



Analisis kebijakan inventori probabilistik dengan model *P-backorder* dan *Q-backorder*

Monanda Wandita Rini*, Nessa Ananda

Program Studi Manajemen Logistik Industri Elektronika, Politeknik APP Jakarta,
Jl. Timbul No. 34 Ciganjur, Jagakarsa, Jakarta Selatan

*Corresponding author: mona.wandita@gmail.com

ARTICLE INFO

Received: 24 September 2021
Revision: 13 Oktober 2021
Accepted: 15 Oktober 2021

Keywords:

Kebijakan inventori
Probabilistik
Model P
Model Q
Back Order

ABSTRACT

Manajemen inventori merupakan hal yang perlu dilakukan oleh perusahaan guna memenuhi permintaan konsumen. Namun demikian, penentuan kebijakan inventori optimal perlu dilakukan sehingga dapat mengurangi ongkos total yang dihasilkan. PT X merupakan perusahaan distributor logam, dengan salah satu produknya yaitu baja. Permintaan produk baja bersifat probabilistik sehingga untuk penyelesaiannya dapat menggunakan model probabilistik. Kondisi pemenuhan permintaan bersifat *backorder*. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kebijakan inventori optimal dengan menggunakan model *Q-backorder*, model *P-backorder*, dan kebijakan perusahaan. Perbandingan kebijakan inventori optimal dilakukan dengan mempertimbangkan ongkos total yang terendah. Berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data yang dilakukan, diperoleh hasil bahwa kebijakan inventori yang paling optimal yaitu dengan menggunakan model *P-backorder*. Estimasi ongkos total per tahun yang dihasilkan dengan kebijakan inventori model *P-backorder* yaitu sebesar Rp183.536.949.251,00 dengan tingkat pelayanan sebesar 95,1%. Jika dibandingkan dengan kebijakan inventori yang dimiliki perusahaan, estimasi ongkos total dengan model *P-backorder* lebih rendah sekitar Rp1,1 milyar per tahun. Oleh karena itu, kebijakan inventori dengan model *P-backorder* dapat mengurangi estimasi ongkos total per tahun yang akan dikeluarkan oleh perusahaan.

1. PENDAHULUAN

Inventori merupakan hal yang penting untuk kelancaran aktivitas produksi perusahaan. Inventori merupakan sumber daya yang menganggur (*idle resource*) yang keberadaannya menunggu proses lebih lanjut [1]. Permasalahan yang umum terjadi dalam pengendalian persediaan diantaranya adalah kemungkinan inventori terlalu banyak ataupun terlalu sedikit untuk memenuhi permintaan konsumen di masa mendatang [2, 3, 4]. Penentuan jumlah persediaan barang harus ditentukan dengan bijak dalam proses produksi, karena tanpa pengelolaan yang baik akan mengakibatkan kerugian bagi perusahaan yang disebabkan oleh biaya yang semestinya tidak dikeluarkan [5, 6, 7]. Oleh karena itu kebijakan inventori perlu ditetapkan dengan tepat agar perusahaan dapat memenuhi permintaan dari konsumen sesuai dengan tingkat pelayanan yang dijanjikan dengan mempertimbangkan ongkos yang minimum.

Penelitian dilakukan di PT X yang merupakan distributor logam. Salah satu produknya adalah baja.

Pemenuhan produk pada PT X berdasarkan permintaan dari konsumen. Jumlah permintaan produk baja tidak diketahui dengan pasti serta berfluktuasi pada setiap periodenya. Penelitian ini berfokus pada kebijakan inventori optimal pada perusahaan. Saat ini perusahaan memiliki kebijakan inventori yaitu melakukan pemesanan dengan jumlah 168 ton untuk setiap kali pembelian dilakukan. Namun demikian, perusahaan belum mempertimbangkan alternatif kebijakan lainnya yang dapat digunakan untuk mengurangi ongkos total yang dikeluarkan serta tetap mempertimbangkan tingkat pemenuhan permintaan konsumen. Selain itu juga perusahaan belum memiliki perhitungan secara khusus dalam menentukan *safety stock* untuk produk baja. Kondisi pemenuhan permintaan termasuk pada kondisi *back-order* yang berarti pengguna tetap mau menunggu barang yang diminta sampai barang tersebut tersedia sesuai dengan jumlah yang diminta.

