

PENGENDALIAN PERSEDIAAN *LITHOS* DENGAN METODE *ECONOMIC ORDER QUANTITY* DAN SIMULASI *MONTÉ CARLO* UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI BIAYA DAN *SERVICE LEVEL*

M Daffa Raswiansyah¹, Andian Ari Istiningrum^{1*}, Aulia Rahmah²

¹Program Studi Logistik Migas, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas, Cepu, Blora, 58315

²Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian, Jalan Lapangan Banteng Timur No.2-4, Jakarta Pusat, 10710

*E-mail: andian.istiningrum@esdm.go.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis penerapan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) dalam pengendalian persediaan material *Lithos* di PT X Unit Jawa, dengan fokus pada efisiensi biaya dan peningkatan *service level*. Permasalahan utama perusahaan adalah tingginya risiko *stock out* yang menyebabkan *downtime* produksi dan kerugian signifikan. Metode penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan analisis deskriptif terhadap data historis persediaan. EOQ dihitung untuk menentukan jumlah pemesanan optimal, *safety stock*, *reorder point*, dan *maximum inventory*. Selanjutnya, integrasi EOQ dengan simulasi *Monte Carlo* dilakukan guna memodelkan ketidakpastian permintaan serta mengevaluasi dampaknya terhadap *downtime* dan *service level*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa EOQ tanpa memperhitungkan *stock out* mampu menghemat biaya Rp 42.284.628,50 (efisiensi 40,92%), sedangkan dengan *stock out* efisiensi meningkat menjadi Rp 6.412.724.628,50 (99,06%). EOQ tercapai pada jumlah pemesanan 76.918 unit (1L), 19.110 unit (4L), dan 8.497 unit (10L) dengan frekuensi 79, 92, dan 85 kali per tahun. Integrasi dengan *Monte Carlo* terbukti menghilangkan *downtime*, meningkatkan *service level* dari 96% menjadi 97,08%, serta mencegah kerugian Rp 6.370.440.000,00. Penelitian ini menegaskan EOQ dengan *Monte Carlo* efektif menekan biaya, menjaga ketersediaan material, dan meningkatkan profitabilitas.

Kata kunci: Biaya Persediaan, *Economic Order Quantity*, *Monte Carlo*, Pengendalian Persediaan, *Service Level*

1. PENDAHULUAN

Salah satu faktor penting yang memengaruhi kelancaran serta keberlangsungan perkembangan perusahaan adalah aktivitas produksi [1]. Proses produksi yang berjalan lancar tidak terlepas dari ketersediaan bahan baku. Bagi industri, khususnya manufaktur, sistem pengelolaan persediaan yang baik menjadi salah satu penunjang utama pertumbuhan karena berpengaruh langsung terhadap kelancaran produksi [2]. Manajemen persediaan memiliki peran penting dalam menentukan kuantitas ekonomi yang tepat dengan menyeimbangkan jumlah stok yang tersedia dengan biaya yang harus dikeluarkan. Biaya tersebut meliputi pengadaan, pemesanan, penyimpanan, hingga potensi kerugian akibat kekurangan stok. Tujuan utama dari pengelolaan ini adalah menjaga kualitas layanan sekaligus menekan biaya total [3]

Jumlah persediaan bahan baku yang terlalu tinggi akan menambah kebutuhan modal kerja, biaya penyimpanan, serta meningkatkan risiko kerusakan. Sebaliknya, jika jumlah bahan baku terlalu sedikit, perusahaan berpotensi mengalami kerugian karena terjadinya kekurangan stok (*stock out*), yang dapat menghambat jalannya produksi dan memicu frekuensi pemesanan yang tinggi sehingga menambah beban biaya [4]. Oleh karena itu, manajemen persediaan yang kurang optimal dapat menimbulkan dampak negatif, seperti terganggunya proses produksi, tu-

runnya kualitas layanan pelanggan, kenaikan harga jual, bahkan kegagalan dalam memenuhi permintaan pasar.

