dengan persamaan berikut:

$$C_s = \frac{C_{ui} D_i (1 - \theta_i)^2 T^2 + 2E[N]}{2T}$$

$$= \frac{Rp\ 9.000,00 \times 476,4 \times (1 - 0,9991)^2 \times 0,2524^2 + 2 \times 3,96}{2 \times 0,2524}$$

$$= Rp\ 55,45$$

7. Menghitung biaya kedaluarsa dengan persamaan berikut:

$$C_{kd} = (D_i + S S_i)(1 - \theta)(P_i - J_i)$$

$$= (476,4 + 94,74)(1 - 0,9991)$$

$$= (Rp\ 60.000,00 - Rp\ 12.000,00)$$

$$= Rp\ 234.957,00$$

8. Menghitung total biaya persediaan dengan persamaan berikut:

$$TIC = C_p + C_o + C_h + C_s + C_{kd}$$

$$= Rp\ 28.584.000,00 + Rp\ 837.038,00 + Rp\ 61.951,00 + Rp\ 55,45 + Rp\ 234.957,00$$

$$= Rp\ 29.718.004,22$$

Berdasarkan hasil perhitungan, berikut merupakan hasil perhitungan kuantitas order optimal (Q) dengan menggunakan waktu pesan maksimal (T Maksimal) Tembakau B pada bulan Januari sebagai berikut:

Tabel 5 Kuantitas Order Optimal T Maksimal Tembakau B Bulan Januari

TABEL 5

No.	Nama Tembakau	Qi (Kg)
1	Tembakau A	11,51
2	Tembakau B	120,28
4	Tembakau C	24,04
5	Tembakau D	38,78
6	Tembakau E	8,28
7	Tembakau F	4,24
8	Tembakau G	4,48
9	Tembakau H	20,78
10	Tembakau I	55,08
11	Tembakau J	24,04
12	Tembakau K	6,36
13	Tembakau L	1,21
14	Tembakau M	7,15
15	Tembakau N	1,09
16	Tembakau O	4,34
17	Tembakau P	36,36
18	Tembakau Q	3,94
19	Tembakau R	3,03

Berikut merupakan tabel hasil perhitungan biaya persediaan Tembakau B pada bulan Januari:

Tabel 6 Biaya Persediaan dengan T Maksimal Tembakau B Bulan Januari

TABEL 6

Biaya Persediaan Bulan Januari

Biaya Pembelian	Rp	87.514.320,00
Biaya Pemesanan	Rp	837.037,80
Biaya Simpan	Rp	44.151,15
Biaya Kekurangan	Rp	351,65
Biaya Kedaluarsa	Rp	6.101.163,14
TOTAL	Rp	94.497.023,74

G. Perhitungan dengan T Optimal

Untuk mencari waktu pemesanan maksimal dapat menggunakan formula pada excel sebagai berikut:

$$T\ Optimal = \sqrt{\frac{2 \times A + \text{SUMPRODUCT}(C_{ui}; E[N])}{(\text{SUMPRODUCT}(H_i; D_i; \theta_i; (2 - \theta_i)) + \text{SUMPRODUCT}(C_{ui}; D_i; \theta_i^2)) / 2}}$$

Berikut merupakan perhitungan persediaan usulan dengan waktu pemesanan maksimal salah satu produk sebagai contoh, yaitu Tembakau B pada bulan Januari.

Diketahui:

- Permintaan (Kg) : 476,4 Kg
- Harga (pi) : Rp 60.000,00
- Biaya Simpan (Hi) : Rp 400,00
- Fraksi Barang Baik (θi) : 0,9991
- Safety stock (SSi) : 94,74 Kg
- Biaya Kekurangan (Cui) : Rp 9.000,00
- Ekspektasi Kekurangan (E[N]) : 3,96 Kg
- Harga Jual Barang Kedaluarsa (i) : Rp 12.000,00
- Biaya sekali pemesanan (A) : Rp 211.333,33
- Kapasitas Gudang (W) : 12,56 m³
- Volume produk (wi) : 0,0334 m³

