

ANALISIS PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU AKRILIK MENGUNAKAN METODE EOQ PROBABILISTIK DAN SIMULASI MONTE CARLO PADA PT. XYZ

Alvina Chandra^{1,3)}, Helena Juliana Kristina^{2,4)}, Andres^{2,5)}

¹⁾Program Studi Teknik Industri Universitas Tarumanagara

²⁾Staf Pengajar Program Studi Teknik Industri Universitas Tarumanagara

e-mail: ³⁾alvina.545180081@ft.untar.ac.id, ⁴⁾helenakristina555@gmail.com, ⁵⁾andrestjhia@gmail.com

ABSTRAK

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang pembuatan akrilik. Akrilik yang ditawarkan oleh PT. XYZ terdiri dari tiga jenis warna, yaitu bening, putih susu, dan hitam. Permintaan dan lead time bahan baku akrilik di PT. XYZ yang bersifat probabilistik menyebabkan perusahaan kesulitan untuk mengendalikan persediaan bahan bakunya. Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk menentukan ukuran pemesanan bahan baku akrilik yang ekonomis di PT. XYZ. Tahapan penelitian dimulai dari proses pengumpulan data, yaitu data permintaan, data lead time, dan data biaya persediaan periode Agustus 2020 – Juli 2021. Selanjutnya, dilakukan perhitungan order quantity, reorder point, safety stock, dan total biaya persediaan dengan metode EOQ Probabilistik. Setelah itu, dilanjutkan dengan simulasi permintaan dan lead time dengan simulasi Monte Carlo untuk memprediksi data permintaan periode selanjutnya serta menghitung total biaya persediaan hasil simulasi tersebut. Terakhir, dilakukan perbandingan total biaya persediaan antara metode perusahaan dan metode usulan. Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode EOQ Probabilistik, diperoleh nilai order quantity masing-masing sebesar 34 ton, 5,4 ton, dan 7,3 ton untuk bahan baku ARC Bening, ARC Putih Susu, dan ARC Hitam dengan nilai reorder point masing-masing 21 ton, 0,9 ton, dan 1,5 ton. Dari hasil simulasi, diperoleh total biaya persediaan periode selanjutnya sebesar Rp19.400.673.130,00. Berdasarkan hasil perbandingan dengan metode perusahaan, diperoleh biaya penghematan persediaan bahan baku sebesar Rp310.941.861,00 atau sebesar 1,57%.

Kata kunci: Pengendalian Persediaan, Quantity Order, Reorder Point, EOQ Probabilistik, Simulasi Monte Carlo

ABSTRACT

PT. XYZ is a company that engages in acrylic manufacturing. The acrylic offered by PT. XYZ consists of three types of color. The demand and lead time of acrylic raw materials in PT. XYZ which is probabilistic causes the company to have difficulty controlling its supply of raw materials. This study was carried out with the aim of determining the size of the economical acrylic raw material ordering in PT. XYZ. The research phase starts from the data collection process, i.e., demand data, lead time data, and supply cost data for the period August 2020 – July 2021. Further, calculation of order quantity, reorder point, safety stock, and total supply cost is performed by Probabilistic EOQ method. Thereafter, it proceeds with simulated demand and lead time with Monte Carlo simulation to predict subsequent period demand data as well as calculate the total cost of supply of such simulation results. Lastly, a comparison of total supply costs between the company method and the proposal method was made. Based on the calculation results by the Probabilistic EOQ method, obtained order quantity values of 34 tons, 5,4 tons, and 7,3 tons respectively for raw materials of ARC Clear, ARC Milk White, and ARC Black with reorder point values of 21 tons, 0,9 tons, and 1,5 tons respectively. From the simulation results, a total subsequent period supply cost of Rp19.400.673.130,00. Based on the results of the comparison with the company's method, a cost saving of raw material supplies amounted to Rp310.941.86,00 or 1,6%.

Keywords: Inventory Control, Order Quantity, Reorder Point, Safety Stock, EOQ Probabilistic, Monte Carlo Simulation

PENDAHULUAN

Pengendalian persediaan bahan baku dilakukan agar bahan baku yang tersedia cukup atau tidak mengalami kekurangan, serta juga tidak melebihi kapasitas. Selain itu, pengendalian persediaan bahan baku juga dilakukan dengan tujuan untuk meminimalkan

biaya yang dihasilkan dari persediaan tersebut. Oleh sebab itu, pengendalian bahan baku perlu dilakukan dengan baik agar bahan baku selalu tersedia dalam jumlah yang mencukupi dan pada waktu yang tepat sehingga tidak mengganggu proses produksi dan biaya pengeluaran untuk persediaan juga dapat ditekan seminimal mungkin.

PT. XYZ merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang pembuatan akrilik yang terletak di daerah Tangerang, Banten. PT. XYZ didirikan pada Tahun 2019, dimana PT. XYZ hanya berfokus pada proses pembuatan akrilik. Proses pembuatan akrilik di PT. XYZ dimulai dari proses memasukkan bahan baku ke dalam mesin sampai produk akhir jadi dan siap untuk dipasarkan. Produk akhir yang dihasilkan oleh PT. XYZ berupa lembaran akrilik atau PMMA sheets. Akrilik yang ditawarkan oleh PT. XYZ tersedia dalam beberapa ukuran, diantaranya 1,5 mm, 1,8 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm, 5 mm, 6 mm, 8 mm, dan 10 mm. Karena permintaan yang lebih tinggi dibandingkan warna yang lainnya, akrilik ukuran 2 mm ditawarkan dalam 3 warna, yaitu warna bening, putih susu dan hitam.