Pada kondisi permintaan yang bersifat probabilistik dengan pola distribusi normal, terdapat alternatif metode



yang bisa digunakan yaitu model probabilistik sederhana, model *P-backorder*, model *P-Lost Sales*, model *Q-backorder*, dan model *Q-Lost Sales* [1]. Penelitian yang dilakukan oleh Novianti dkk menggunakan metode probabilistik P untuk kasus *back-order* [8, 9, 10]. Pada penelitian tersebut dilakukan peramalan data permintaan dengan menggunakan metode *exponential smoothing*. Namun, penelitian tersebut belum membandingkan dengan metode probabilistik lainnya selain *P-backorder*. Model *P-backorder* juga digunakan pada penelitian yang dilakukan oleh Riyani *et al.* [11] dengan produk yang dijadikan objek penelitian berupa kabel *fiber optic*. Penelitian lain juga menggunakan model *P-backorder* untuk menentukan persediaan optimal daging ikan [12, 13]. Penelitian lainnya menggunakan model persediaan probabilistik *Q-Lost Sales* pada apotek untuk inventori obat-obatan [14]. Selain itu, model *Q-Lost Sales* juga digunakan pada pengendalian persediaan bahan baku lilin [15]. Model *Q-backorder* juga digunakan pada pengendalian persediaan bahan baku semen [16]. Model Q juga dapat digunakan untuk merancang sistem persediaan karpet [17]. Akan tetapi, penelitian-penelitian tersebut hanya menggunakan salah satu metode probabilistik saja, belum membandingkan dengan metode probabilistik lainnya.

Penelitian lain pada manajemen persediaan probabilistik menggunakan Model Q dan *P-Lost Sales* [18]. Hasil penelitian tersebut diperoleh hasil bahwa model *Q-lost sales* memberikan ongkos yang lebih kecil dibandingkan Model *P-Lost Sales*. Terdapat penelitian lainnya yang menggunakan metode probabilistik dengan Model *P-lost Sales* dan Model *P-Back Order* [19]. Hasil dari penelitian tersebut diperoleh hasil bahwa Model *P-Back Order* menghasilkan ongkos total lebih kecil dibandingkan Model *P-Lost Sales*. Penelitian lain juga menggunakan kebijakan inventori Model P dan Q untuk bahan baku ragi, namun tidak disebutkan dengan kebijakan *back order* atau *lost sales* [20]. Terdapat penelitian lainnya yang juga membandingkan beberapa metode probabilistik, baik itu dengan kebijakan *back-order* maupun *lost sales* [21]. Hasil yang diperoleh yaitu Model *P-Lost Sales* memberikan ongkos total terkecil dibandingkan empat metode lainnya.

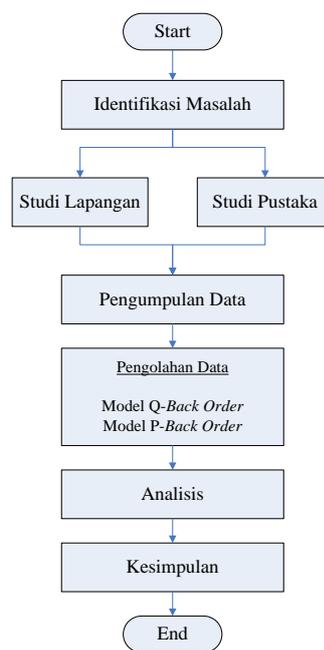
Berdasarkan tinjauan pustaka yang telah dilakukan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa pada kasus persediaan yang bersifat probabilistik terdapat beberapa alternatif metode yang dapat digunakan. Penelitian ini menggunakan dua metode probabilistik untuk kasus *back order* yaitu model *P-backorder* dan model *Q-backorder*. Tujuan dari penelitian ini adalah membandingkan hasil kebijakan inventori optimal dengan mempertimbangkan ongkos total yang paling minimal. Penelitian ini berfokus pada kebijakan inventori untuk produk baja. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi rekomendasi bagi perusahaan dalam menentukan kebijakan inventori optimal.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada PT X yang merupakan distributor logam. Pada penelitian ini, dilakukan proses pengumpulan data yang terkait dengan topik penelitian

melalui observasi dan wawancara. Dari proses tersebut didapatkan data dan informasi berupa data *demand* produk setiap bulan, komponen ongkos pembelian, ongkos pengadaan atau pemesanan, ongkos simpan dan ongkos kekurangan. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Penelitian dilakukan dengan membandingkan biaya total inventori menggunakan Model persediaan probabilistik dengan model *Q-backorder* dan model *P-backorder* untuk menentukan kebijakan inventori optimal agar dapat meminimumkan biaya inventori yang dikeluarkan oleh perusahaan serta tetap menjaga kepuasan konsumen. Cara *back order* dilakukan dengan mempertimbangkan konsumen mau untuk menunggu permintaannya sampai tersedia di gudang.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Perhitungan dengan menggunakan model *Q-backorder* dan model *P-backorder* adalah sebagai berikut.