1. Menghitung waktu pemesanan Maksimal (T Optimal) dengan formulasi berikut:

$$T\ Optimal = \sqrt{\frac{2 \times A + \text{SUMPRODUCT}(C_{ui}; E[N])}{(\text{SUMPRODUCT}(H_i; D_i; \theta_i; (2 - \theta_i)) + \text{SUMPRODUCT}(C_{ui}; D_i; \theta_i^2)) / 2}}$$

$$= 0,2524\ \text{Bulan}$$

2. Menghitung kuantitas order optimal (Q) menggunakan T Maksimal dengan persamaan berikut:

$$Q = D_i \times T$$

$$= 476,4 \times 0,30024$$

$$= 143,04\ \text{Kg}$$

3. Menghitung biaya pembelian (Cp) dengan persamaan berikut:

$$C_p = D_i \times P_i$$

$$= 476,4 \times Rp\ 60.000,00$$

$$= Rp\ 28.584.000,00$$

4. Menghitung biaya pemesanan (Co) dengan persamaan berikut:

$$C_o = \frac{A}{T}$$

$$= \frac{Rp\ 211.333,33}{0,30024}$$

5. Menghitung biaya penyimpanan dengan persamaan berikut:

$$Ch : \frac{Hi(TDi\theta i + TDi\theta i(1 - \theta i) + 2SSi)}{2}$$

$$: \frac{Rp\ 400(0,30024 \times 476,4 \times 0,9991 + 0,30024) \times 476,4 \times 0,9991(1 - 0,9991) + 2 \times 94,74}{2}$$

: Rp 50.492,28

6. Menghitung biaya kekurangan dengan persamaan berikut:

$$Cs : \frac{CuiDi(1 - \theta i)^2 T^2 + 2E[N]}{2T}$$

$$: \frac{Rp\ 9.000,00 \times 476,4 \times (1 - 0,9991)^2 \times 0,30024^2 + 2 \times 3,96}{2 \times 0,30024}$$

: Rp 60,47

7. Menghitung biaya kedaluarsa dengan persamaan berikut:

$$Ckd : (Di + SSi)(1 - \theta)(Pi1 - Ji)$$

$$: (476,4 + 94,74)(1 - 0,9991)$$

$$: (Rp\ 60.000,00 - Rp\ 12.000,00)$$

Rp 234.957,00

8. Menghitung total biaya persediaan dengan persamaan berikut:

$$TIC : Cp + Co + Ch + Cs + Ckd$$

$$: Rp\ 28.584.00,00 + Rp\ 700.877,00 + Rp\ 50.492,28 + Rp\ 60,47 + Rp\ 234.957,00$$

$$: Rp\ 29.589.395,05$$

Berdasarkan hasil perhitungan, berikut merupakan hasil perhitungan kuantitas order optimal (Q) dengan menggunakan waktu pesan optimal (T Optimal) Tembakau B pada bulan Januari sebagai berikut:

TABEL 7

No.	Nama Tembakau	Qi
1	Tembakau A	13,69
2	Tembakau B	143,04
4	Tembakau C	28,58
5	Tembakau D	46,12
6	Tembakau E	9,85
7	Tembakau F	5,04
8	Tembakau G	5,33
9	Tembakau H	24,72
10	Tembakau I	65,50
11	Tembakau J	28,58
12	Tembakau K	7,57
13	Tembakau L	1,44
14	Tembakau M	8,50
15	Tembakau N	1,30
16	Tembakau O	5,16
17	Tembakau P	43,23

18	Tembakau Q	4,68
19	Tembakau R	3,60

Berikut merupakan tabel hasil perhitungan biaya persediaan Tembakau B pada bulan Januari:

TABEL 8

Biaya Persediaan Bulan Januari	
Biaya Pembelian	Rp 87.514.320,00
Biaya Pemesanan	Rp 703.876,75
Biaya Simpan	Rp 52.483,78
Biaya Kekurangan	Rp 417,07
Biaya Kedaluarsa	Rp 6.101.163,14
TOTAL	Rp 94.372.260,75

H. Perhitungan *Service Level* Usulan

Pada tahap ini dilakukan perhitungan *service level* untuk mengetahui Tingkat pelayanan setelah dilakukannya perhitungan persediaan usulan dengan menggunakan T maksimal. Berikut merupakan perhitungan *service level* dengan menggunakan salah satu produk sebagai contoh, yaitu Tembakau C bulan Januari.