Dalam proses pengendalian bahan bakunya, PT. XYZ mengelola bahan bakunya hanya berdasarkan perkiraan tanpa melakukan suatu peramalan untuk kebutuhan produksi atau perencanaan tertentu. Pemesanan hanya dilakukan saat persediaan *stock* bahan baku hampir habis. Dan, berdasarkan keterangan dari hasil wawancara dengan pihak perusahaan, diketahui perusahaan beberapa kali mengalami kondisi *stockout* atau kekurangan bahan baku sehingga proses produksinya pun menjadi terhambat.

Data permintaan di PT. XYZ bersifat probabilistik atau tidak menentu. Hal ini membuat PT. XYZ kesulitan untuk memprediksi kebutuhan bahan baku untuk periode selanjutnya. Pemesanan bahan baku yang dilakukan oleh PT. XYZ juga memiliki *lead time* yang bersifat probabilistik, di mana *lead time*-nya adalah 1 sampai 4 hari, tergantung ketersediaan barang pada *supplier*. Untuk itu, diperlukan pengendalian persediaan bahan baku di PT. XYZ dengan melakukan perhitungan pada permintaan agar perusahaan dapat terhindar dari kondisi *stockout* atau *overstock* yang dapat mengganggu kelancaran produksinya ataupun memperbesar biaya persediaan.

Mengingat pentingnya pengendalian persediaan bahan baku untuk mendukung tercapainya ketersediaan bahan baku yang optimal dan lebih efisien di PT. XYZ, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai analisis pengendalian persediaan bahan baku dengan menggunakan metode *Economic Order Quantity* Probabilistik dan simulasi Monte Carlo.

TINJAUAN PUSTAKA

Bahan Baku

Bahan baku adalah barang-barang yang digunakan dalam proses produksi yang dapat mudah dan langsung diidentifikasi dengan barang atau produk jadi [1]. Menurut Krismiaji dan Aryani (dalam Indah: 2018), bahan baku dibedakan menjadi dua, yaitu [2]:

1. Bahan Baku Langsung (*Direct Material*)

Bahan baku langsung adalah bahan yang menjadi bagian integral dari produk jadi dan secara fisik serta secara meyakinkan dapat ditelusur keberadaannya pada produk jadi.

2. Bahan Baku Tidak Langsung (*Indirect Material*)

Bahan baku tidak langsung adalah bahan baku yang tidak dapat ditelusur secara fisik keberadaannya pada produk jadi.

Persediaan

Persediaan merupakan simpanan material yang berupa bahan mentah, barang dalam proses dan barang jadi dan pengendalian persediaan adalah aktivitas mempertahankan jumlah persediaan pada tingkat yang dikehendaki. Pada barang-barang, pengendalian

persediaan ditekankan pada pengendalian material. Pada barang jasa, pengendalian diutamakan sedikit pada material dan banyak pada jasa pasokan karena konsumsi sering kali bersamaan dengan pengadaan jasa sehingga tidak memerlukan persediaan [3].

Pengendalian Persediaan

Pengendalian persediaan merupakan tahapan kebijakan pengendalian untuk menentukan tingkat persediaan yang harus dijaga, kapan pesanan untuk menambah persediaan harus dilakukan dan berapa besar pesanan harus diadakan, jumlah atau tingkat persediaan yang dibutuhkan berbeda-beda untuk setiap perusahaan pabrik [4]. Menurut Assauri (dalam Ruauw: 2011), tujuan pengendalian persediaan dapat diartikan sebagai usaha untuk [5]:

1. Menjaga jangan sampai perusahaan kehabisan persediaan yang menyebabkan proses produksi terhenti.
2. Menjaga agar penentuan persediaan perusahaan tidak terlalu besar sehingga biaya yang berkaitan dengan persediaan dapat ditekan.
3. Menjaga agar pembelian bahan baku secara kecil-kecilan dapat dihindari.

Biaya Persediaan

Menurut Yamit, biaya persediaan didasarkan pada parameter ekonomis yang relevan dengan jenis biayanya, meliputi [6]:

1. Biaya Pembelian (*Purchase Cost*)
Biaya pembelian adalah harga per unit apabila item dibeli dari luar, atau biaya produksi per unit apabila diproduksi dalam perusahaan.
2. Biaya Pemesanan (*Order Cost/Setup Cost*)
Biaya pemesanan adalah biaya yang berasal dari pembelian pesanan dari *supplier* atau biaya persiapan (*setup cost*) apabila item diproduksi di dalam perusahaan. Biaya ini diasumsikan tidak akan berubah secara langsung dengan jumlah pemesanan.
3. Biaya Penyimpanan (*Carrying Cost/Holding Cost*)
Biaya penyimpanan adalah biaya yang dikeluarkan atas investasi dalam persediaan dan pemeliharaan maupun investasi sarana fisik untuk menyimpan persediaan.
4. Biaya Kekurangan Persediaan (*Stockout Cost*)
Biaya kekurangan persediaan adalah konsekuensi ekonomis atas kekurangan dari luar maupun dari dalam perusahaan. Kekurangan dari luar terjadi apabila pesanan konsumen tidak dapat terpenuhi. Sedangkan, kekurangan dari dalam terjadi apabila departemen tidak dapat memenuhi kebutuhan departemen yang lain.