2.1 Model Q-backorder

Model Q merupakan pengembangan dari model probabilistik sederhana dengan karakteristik ukuran lot pemesanan konstan namun pemesanan dilakukan jika telah mencapai titik pemesanan kembali (*reorder point*). Sebelum melakukan perhitungan kebijakan persediaan dengan Model *Q-backorder* maka dilakukan terlebih dahulu perhitungan total ongkos inventori (O_T) sebagai berikut.

$$O_T = O_b + O_p + O_s + O_k \dots\dots\dots(1)$$

1. Ongkos pembelian (O_b)
 $O_b = D \times p \dots\dots\dots(2)$
2. Ongkos pengadaan (O_p)
 $O_p = \frac{AD}{q_0} \dots\dots\dots(3)$
3. Ongkos simpan (O_s) dengan cara *back order*

$$O_s = h \left(\frac{q_0}{2} + r - DL \right) \dots\dots\dots(4)$$

4. Ongkos kekurangan (O_k)

$$O_k = \frac{c_u D}{q_0} N \dots\dots\dots(5)$$

$$O_T = Dp + \frac{AD}{q_0} + h \left(\frac{1}{2} q_0 + r - DL \right) + C_u \frac{D}{q_0} N \dots\dots\dots(6)$$

Untuk menghitung model Q-backorder dengan metode Hadley-Within menggunakan formulasi sebagai berikut.

1. Mengitung nilai q_{01}^* awal sama dengan nilai q_{0w}^*

$$q_{01}^* = q_{0w}^* = \sqrt{\frac{2AD}{h}} \dots\dots\dots(7)$$

2. Menghitung nilai α dan R

$$\alpha = \frac{hq_{01}^*}{c_u D} \rightarrow \alpha \text{ dapat dicari dari tabel statistic } \dots\dots(8)$$

$$r_1 = DL + z_\alpha S\sqrt{L} \dots\dots\dots(9)$$

3. Dengan diketahui r_1^* yang diperoleh akan dapat dihitung nilai q_2^*

$$q_2^* = \sqrt{\frac{2D[A+C_uN]}{h}} \dots\dots\dots(10)$$

$$N = S\sqrt{L}[f(z_\alpha) - z_\alpha \Psi(z_\alpha)] \dots\dots\dots(11)$$

4. Hitung kembali besarnya nilai $\alpha = \frac{hq_{02}^*}{c_u D}$

$$r_2^* = DL + z_\alpha S\sqrt{L} \dots\dots\dots(12)$$

5. Bandingkan nilai r_1 dan r_2 , jika r_2 relatif sama dengan r_1 maka iterasi selesai, dan akan diperoleh $r^* = r_2$ dan $q_0^* = q_2$. Jika tidak, kembali ke langkah 3 dengan menggantikan nilai $r_1^* = r_2^*$ dan $q_1^* = q_2^*$

6. Menghitung Safety Stock

$$ss = z_\alpha S\sqrt{L} \dots\dots\dots(13)$$

7. Menghitung Tingkat Pelayanan

$$\eta = 1 - \frac{N}{DL} \times 100\% \dots\dots\dots(14)$$

2.2 Model P-backorder

Model P memiliki karakteristik yaitu pemesanan dilakukan berdasarkan interval waktu yang tetap (T) namun ukuran lot pemesanan tidak tentu. Sebelum melakukan perhitungan kebijakan persediaan dengan model P-backorder maka dilakukan perhitungan total ongkos inventori (O_T) sebagai berikut.

$$O_T = O_b + O_p + O_s + O_k \dots\dots\dots(15)$$

1. Ongkos pembelian (O_b)

$$O_b = D \times p \dots\dots\dots(16)$$

2. Ongkos pengadaan (O_p)

$$O_p = \frac{A}{T} \dots\dots\dots(17)$$

3. Ongkos simpan dengan cara back order

$$O_s = h \left(R - DL - \frac{TD}{2} \right) \dots\dots\dots(18)$$

Ongkos kekurangan (O_k)

$$O_k = \frac{c_u N}{T} \dots\dots\dots(19)$$

$$O_T = Dp + \frac{A}{T} + h \left(R - DL - \frac{TD}{2} \right) + \frac{c_u}{T} N \dots\dots\dots(20)$$

Untuk menghitung model P-backorder dengan metode Hadley-Within menggunakan formulasi sebagai berikut.