Ekspetasi kekurangan E[N] : 0,67 Kg

Permintaan (Di) : 95,2 Kg

Leadtime (L) : 0,06667

Waktu Pemesanan (T) : 0,2524 Bulan

Menghitung *service level* dengan persamaan berikut:

$$Service\ Level\ (\eta) : 1 - \frac{N}{D(L + T)} \times 100\%$$

$$: 1 - \frac{0,67}{95,2(0,06667 + 0,2524)} \times 100\%$$

: 97,81%

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, berikut merupakan hasil perhitungan *service level* sebagai berikut.

TABEL 9

No.	Nama Tembakau	T maksimal	T Optimal
1	Tembakau A	95,72%	96,27%
2	Tembakau B	97,55%	97,90%
4	Tembakau C	97,63%	97,97%
5	Tembakau D	96,17%	96,57%
6	Tembakau E	97,89%	98,25%
7	Tembakau F	95,58%	96,09%
8	Tembakau G	97,93%	98,28%
9	Tembakau H	97,48%	97,84%
10	Tembakau I	96,43%	96,88%
11	Tembakau J	97,63%	97,97%
12	Tembakau K	96,14%	96,57%
13	Tembakau L	92,65%	93,23%
14	Tembakau M	96,43%	97,07%
15	Tembakau N	94,70%	95,75%
16	Tembakau O	96,87%	97,47%

17	Tembakau P	96,37%	96,82%
18	Tembakau Q	97,68%	98,06%
19	Tembakau R	96,26%	96,89%
Rata-Rata		96,51%	96,99%

V. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh model persediaan dengan mempertimbangkan masa kedaluarsa tembakau dan kapasitas gudang yang ada. Pada perhitungan kebijakan dengan mempertimbangkan masa kedaluarsa dan kapasitas gudang, terdapat dua waktu pemesanan yang didapatkan, yaitu T maksimal yang dibatasi dengan kapasitas gudang dan T optimal yang tidak dibatasi kapasitas gudang. Model persediaan menggunakan T maksimal dan T optimal akan diperoleh *reorder point*, *safety stock*, dan kuantitas order maksimal untuk setiap produk dan setiap bulan.

Lamanya waktu pemesanan optimal (T Optimal) lebih lama disbanding dengan waktu pemesanan maksimal kapasitas gudang (T Maksimal). Pada model persediaan dengan T maksimal menghasilkan biaya persediaan yang lebih besar Rp3.525.283 dibanding dengan model persediaan dengan T optimal. Pada model persediaan dengan T maksimal menghasilkan *service level* sebesar 96,51% meningkat sebanyak 63,78% dari kondisi aktual. Sedangkan, model persediaan dengan T optimal menghasilkan *service level* sebesar 96,99% meningkat 63,6% dari kondisi aktual. Sehingga model persediaan yang dihitung akan lebih efektif digunakan dibandingkan kondisi aktual perusahaan.

REFERENSI

- Bahagia, S. N., (2006), Sistem Inventori. Penerbit ITB.
- Chopra, S., & Meindl, P., (2016), *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation* (6th). Boston: Perason Educattion.
- Croxton, K. L., Gilbert, J. K., & Pyke, D. F., (2001), *Inventory Management and Production Planning and Scheduling*. John Wiley & Sons.
- Heizer, J., & Render, B., (2011), *Operations Management* (9th ed.). Jakarta: Salemba Empat.
- Siahaan, Willem., (2019), *Sukses Supply Chain Management Access Demand Chain Management*. Bogor: IN MEDIA.
- Lukman, (2021), *Supply Chain Management*. Gowa: Cahaya Bintang Gemilang.
- Simbolon, L. D., (2021), *Pengendalian Persediaan*. Praya NTB: Forum Pemuda Aswaja.
- Rita, A., & Supardi S., (2021), *Supply Chain Management*. Jawa Timur: UMSIDA Press.
- Priyanto, Kurniadi. 2013. *Akuntansi Kas, Piutang dan Persediaan Barang Dagang*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Sitonga, Roland Y.H. dkk. 2021. *A Multi-Item Probabilistic Inventory Model that Considers Expiration Factor, All Unit Discount Policy and Warehouse Capacity Constraints*.