EOQ Probabilistik

EOQ probabilistik adalah model persediaan probabilitas yang ditandai oleh perilaku permintaan dan *lead time* yang tidak dapat diketahui sebelumnya secara pasti sehingga perlu didekati dengan distribusi probabilitas [7]. Tahapan perhitungan EOQ Probabilistik adalah [8]:

1. Menentukan Q optimal dengan mengasumsikan $E(M > B) = 0$, dengan rumus:

$$Q = \sqrt{\frac{2CR}{H}} \quad (1)$$

2. Menentukan $P(M > B)$ dan B dengan menggunakan Q

$$P(M > B) = \frac{HQ}{AR} \quad (2)$$

$$B = ROP = \bar{M} + S \quad (3)$$

$$S = B - \bar{M} \quad (4)$$

3. Menentukan $E(M > B)$ dengan menggunakan B

$$E(M > B) = \sum_{M=B+1}^{M_{max}} (M - B)P(M) \quad (5)$$

4. Menentukan kembali Q dengan $E(M > B)$ sebagai Q^*

$$Q = \sqrt{\frac{2R[C + AE(M > B)]}{H}} \quad (6)$$

5. Setelah mendapatkan nilai Q^* , dilakukan kembali perhitungan untuk iterasi berikutnya dengan pengulangan perhitungan tahap dua sampai tahap empat hingga mendapatkan nilai Q dan ROP yang tetap.

6. Menentukan biaya total persediaan *backorder* dengan rumus sebagai berikut:

- a. Biaya Penyimpanan

$$Biaya\ Simpan = \left[\frac{Q}{2} + (B - \bar{M}) \right] \times H \quad (7)$$

- b. Biaya Pembelian

$$Biaya\ Beli = R \times P \quad (8)$$

- c. Biaya Pemesanan

$$Biaya\ Pesan = \frac{R}{Q} \times C \quad (9)$$

- d. Biaya *Stockout*

$$Biaya\ Stockout = H(B - \bar{M}) + \frac{AE(M > B)}{Q} \quad (10)$$

- e. Total Biaya Persediaan

$$BTP = B.Simpan + B.Beli + B.Pesan + B.Stockout \quad (11)$$

Simulasi Monte Carlo

Simulasi Monte Carlo dapat menghilangkan ketidakpastian dalam pemodelan realibilitas, hal ini dikarenakan simulasi Monte Carlo mampu mensimulasikan proses aktual dan perilaku dari sistem. Berikut ini merupakan langkah-langkah dalam simulasi Monte Carlo [9]:

1. Menetapkan sebuah distribusi probabilitas untuk variabel penting.
2. Menentukan distribusi kumulatif kemungkinan pada tiap-tiap variabel pada tahap awal.
3. Menentukan grafik dan interval kemungkinan untuk angka acak.
4. Menentukan angka acak.
5. Membuat simulasi dari semua percobaan.

METODE PENELITIAN

Adapun beberapa teknik pengumpulan data yang digunakan oleh penulis dalam penulisan penelitian ini, yaitu:

1. Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan dengan melakukan observasi secara langsung ke perusahaan. Adapun studi lapangan yang dilakukan penulis meliputi:

- a. Observasi

Observasi dilakukan oleh penulis dengan mengunjungi perusahaan secara langsung untuk melakukan pengamatan atas permasalahan yang terjadi pada perusahaan.