1. Menghitung nilai T_0 sebagai berikut:

$$T_0 = \sqrt{\frac{2A}{Dh}} \dots\dots\dots(21)$$

2. Menghitung nilai α dan R

$$\alpha = \frac{Th}{c_u} \dots\dots\dots(22)$$

Jika R berdistribusi normal, maka R dinyatakan dengan

$$R = D(T + L) + z_\alpha S\sqrt{T + L} \dots\dots\dots(23)$$

3. Menghitung total ongkos inventori (O_T)₀

4. Mengulangi langkah b dengan $T_0 = T_0 + \Delta T_0$

a. Jika hasil (O_T)₀ baru lebih besar dari (O_T)₀ awal, iterasi penambahan T_0 dihentikan. Kemudian dicoba dengan iterasi pengurangan ($T_0 = T_0 - \Delta T_0$) sampai ditemukan $T^* = T_0$ yang memberikan nilai ongkos (O_T)^{*} minimal.

b. Jika hasil (O_T)₀ lebih kecil dari (O_T)₀ awal, iterasi penambahan $T_0 = T_0 + \Delta T_0$ dilanjutkan dan baru berhenti apabila (O_T)₀ baru lebih besar dari (O_T)₀ yang dihitung sebelumnya. Harga T_0 yang memberikan ongkos total terkecil (O_T)^{*} merupakan selang waktu optimal T^*

5. Menghitung Safety Stock

$$ss = z_\alpha S\sqrt{L} \dots\dots\dots(24)$$

6. Menghitung Tingkat Pelayanan

$$\eta = 1 - \frac{N}{DL} \times 100\% \dots\dots\dots(25)$$

Keterangan :

O_T = total ongkos inventori

O_b = ongkos pembelian

O_p = ongkos pengadaan

O_s = ongkos simpan

O_k = ongkos kekurangan

D = ekspektasi jumlah barang dibeli

p = harga barang per unit

A = ongkos setiap kali melakukan pesanan

q_0 = ukuran lot pemesanan

T = periode waktu antar pemesanan

h = ongkos simpan per unit per tahun

r = titik pemesanan kembali (*reorder point*)

L = *lead time*

C_u = ongkos kekurangan inventori per unit barang

N = jumlah kekurangan barang selama satu tahun

S = Standar Deviasi

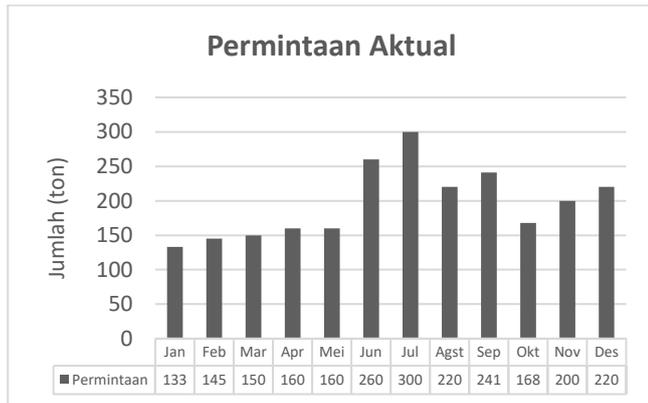
R = Maksimum inventori

$\Psi(z_\alpha)$ = Fungsi dari nilai z distribusi normal standar untuk α

$f(z_\alpha)$ = Fungsi dari nilai z distribusi normal standar untuk α selama *lead time*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

PT X merupakan perusahaan distributor logam. Bentuk inventori yang terdapat pada perusahaan ini yaitu produk jadi berupa baja. Oleh karena itu, produk yang menjadi objek penelitian ini adalah baja. Permintaan produk baja bersifat probabilistik karena permintaan untuk periode yang akan datang tidak dapat diketahui secara pasti jumlahnya dan berfluktuasi. Oleh karena itu, perlu dilakukan peramalan permintaan produk terlebih dahulu.



Gambar 2. Data historis permintaan produk

3.1 Peramalan permintaan produk

Permintaan produk baja yang bersifat probabilistik memerlukan peramalan permintaan untuk periode selanjutnya. Gambar 2 menunjukkan data historis untuk permintaan produk baja selama 12 periode. Selanjutnya akan dilakukan peramalan dengan menggunakan metode peramalan kuantitatif yaitu metode *Trend Linier*, *Moving Average*, *Weight Moving Average*, dan *Exponential Smoothing*.

Metode peramalan yang dipilih adalah yang memberikan nilai terkecil pada pengukuran *error*. Tabel 1 menunjukkan perbandingan pengukuran *error* untuk keempat metode peramalan. Berdasarkan pengukuran *error* yang telah dilakukan, metode *Trend Linier* memberikan nilai *ME*, *MAD*, *MSE*, dan *MAPE* yang terkecil dibandingkan metode peramalan lainnya. Oleh karena itu, metode peramalan yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Trend Linier*. Tabel 2 menunjukkan data hasil peramalan permintaan produk untuk 12 periode selanjutnya.

Tabel 1. Perbandingan pengukuran *error*

Pengukuran Error	<i>Trend Linier</i>	MA 3	WMA 3	ES
Mean Error (ME)	0	13	14	23
Mean Absolute Deviation (MAD)	34	43	44	35
Mean Squared Error (MSE)	1.806	3.434	4.006	2.777
Mean Absolute Percent Error (MAPE)	16%	19%	20%	16%

Pada model *P-backorder* dan model *Q-backorder*, permintaan selama horizon perencanaan bersifat

probabilistik dan berdistribusi normal. Pemenuhan asumsi tersebut dilakukan dengan melakukan uji normalitas data permintaan yang digunakan. Uji normalitas data permintaan produk baja menggunakan *statistical software* yaitu Minitab 16. Berdasarkan uji normalitas, didapatkan hasil bahwa permintaan produk baja selama 24 periode berdistribusi normal dengan nilai *p-value* sebesar 0,15. Nilai *p-value* > 0,05 berarti bahwa H_0 diterima sehingga data yang digunakan berdistribusi normal.

Tabel 2. Data hasil peramalan permintaan produk

Periode (Bulan)	Permintaan (ton)
13	246
14	254
15	262
16	269
17	277
18	285
19	293
20	300
21	308
22	316
23	324
24	331

3.2 Parameter yang digunakan

Sebelum melakukan perhitungan kebijakan inventori dengan model *P-backorder* dan Model *Q-backorder* maka perlu ditentukan terlebih dahulu nilai dari parameter yang digunakan. Parameter yang digunakan dalam model *P-backorder* dan model *Q-backorder* yaitu harga barang per unit (*p*), ongkos tiap kali pesan (*A*), ongkos simpan per unit per periode (*h*), ongkos kekurangan inventori (*c_u*), *lead time* (*L*), *demand* (*D*), dan standar deviasi (*S*). Tabel 3 berisikan parameter yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 3. Parameter yang digunakan

Parameter	Keterangan
<i>Demand</i> (<i>D</i>)	2.911 ton/tahun
Standar deviasi (<i>S</i>)	783 ton /tahun
<i>Leadtime</i> (<i>L</i>)	0,08 tahun
Harga barang per unit per periode (<i>p</i>)	Rp62.500.000,00 per ton
Ongkos tiap kali pesan (<i>A</i>)	Rp94.082.100,00/ pesan
Ongkos simpan per unit per periode (<i>h</i>)	Rp1.500.000,00/ton/tahun
Ongkos kekurangan inventori (<i>c_u</i>)	Rp3.125.000,00/ton

3.3 Kebijakan inventori dengan model *Q-backorder*

Solusi untuk kebijakan inventori dengan model *Q-backorder* menggunakan metode Hadley-Within [1]. Variabel keputusan yang dicari adalah nilai lot pemesanan untuk setiap kali melakukan pembelian (*qo*)

dan saat pemesanan dilalukan atau sering dikenal dengan *reorder point* (r). Untuk menentukan nilai q_0 dan r yang optimal perlu dicari dengan cara iterasi. Iterasi berhenti untuk dilanjutkan ketika nilai r antara iterasi terakhir dan sebelumnya sudah relatif sama. Pada penelitian ini dilakukan dua kali iterasi sehingga didapatkan kebijakan inventori optimal dengan model *Q-backorder*. Tabel 4 menunjukkan hasil iterasi untuk model *Q-backorder*. Kebijakan inventori dengan model *Q-backorder* yaitu lot pemesanan sebesar 869 ton, *safety stock* yang harus dimiliki yaitu 249 ton, dan untuk *reorder point* yaitu 491 ton. Dengan kebijakan tersebut estimasi tingkat pelayanan yang dapat diberikan sebesar 86,7% dan estimasi ongkos total per tahun yang dihasilkan sebesar Rp183.614.827.988,00. Ongkos total diperoleh dengan menjumlahkan ongkos pembelian, ongkos pemesanan, ongkos simpan, dan ongkos kekurangan. Rincian ongkos yang dihasilkan model *Q-backorder* dapat ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 4. Hasil iterasi model *Q-backorder*

Variabel	Iterasi 1		Iterasi 2	
r (ton)	$r1$	537	$r2$	491
	$r2$	491		
q_0 (ton)	$q1$	491	$q2$	869
	$q2$	820		
ss (ton)	$ss1$	294	$ss2$	249
	$ss2$	249		