- b. Wawancara

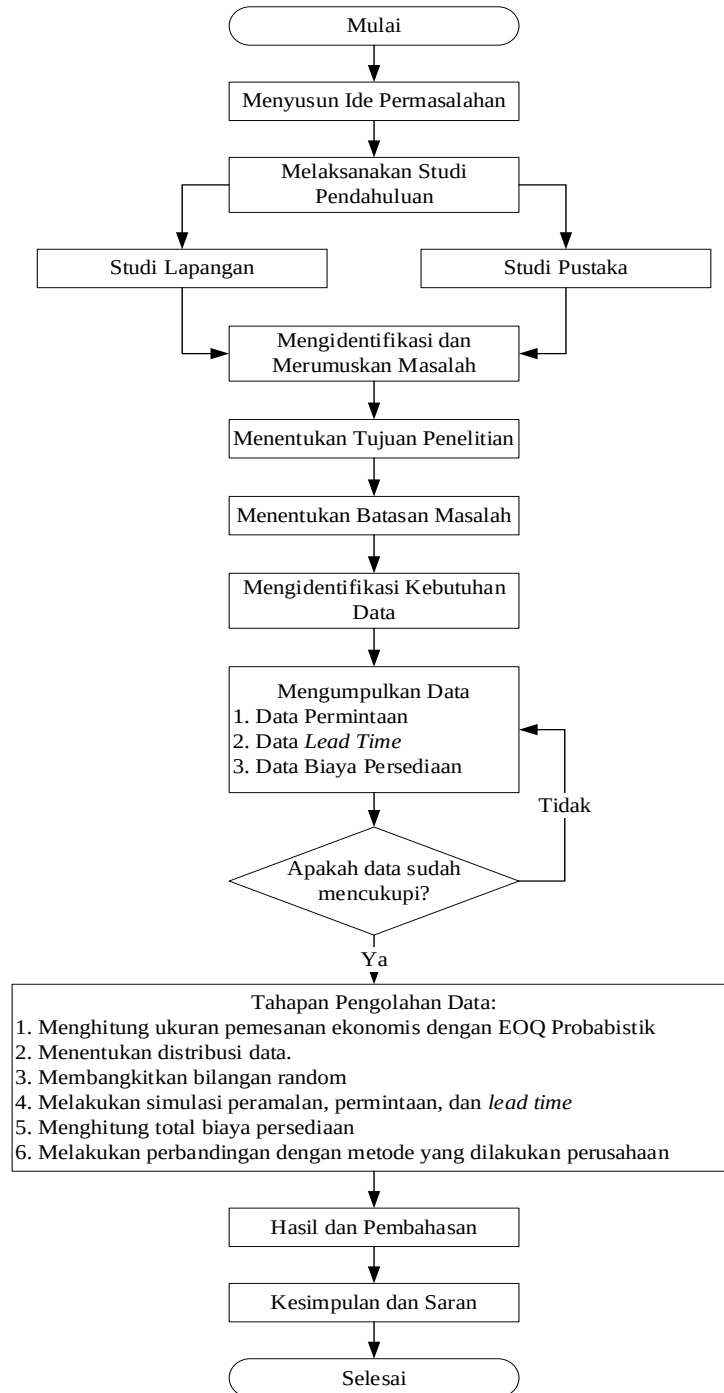
Wawancara dilakukan penulis untuk mendapatkan informasi lebih mengenai kondisi perusahaan. Pada penelitian ini, wawancara atau tanya jawab dilakukan kepada kepala produksi di PT. XYZ.

2. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan penulis dengan mengumpulkan data melalui buku, *e-book*, jurnal, artikel, makalah, maupun skripsi yang berkaitan dengan topik penelitian penulis,

yaitu mengenai pengendalian persediaan bahan baku menggunakan metode EOQ Probabilistik dan simulasi Monte Carlo. Hal ini dilakukan untuk menambah wawasan penulis mengenai pembahasan tersebut serta menjadi referensi penulis untuk membantu dan memudahkan penulis dalam proses pengolahan data.

Alur metode penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Metode Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan EOQ Probabilistik

Berikut merupakan tabel *probability of stockout* untuk bahan baku ARC Bening yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. *Probability of Stockout* ARC Bening

No	Permintaan Selama Lead Time (ton)	Frekuensi Permintaan	Probabilitas Frekuensi Permintaan	Probabilitas Permintaan Selama Lead Time	Probability of Stockout
1	0	95	0,0653	0,0000	0,9347
2	1	51	0,0351	0,0351	0,8996
3	2	109	0,0750	0,1499	0,8246
4	3	136	0,0935	0,2806	0,7311
5	4	121	0,0832	0,3329	0,6479
6	5	138	0,0949	0,4746	0,5530
7	6	116	0,0798	0,4787	0,4732
8	7	116	0,0798	0,5585	0,3934
9	8	95	0,0653	0,5227	0,3281
10	9	102	0,0702	0,6314	0,2579
11	10	82	0,0564	0,5640	0,2015
12	11	76	0,0523	0,5750	0,1492
13	12	57	0,0392	0,4704	0,1100
14	13	39	0,0268	0,3487	0,0832
15	14	47	0,0323	0,4525	0,0509
16	15	22	0,0151	0,2270	0,0358
17	16	17	0,0117	0,1871	0,0241
18	17	14	0,0096	0,1637	0,0144
19	18	6	0,0041	0,0743	0,0103
20	19	7	0,0048	0,0915	0,0055
21	20	2	0,0014	0,0275	0,0041
22	21	2	0,0014	0,0289	0,0028
23	22	1	0,0007	0,0151	0,0021
24	23	2	0,0014	0,0316	0,0007
25	24	1	0,0007	0,0165	0,0000
Total		1454	1	6,7380	

Berikut merupakan perhitungan ukuran pemesanan optimal untuk bahan baku akrilik bening di PT. XYZ:

1. *Order Quantity*

$$Q = \sqrt{\frac{2CR}{H}} = \sqrt{\frac{2 \times \text{Rp}180.000,00 \times 987}{\text{Rp}360.000,00}} = 31,42 \sim 31 \text{ ton}$$

$$P(M > B) = \frac{HQ}{AR} = \frac{\text{Rp}360.000,00 \times 31}{\text{Rp}4.500.000,00} = 0,0025$$

$$\text{Interpolasi} = 22 - \left[\frac{0,0025 - 0,0021}{0,0028 - 0,0021} \times (22 - 21) \right] = 21,35 \sim 21 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned} E(M > B) &= \sum_{M=B+1}^{M_{\max}} (M - B)P(M) \\ &= [(22 - 21) \times 0,0007] + [(23 - 21) \times 0,0014] + [(24 - 21) \times 0,0007] \\ &= 0,0055 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q^* &= \sqrt{\frac{2R[C + AE(M > B)]}{H}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times 987 \times [\text{Rp}180.000,00 + (\text{Rp}4.500.000,00 \times 0,0055)]}{\text{Rp}360.000,00}} \\ &= 33,51 \sim 34 \text{ ton} \end{aligned}$$