Tabel 5. Ongkos berdasarkan model *Q-backorder*

Jenis Ongkos	Jumlah (Rp)
Ongkos pembelian	181.937.500.000,00
Ongkos pemesanan	315.002.146,00
Ongkos simpan	1.025.253.875,00
Ongkos kekurangan	337.071.967,00
Ongkos Total	183.614.827.988,00

3.4 Kebijakan inventori dengan model *P-backorder*

Solusi untuk kebijakan inventori dengan model *P-backorder* menggunakan metode Hadley-Within [1]. Variabel keputusan yang dicari pada model ini yaitu periode waktu antar pemesanan (T) dan inventori maksimum yang diharapkan (R). Untuk menentukan nilai T dan R yang optimal perlu dicari dengan cara iterasi. Iterasi dilakukan dengan menambahkan dan mengurangi nilai T . Penambahan dan pengurangan dilakukan berdasarkan nilai ΔT_0 tertentu.

Iterasi berhenti jika nilai ongkos total (OT) pada iterasi terakhir lebih besar dibandingkan dengan iterasi sebelumnya. Pada penelitian ini dilakukan lima kali iterasi sehingga didapatkan kebijakan inventori optimal dengan model *P-backorder*. Nilai ΔT_0 yang digunakan yaitu sebesar 0,04 tahun (dua minggu). Tabel 6 menunjukkan hasil iterasi untuk model *P-backorder*.

Tabel 6. Hasil iterasi model *P-backorder*

Iterasi	T (Bulan)	R (ton)	SS (ton)	N (ton)	OT/tahun (Rp)
1	2,5	1396	549	47	184.382.049.712,00
2	3,0	963	541	57	183.579.861.659,00
3	3,5	1080	525	68	183.631.119.835,00
4	2,0	730	569	36	183.536.949.251,00
5	1,5	614	576	27	183.603.709.461,00

Kebijakan inventori optimal dipilih dengan membandingkan nilai OT pada setiap iterasi. Hasil kebijakan inventori optimal dengan model *P-backorder* yaitu waktu antar pemesanan setiap 2 bulan, dengan inventori maksimum yang diharapkan yaitu 730 ton, dan nilai *safety stock* yang perlu dipersiapkan yaitu sebanyak 569 ton. Ukuran lot pemesanan akan dapat berubah-ubah disesuaikan dengan nilai inventori yang ada pada saat pemesanan dilakukan. Jumlah ukuran lot pemesanan diperoleh dari selisih antara inventori maksimum (R) dengan inventori yang ada pada saat pemesanan dilakukan (r).

Dengan kebijakan inventori optimal tersebut diperoleh estimasi tingkat pelayanan yang dapat diberikan yaitu sebesar 95,1% dan estimasi ongkos total per tahun yang dihasilkan sebesar Rp 183.536.949.251,00. Ongkos total diperoleh dengan menjumlahkan ongkos pembelian, ongkos pemesanan, ongkos simpan, dan ongkos kekurangan. Rincian ongkos yang dihasilkan model *P-backorder* dapat ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil perhitungan model *P-backorder*

Jenis Ongkos	Jumlah (Rp)
Ongkos pembelian	181.937.500.000,00
Ongkos pemesanan	561.390.005,00
Ongkos simpan	365.960.742,00
Ongkos kekurangan	672.098.504,00
Ongkos Total	183.536.949.251,00

3.5 Kebijakan inventori perusahaan

Perusahaan distributor baja memiliki kebijakan inventori dalam melakukan pemesanan yaitu sebesar 168 ton setiap kali pemesanan, sedangkan untuk *reorder point* yaitu saat persediaan mencapai 500 ton, sedangkan untuk *safety stock* hanya sebesar 10 ton. Dengan kebijakan inventori tersebut, dapat diperoleh estimasi tingkat pelayanan yang dapat diberikan per tahun yaitu sebesar 95,9% dan estimasi ongkos total per tahun yaitu sebesar Rp184.624.919.501,00. Adapun rincian ongkos yang dihasilkan dapat ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Rincian ongkos berdasarkan kebijakan perusahaan

Jenis Ongkos	Jumlah (Rp)
Ongkos pembelian	181.937.500.000,00
Ongkos pemesanan	1.630.196.388,00
Ongkos simpan	512.125.000,00
Ongkos kekurangan	545.098.114,00
Ongkos Total	184.624.919.501,00

3.6 Perbandingan kebijakan inventori

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya, maka dapat dilakukan perbandingan kebijakan inventori optimal. Tabel 9 menunjukkan perbandingan hasil kebijakan inventori yang dihasilkan. Pada penelitian ini, kebijakan inventori dengan menggunakan model *P-backorder* memberikan ongkos

total paling minimum dibandingkan model *Q-backorder* dan kebijakan perusahaan. Sedangkan berdasarkan tingkat pelayanan, kebijakan perusahaan memiliki tingkat pelayanan yang lebih tinggi dibandingkan model *P-backorder* dan model *Q-backorder*. Namun, demikian, ongkos yang dihasilkan dengan kebijakan inventori model *P-backorder* lebih kecil jika dibandingkan kebijakan perusahaan. Dengan menggunakan model *P-backorder*, diharapkan perusahaan dapat melakukan penghematan ongkos total sekitar Rp1,1 milyar/tahun. Hasil penelitian ini juga sesuai dengan hasil penelitian [12] yang membandingkan model *P-backorder* dan model *P-lost sales*. Hasil penelitian [12] diperoleh kesimpulan bahwa model *P-backorder* memberikan ongkos total yang lebih kecil dibandingkan metode lainnya. Oleh karena itu, perusahaan dapat mempertimbangkan untuk mulai menggunakan kebijakan inventori dengan model *P-backorder*.

Tabel 9. Perbandingan kebijakan inventori

Metode	Estimasi Ongkos Total/tahun (Rp)	Tingkat Pelayanan	q_0 (ton)	r (ton)	T_0 (bulan)	R (ton)	ss (ton)
Model <i>Q-backorder</i>	183.614.827.988,00	86,7%	869	491			249
Model <i>P-backorder</i>	183.536.949.251,00	95,1%			2	730	569
Kebijakan Perusahaan	184.624.919.501,00	95,9%	168	500			10

4. KESIMPULAN

Tujuan penelitian ini yaitu membandingkan kebijakan inventori optimal untuk kasus *back order* dengan permintaan yang bersifat probabilistik. Penelitian ini menggunakan model *Q-backorder* dan model *P-backorder*. Perbandingan kebijakan inventori yang dilakukan adalah berdasarkan kebijakan inventori dengan model *Q-backorder*, model *P-backorder*, dan kebijakan perusahaan. Dari pengolahan dan analisis yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kebijakan inventori optimal dengan model *P-backorder* menghasilkan estimasi ongkos total per tahun paling minimal dibandingkan dengan metode lainnya, yaitu sebesar Rp183.536.949.251,00 dengan tingkat pelayanan sebesar 95,1%.
2. Estimasi ongkos total model *Q-backorder* lebih rendah Rp1,1 milyar per tahun dibandingkan dengan kebijakan inventori yang dimiliki perusahaan.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi pertimbangan bagi perusahaan dalam menentukan kebijakan inventori yang optimal sehingga dapat mengurangi ongkos total yang dihasilkan. Selain itu juga, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber referensi tambahan untuk kasus persediaan yang bersifat probabilistik dengan kondisi *back order*, yang berarti konsumen mau menunggu barang yang diminta sampai tersedia jumlahnya sesuai permintaan.

REFERENCES

- [1] S. N. Bahagia, *Sistem Inventori*. Bandung: Penerbit ITB, 2006.
- [2] Y. Nursyanty, "Penentuan persediaan optimal dengan metode

probabilistik pada PT. Lestari Dini Tunggal," *J. Teknik*, vol. 6, no. 2, pp. 49–53, 2017, doi: [10.31000/jt.v6i2.451](https://doi.org/10.31000/jt.v6i2.451).

- [3] S. M. Gholami-Zanjani, M. S. Jabalameli, W. Klibi, and M. S. Pishvae "A robust location-inventory model for food supply chains operating under disruptions with ripple effects," *International Journal of Production Research*, vol. 59, no. 1, pp. 301–324, 2021, doi: [10.1080/00207543.2020.1834159](https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1834159).
- [4] B. K. Dey, B. Sarkar, M. Sarkar, and S. Pareek "An integrated inventory model involving discrete setup cost reduction, variable safety factor, selling price dependent demand, and investment," *RAIRO-Oper. Res.*, vol. 53, no. 1, pp. 39–57, 2019, doi: [10.1051/ro/2018009](https://doi.org/10.1051/ro/2018009).
- [5] F. Sulaiman and Nanda, "Pengendalian persediaan bahan baku dengan menggunakan metode EOQ pada UD. Adi Mabel," *J. Teknvasi*, vol. 2, no. 1, pp. 1–11, 2015.
- [6] S. M. Gholami-Zanjani, M. S. Jabalameli, W. Klibi, and M. S. Pishvae "A sustainable inventory model with controllable carbon emissions, deterioration and advance payments," *Journal of Cleaner Production*, vol. 296, no. 5, pp. 126608, 2021, doi: [10.1016/j.jclepro.2021.126608](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126608).
- [7] M. S. Rahman, A. K. Manna, A. A. Shaikh, and A. K. Bhunia "An application of interval differential equation on a production inventory model with interval-valued demand via center-radius optimization technique and particle swarm optimization," *International Journal of Intelligent Systems*, vol. 35, no. 8, pp. 1280–1326, 2020, doi: [10.1002/int.22254](https://doi.org/10.1002/int.22254).
- [8] N. P. Novianti, F. Agustina, and R. Marwati, "Peramalan inventori optimal untuk bahan baku menggunakan metode probabilistik P kasus back order," *J. EurekaMatika*, vol. 7, no. 1, pp. 34–46, 2019.
- [9] S. Sharma, S. Singh and S. R. Singh, "An inventory model for deteriorating items with expiry date and time varying holding cost," *International Journal of Procurement Management*, vol. 11, no. 5, pp. 650–666, 2018.
- [10] B. Rabta, "An Economic Order Quantity inventory model for a product with a circular economy indicator," *Computers & Industrial Engineering*, vol. 140, no. 2, pp. 106215, 2020, doi: [10.1016/j.cie.2020.106215](https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106215).