2. *Reorder Point*

$$P(M > B)^* = \frac{HQ}{AR} = \frac{\text{Rp}360.000,00 \times 34}{\text{Rp}4.500.000,00 \times 987} = 0,0028$$

$$ROP = 22 - \left[\frac{0,0028 - 0,0021}{0,0028 - 0,0021} \times (22 - 21) \right] = 20,99 \sim 21 \text{ ton}$$

3. *Safety Stock*

$$SS = ROP - \bar{M} = 21 - 6,74 = 14,26 \sim 14 \text{ ton}$$

Adapun perhitungan total biaya persediaan bahan baku akrilik bening dengan metode EOQ Probabilistik untuk periode Agustus 2020 – Juli 2021, yaitu:

1. Biaya Penyimpanan

$$= \left[\frac{Q}{2} + (B - \bar{M}) \right] \times H = \left[\frac{34}{2} + (21 - 6,75) \right] \times \text{Rp}360.000,00 = \text{Rp}11.251.114,00$$

2. Biaya Pemesanan

$$= \frac{R}{Q} \times C = \frac{987}{34} \times \text{Rp}180.000,00 = \text{Rp}5.225.294,00$$

3. Biaya Pembelian

$$= R \times P = 987 \times \text{Rp}18.000.000,00 = \text{Rp}17.766.000.000,00$$

4. Biaya Stockout

$$= H(B - \bar{M}) + \frac{AE(M > B)}{Q}$$

$$= [\text{Rp}360.000,00 \times (21 - 6,75)] + \left[\frac{\text{Rp}4.500.000,00 \times 987 \times 0,0055}{34} \right] = \text{Rp} 5.758.747,00$$

5. Total Biaya Persediaan

$$= \text{Rp}11.251.114,00 + \text{Rp}5.225.294,00 + \text{Rp}17.766.000.000,00 + \text{Rp}5.758.747,00$$

$$= \text{Rp}17.788.235.155,00$$

Berikut merupakan tabel *probability of stockout* untuk bahan baku ARC Putih Susu yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. *Probability of Stockout* ARC Putih Susu

No	Permintaan Selama Lead Time (ton)	Frekuensi Permintaan	Probabilitas Frekuensi Permintaan	Probabilitas Permintaan Selama Lead Time	Probability of Stockout
1	0,0	727	0,4997	0,0000	0,5003
2	0,1	121	0,0832	0,0083	0,4172
3	0,2	138	0,0948	0,0190	0,3223
4	0,3	85	0,0584	0,0175	0,2639
5	0,4	108	0,0742	0,0297	0,1897
6	0,5	109	0,0749	0,0375	0,1148
7	0,6	58	0,0399	0,0239	0,0749
8	0,7	52	0,0357	0,0250	0,0392
9	0,8	27	0,0186	0,0148	0,0206
10	0,9	16	0,0110	0,0099	0,0096
11	1,0	6	0,0041	0,0041	0,0055
12	1,1	5	0,0034	0,0038	0,0021
13	1,2	2	0,0014	0,0016	0,0007
14	1,3	1	0,0007	0,0009	0,0000
Total		1454	1	0,1961	

Berikut merupakan perhitungan ukuran pemesanan optimal untuk bahan baku akrilik putih susu di PT. XYZ:

1. Order Quantity

$$Q = \sqrt{\frac{2CR}{H}} = \sqrt{\frac{2 \times \text{Rp}180.000,00 \times 29}{\text{Rp}374.000,00}} = 5,283 \sim 5,3 \text{ ton}$$

$$P(M > B) = \frac{HQ}{AR} = \frac{\text{Rp}374.000,00 \times 5,3}{\text{Rp}4.675.000,00} = 0,0146$$

$$\text{Interpolasi} = 0,9 - \left[\frac{0,0146 - 0,0096}{0,0206 - 0,0096} \times (0,9 - 0,8) \right] = 0,855 \sim 0,9 \text{ ton}$$

$$E(M > B) = \sum_{M=B+1}^{M_{max}} (M - B)P(M)$$

$$= [(1,0 - 0,9) \times 0,0041] + [(1,1 - 0,9) \times 0,0034] + [(1,2 - 0,9) \times 0,0014]$$

$$= +[(1,3 - 0,9) \times 0,0007] = 0,0018$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2R[C + AE(M > B)]}{H}} = \sqrt{\frac{2 \times 29 \times [\text{Rp}180.000,00 + (\text{Rp}4.675.000,00 \times 0,0018)]}{\text{Rp}374.000,00}}$$

$$= 5,405 \sim 5,4 \text{ ton}$$

2. *Reorder Point*

$$P(M > B) * = \frac{HQ}{AR} = \frac{Rp374.000,00 \times 5,4}{Rp4.675.000,00 \times 29} = 0,0149$$

$$ROP = 0,9 - \left[\frac{0,0149 - 0,0096}{0,0206 - 0,0096} \times (0,9 - 0,8) \right] = 0,852 \sim 0,9 \text{ ton}$$

3. *Safety Stock*

$$SS = ROP - \bar{M} = 0,9 - 0,196 = 0,704 \sim 0,7 \text{ ton}$$

Adapun perhitungan total biaya persediaan bahan baku akrilik putih susu dengan metode EOQ Probabilistik untuk periode Agustus 2020 – Juli 2021, yaitu:

1. *Biaya Penyimpanan*

$$= \left[\frac{Q}{2} + (B - \bar{M}) \right] \times H = \left[\frac{5,4}{2} + (0,9 - 0,195) \right] \times Rp374.000,00 = Rp1.273.323,00$$

2. *Biaya Pemesanan*

$$= \frac{R}{Q} \times C = \frac{29}{5,4} \times Rp180.000,00 = Rp966.667,00$$

3. *Biaya Pembelian*

$$= R \times P = 29 \times Rp18.700.000,00 = Rp542.300.000,00$$

4. *Biaya Stockout*

$$= H(B - \bar{M}) + \frac{ARE(M > B)}{Q}$$

$$= [Rp374.000,00 \times (0,9 - 0,195)] + \left[\frac{Rp4.675.000,00 \times 29 \times 0,0023}{5,4} \right] = Rp320.508,00$$

5. *Total Biaya Persediaan*

$$= Rp1.273.323,00 + Rp966.667,00 + Rp542.300.000,00 + Rp320.508,00$$

$$= Rp544.860.498,00$$

Berikut merupakan tabel *probability of stockout* untuk bahan baku ARC Hitam yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. *Probability of Stockout* ARC Hitam

No	Permintaan Selama <i>Lead Time</i> (ton)	Frekuensi Permintaan	Probabilitas Frekuensi Permintaan	Probabilitas Permintaan Selama <i>Lead Time</i>	<i>Probability of Stockout</i>
1	0,0	631	0,4340	0,0000	0,5660
2	0,1	10	0,0069	0,0007	0,5591
3	0,2	48	0,0330	0,0066	0,5261
4	0,3	97	0,0667	0,0200	0,4594
5	0,4	69	0,0475	0,0190	0,4120
6	0,5	127	0,0873	0,0437	0,3246
7	0,6	113	0,0777	0,0466	0,2469
8	0,7	82	0,0564	0,0395	0,1905
9	0,8	51	0,0351	0,0281	0,1554
10	0,9	55	0,0378	0,0340	0,1176
11	1,0	33	0,0227	0,0227	0,0949
12	1,1	29	0,0199	0,0219	0,0750
13	1,2	37	0,0254	0,0305	0,0495
14	1,3	27	0,0186	0,0241	0,0309
15	1,4	12	0,0083	0,0116	0,0227
16	1,5	17	0,0117	0,0175	0,0110
17	1,6	4	0,0028	0,0044	0,0083
18	1,7	6	0,0041	0,0070	0,0041
19	1,8	4	0,0028	0,0050	0,0014
20	1,9	1	0,0007	0,0013	0,0007
21	2,0	1	0,0007	0,0014	0,0000
Total		1454	1	0,3856	

Berikut merupakan perhitungan ukuran pemesanan optimal untuk bahan baku akrilik hitam di PT. XYZ:

1. *Order Quantity*

$$Q = \sqrt{\frac{2CR}{H}} = \sqrt{\frac{2 \times \text{Rp}180.000,00 \times 56}{\text{Rp}410.000,00}} = 7,012 \sim 7,0 \text{ ton}$$

$$P(M > B) = \frac{HQ}{AR} = \frac{\text{Rp}410.000,00 \times 7,0}{\text{Rp}5.125.000,00} = 0,0100$$

$$\text{Interpolasi} = 1,6 - \left[\frac{0,0100 - 0,0083}{0,0110 - 0,0083} \times (1,6 - 1,5) \right] = 1,536 \sim 1,5 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned} E(M > B) &= \sum_{M=B+1}^{M_{\max}} (M - B)P(M) \\ &= [(1,6 - 1,5) \times 0,0028] + [(1,7 - 1,5) \times 0,0041] + [(1,8 - 1,5) \times 0,0028] \\ &\quad + [(1,9 - 1,5) \times 0,0007] + [(2,0 - 1,5) \times 0,007] = 0,0025 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q^* &= \sqrt{\frac{2R[C + AE(M > B)]}{H}} = \sqrt{\frac{2 \times 56 \times [\text{Rp}180.000,00 + (\text{Rp}5.125.000,00 \times 0,0025)]}{\text{Rp}410.000,00}} \\ &= 7,262 \sim 7,3 \text{ ton} \end{aligned}$$

2. *Reorder Point*

$$P(M > B)^* = \frac{HQ}{AR} = \frac{\text{Rp}410.000,00 \times 7,3}{\text{Rp}5.125.000,00 \times 56} = 0,0104$$

$$ROP = 1,6 - \left[\frac{0,0104 - 0,0083}{0,0110 - 0,0083} \times (1,6 - 1,5) \right] = 1,521 \sim 1,5 \text{ ton}$$

3. *Safety Stock*

$$SS = ROP - \bar{M} = 1,5 - 0,387 = 1,113 \sim 1,1 \text{ ton}$$

Adapun perhitungan total biaya persediaan bahan baku akrilik hitam dengan metode EOQ Probabilistik untuk periode Agustus 2020 – Juli 2021, yaitu:

1. *Biaya Penyimpanan*

$$= \left[\frac{Q}{2} + (B - \bar{M}) \right] \times H = \left[\frac{7,3}{2} + (1,5 - 0,387) \right] \times \text{Rp}410.000,00 = \text{Rp}1.953.393,00$$

2. *Biaya Pemesanan*

$$= \frac{R}{Q} \times C = \frac{56}{7,3} \times \text{Rp}180.000,00 = \text{Rp}1.380.822,00$$

3. *Biaya Pembelian*

$$= R \times P = 56 \times \text{Rp}20.500.000,00 = \text{Rp}1.148.000.000,00$$

4. *Biaya Stockout*

$$\begin{aligned} &= H(B - \bar{M}) + \frac{ARE(M > B)}{Q} \\ &= [\text{Rp}410.000,00 \times (1,5 - 0,387)] + \left[\frac{\text{Rp}5.125.000,00 \times 56 \times 0,0025}{7,3} \right] = \text{Rp}551.045,00 \end{aligned}$$

5. *Total Biaya Persediaan*

$$\begin{aligned} &= \text{Rp}1.953.393,00 + \text{Rp}1.380.822,00 + \text{Rp}1.148.000.000,00 + \text{Rp}551.045,00 \\ &= \text{Rp}1.151.885.261,00 \end{aligned}$$

Distribusi Data

Sebelum melakukan simulasi, diperlukan penentuan distribusi untuk masing-masing data permintaan. Adapun hasil distribusi data dengan aplikasi *software Arena Input Analyzer* untuk setiap data permintaan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Distribusi Data Permintaan Akrilik

No	Bahan Baku	Jenis Distribusi	Expression	Square Error
1	ARC Bening	Beta	$-0,5 + 9 * \text{BETA}(1,03; 1,86)$	0,0129
2	ARC Putih Susu	Beta	$-0,001 + 0,891 * \text{BETA}(0,149; 1,52)$	0,0163
3	ARC Hitam	Beta	$-0,001 + 1,54 * \text{BETA}(0,171; 1,52)$	0,0102

Simulasi Monte Carlo

Simulasi digunakan sebagai peramalan untuk memprediksi data permintaan dan data *lead time* pada periode berikutnya. Adapun hasil simulasi permintaan periode Agustus 2021 - Juli 2022 akrilik dengan menggunakan *software Minitab* dan *Microsoft Excel* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Simulasi Permintaan Periode Agustus 2021 – Juli 2022

Hari	ARC Bening		ARC Putih Susu		ARC Hitam	
	Angka Random	Hasil Simulasi	Angka Random	Hasil Simulasi	Angka Random	Hasil Simulasi
1	0,19	1	0,00	0	0,00	0
2	0,73	6	0,12	0,1	0,05	0,1
3	0,53	4	0,23	0,2	0,01	0
4	0,16	1	0,01	0	0,86	0,9
5	0,18	1	0,00	0	0,02	0
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
361	0,14	1	0,00	0	0,05	0,1
362	0,44	3	0,12	0,1	0,58	0,6
363	0,03	0	0,12	0,1	0,01	0
364	0,11	1	0,53	0,5	0,00	0
365	0,39	3	0,13	0,1	0,00	0
Total		1017	29.8		58.8	

Berikut merupakan perhitungan probabilitas *lead time* bahan baku ARC Bening di PT. XYZ yang dapat dilihat pada Tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6. Perhitungan Probabilitas *Lead Time* ARC Bening

No	Lead Time	Frekuensi Lead Time	Probabilitas Frekuensi Lead Time	Kumulatif Probabilitas Frekuensi Lead Time	Interval Angka Random
1	1 Hari	4	0,09302	0,09	0 sampai 9
2	2 Hari	19	0,44186	0,53	10 sampai 53
3	3 Hari	17	0,39535	0,93	54 sampai 93
4	4 Hari	3	0,06977	1	94 sampai 100
Total		43	1		

Berikut merupakan perhitungan probabilitas *lead time* bahan baku ARC Putih Susu dan ARC Hitam di PT. XYZ yang dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Perhitungan Probabilitas *Lead Time* ARC Putih Susu dan ARC Hitam

No	Lead Time	Frekuensi Lead Time	Probabilitas Frekuensi Lead Time	Kumulatif Probabilitas Frekuensi Lead Time	Interval Angka Random
1	1 Hari	1	0,08333	0,08	0 sampai 8
2	2 Hari	6	0,50000	0,58	9 sampai 58
3	3 Hari	4	0,33333	0,92	59 sampai 92
4	4 Hari	1	0,08333	1	92 sampai 1
Total		12	1		

Selanjutnya, dilakukan penentuan angka *random* data *lead time* masing-masing bahan baku menggunakan *software Microsoft Excel* untuk memperoleh hasil simulasi yang dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Simulasi *Lead Time*

No	ARC Bening		ARC Putih Susu dan ARC Hitam	
	Angka Random	Lead Time	Angka Random	Lead Time
1	66	3	35	2
2	21	2	65	3
3	53	2	58	2
4	72	3	71	3
5	92	3	83	3
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
96	63	3	46	2
97	48	2	28	2
98	66	3	74	3
99	94	4	77	3
100	50	2	94	4

Hasil Simulasi

Dari hasil simulasi permintaan bahan baku akrilik ketiga bahan baku dengan menggunakan simulasi monte carlo yang dilakukan sebanyak 10 iterasi, diperoleh rata-rata total biaya persediaan untuk bulan Agustus 2021 – Juli 2022 dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Simulasi Permintaan Bahan Baku Akrilik