[10.1016/j.cie.2019.106215](https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106215).

- [11] D. D. Riyani, E. Febianti, and M. Adha Ilhami, "Evaluasi dan perbandingan kebijakan persediaan probabilistik menggunakan Model P di PT. X," *J. Tek. Ind. Untirta*, vol. 3, no. 1, 2015.
- [12] A. Hidayat, R. G. Prakoso, and Rianto, "Ramalan permintaan persediaan optimal daging ikan menggunakan model P (periodik review)," *J. Siliwangi*, vol. 2, no. 2, pp. 131–137, 2016.
- [13] U. Mishra, "Optimizing a three-rates-of-production inventory model under market selling price and advertising cost with deteriorating items," *International Journal of Management Science and Engineering Management*, vol. 13, no. 4, pp. 295–305, 2018, doi: [10.1080/17509653.2018.1445046](https://doi.org/10.1080/17509653.2018.1445046).
- [14] S. L. Chandra and T. Sunarni, "Aplikasi model persediaan probabilistik Q dengan pertimbangan lost sales pada Apotek X," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 8, no. 2, pp. 90–100, 2020, doi: [10.24912/jitiuntar.v8i2.7313](https://doi.org/10.24912/jitiuntar.v8i2.7313).
- [15] K. Susanto and E. Gunadhi, "Pengendalian persediaan bahan baku lilin dengan Model Probabilistic Q," *J. Kalibr.*, vol. 12, no. 1, pp. 1–10, 2014, doi: [10.33364/kalibrasi/v.12-1.97](https://doi.org/10.33364/kalibrasi/v.12-1.97).
- [16] T. W. Ningsih, A. Bahauddin, and R. Ekawati, "Pengendalian persediaan bahan baku semen dengan kendala kapasitas gudang menggunakan Model Probabilistik Q," *J. Tek. Ind. Untirta*, vol. 2, no. 1, pp. 1–7, 2014.
- [17] A. H. Md Mashud, D. Roy, Y. Daryanto and H. M. Wee, "Joint pricing deteriorating inventory model considering product life cycle and advance payment with a discount facility," *RAIRO-Oper. Res.*, vol. 55, no. 02, pp. S1069– S1088, 2020, doi: [10.1051/ro/2020106](https://doi.org/10.1051/ro/2020106).
- [18] R. Y. H. Silitonga, S. Sarim, and F. Yuli, "Analisis kebijakan manajemen persediaan probabilistik dengan Model Q dan P Lost Sales," *J. Telemat.*, vol. 10, no. 1, pp. 27–34, 2015.
- [19] M. T. Siregar, "Perencanaan kebijakan persediaan produk dengan menggunakan metode probabilistik: Studi Kasus PT. Perusahaan Perdagangan Indonesia (PPI)," *J. Tek. Ind.*, vol. 10, no. 1, pp. 31–41, 2020.
- [20] W. Anggraini and Ferdiansyah, "Perencanaan kebijakan inventori model probabilistik di CV Bola Mas Pekanbaru," *J. Tek. Ind. J. Has. Penelit. dan Karya Ilm. Bid. Tek. Ind.*, vol. 4, no. 1, pp. 7–14, 2018.
- [21] E. Fatma and D. S. Pulungan, "Analisis pengendalian persediaan menggunakan metode probabilistik dengan kebijakan backorder dan lost sales," *J. Tek. Ind.*, vol. 19, no. 1, p. 38, 2018, doi: [10.22219/jtiumm.vol19.no1.40-51](https://doi.org/10.22219/jtiumm.vol19.no1.40-51).