No	Bahan Baku	Q (ton)	ROP (ton)	Rata-Rata Total Biaya Persediaan
1	ARC Bening	34	21	Rp 17.948.401.200
2	ARC Putih Susu	5,4	0,9	Rp 416.312.615
3	ARC Hitam	7,3	1,5	Rp 1.035.959.314
Total Biaya Persediaan				Rp 19.400.673.130

Interpretasi Hasil

Berdasarkan hasil perhitungan pengendalian persediaan bahan baku di PT. XYZ, diperoleh perbandingan total biaya persediaan antara metode EOQ Probabilistik dan metode perusahaan saat ini dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Perbandingan Metode Pengadaan Bahan Baku Akrilik

Bahan Baku	Metode Perusahaan	Metode EOQ Probabilistik	Reduce Cost
ARC Bening	Rp17.974.554.818,00	Rp17.788.235.156,00	Rp186.319.662,00
ARC Putih Susu	Rp585.502.745,00	Rp544.860.498,00	Rp40.642.247,00
ARC Hitam	Rp1.235.865.213,00	Rp1.151.885.261,00	Rp83.979.952,00
Total			Rp310.941.861,00
Persentase			1,57%

KESIMPULAN

Perhitungan ukuran pemesanan yang optimal dengan menggunakan metode EOQ Probabilistik menghasilkan nilai *quantity order* bahan baku ARC Bening sebesar 34 ton dan *reorder point* sebesar 21 ton. Sedangkan, untuk bahan baku ARC Putih Susu, dihasilkan nilai *quantity order* sebesar 5,4 ton dan *reorder point* sebesar 0,9 ton. Kemudian, untuk ARC Hitam diperoleh nilai *quantity order* sebesar 7,3 ton dan *reorder point* sebesar 1,5 ton. Selain itu, stok pengaman bahan baku, untuk bahan baku ARC Bening, ARC Putih Susu, dan ARC Hitam secara berurutan, masing-masing adalah sebesar 14 ton, 0,7 ton, dan 1,1 ton.

Berdasarkan hasil perhitungan total biaya persediaan menggunakan Simulasi Monte Carlo untuk peramalan periode selanjutnya (Agustus 2021 – Juli 2022), diperoleh total biaya persediaan sebesar Rp19.400.673.130,00. Perhitungan simulasi dilakukan dengan memasukkan nilai ukuran pemesanan ekonomis yang diperoleh dari perhitungan EOQ Probabilistik.

Dengan menggunakan metode EOQ Probabilistik, pihak perusahaan dapat menghemat biaya persediaan. Hal ini dibuktikan melalui perbandingan metode perusahaan dengan metode usulan. Berdasarkan perhitungan, diketahui bahwa perusahaan dapat menghemat

biaya sebesar Rp310.941.86,00 atau dengan presentase sebesar 1,57% dengan menggunakan metode EOQ Probabilistik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Mulyani dan H. Herawati, “Pengaruh Kualitas Bahan Baku dan Proses Produksi terhadap Kualitas Produk pada UD. Tahu Rosydi Puspan Maron Probolinggo,” *Prosiding Seminar Nasional*, pp. 263-482, 2016.
- [2] D. Rosa Indah, L. Puwarsih dan Z. Maulida, “Pengendalian Persediaan Bahan Baku pada PT. Aceh Rubber Industries Kabupaten Aceh Tamiang,” *Jurnal Manajemen Keuangan*, vol. 7, no. 2, pp. 157-173, 2018.
- [3] A. Wijaya, M. Arifin dan T. Soebijono, “Sistem Informasi Perencanaan Persediaan Barang,” *Jurnal Sistem Informasi (JSIKA 2)*, pp. 14-20, 2013.
- [4] M. C. Tuerah, “Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Ikan Tuna pada CV. Golden KK,” *Jurnal EMBA: Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis dan Akuntansi*, vol. 2, no. 4, pp. 524-536, 2014.
- [5] E. Ruauw, “Pengendalian Persediaan Bahan Baku (Contoh Pengendalian pada Usaha Grenda Bakery Lianli, Manado),” *ASE*, vol. 7, no. 1, pp. 1-11, 2011.
- [6] Z. Yamit, *Manajemen Persediaan*, Yogyakarta: Ekonisia Kampus Fakultas Ekonomi UII, 2005.
- [7] F. Dristiana dan T. Sukmono, “Pengendalian Persediaan Bahan Baku Obat dengan Menggunakan Metode EOQ Probabilistik Berdasarkan Peramalan *Exponential Smoothing* pada PT. XYZ,” *Spektrum Industri*, vol. 13, no. 2, pp. 115-228, 2015.
- [8] N. A. Saputri dan S. M Khoiroh, “Pengendalian Persediaan Bahan Baku Menggunakan Metode EOQ Probabilistik dan Simulasi Monte Carlo, Studi Kasus CV. Agro Nusa Indah,” *Undergraduate Thesis*, Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya, Indonesia.
- [9] K. H. Manurung dan J. Santony, “Simulasi Pengadaan Barang Menggunakan Metode Monte Carlo,” *Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi*, vol. 1, no. 3, pp. 7-11, 2019.