PT. X menggunakan dua jenis bahan baku dalam produksi pelumas, yakni *hydro* dan *non-hydro*. Material *non-hydro* meliputi Lithos, karton, tutup, label, drum, dan lainnya. Ditemukan bahwa Lithos sebagai material yang paling dominan. Karena *lead time* relatif singkat, perusahaan biasanya memesan saat stok hampir habis sesuai jadwal produksi [5]. Pola pemesanan ini kerap menimbulkan kekurangan stok (*stock out*), yang berdampak pada kerugian perusahaan [6]. Berdasarkan hasil observasi serta analisis data *downtime* atau berhentinya proses produksi sementara, *Lithos* menjadi salah satu faktor utama terjadinya *downtime*, sehingga menunda proses produksi hingga material tersedia kembali. Tabel 1 menyajikan data *downtime* akibat kekurangan *Lithos* dalam satuan menit.

Tabel 1. Jumlah Downtime dalam Produksi Lithos

Bulan	Jumlah Downtime		
	1L	2L	3L
22-Jan	0	0	0
22-Feb	0	525	0
22-Mar	45	0	0
22-Apr	0	0	0
22-May	0	0	0
22-Jun	0	0	0
22-Jul	0	0	0
22-Aug	105	15	150
22-Sep	0	1595	185
22-Oct	55	1650	1120
22-Nov	435	1954	1987
22-Des	210	205	10
Total	850	5944	3452

Dari tabel 1, terlihat bahwa *downtime* atau berhentinya aktivitas produksi sementara akibat keterlambatan kedatangan material Lithos pada tahun 2022 cukup signifikan, yaitu sebesar 850 menit untuk Lithos ukuran 1L, 5.944 menit untuk Lithos ukuran 4L, dan 3.452 menit untuk Lithos ukuran 10L. Tertundanya proses produksi tersebut menimbulkan kerugian tidak langsung karena target program produksi perusahaan tidak tercapai. Oleh karena itu, diperlukan manajemen persediaan yang optimal agar proses produksi dapat berjalan lancar serta biaya yang timbul dapat ditekan, sehingga perusahaan mampu memaksimalkan profitabilitasnya.

Simulasi *Monte Carlo* merupakan salah satu pendekatan kuantitatif yang digunakan untuk memodelkan ketidakpastian dalam suatu sistem dengan cara menghasilkan ribuan hingga jutaan skenario acak berdasarkan distribusi probabilitas tertentu [7]. Dalam konteks pengendalian persediaan, simulasi ini berperan penting untuk mengestimasi variasi permintaan, *lead time*, maupun biaya yang bersifat fluktuatif dan sulit diprediksi secara deterministik [8]. Dengan melakukan simulasi Monte Carlo, perusahaan dapat memperoleh gambaran yang lebih realistis mengenai risiko *stock out*, kelebihan persediaan, hingga potensi biaya yang timbul dalam jangka panjang. Metode ini sangat bermanfaat untuk mendukung pengambilan keputusan karena mampu menguraikan ketidakpastian menjadi data probabilistik yang dapat dianalisis secara komprehensif [9].

Dalam praktiknya, pengendalian persediaan dapat dilakukan dengan berbagai metode, mulai dari perhitungan sederhana hingga pendekatan yang lebih kompleks. Salah satu metode

yang umum digunakan adalah *Economic Order Quantity* (EOQ). Beberapa penelitian sebelumnya telah membandingkan EOQ dengan metode pengendalian persediaan lainnya. Perbandingan EOQ dengan metode POQ dan *Min-Max*, menunjukkan bahwa EOQ menghasilkan total biaya persediaan terendah, sekaligus memiliki tingkat penghematan biaya lebih tinggi dibandingkan metode lain [10]. Penelitian lain yang dilakukan menemukan bahwa penerapan EOQ dapat menghemat biaya persediaan hingga hampir lima kali lipat dengan memperhitungkan biaya penyimpanan dan pemesanan [11]. Penerapan EOQ dalam pengendalian persediaan alat pelindung diri juga dilaporkan berhasil menekan biaya persediaan sebesar 19,72%, dengan mempertimbangkan biaya tambahan seperti *stock out* [12]. Sementara itu, penelitian lain menunjukkan bahwa penggunaan EOQ mampu menurunkan biaya hingga 57,86% [13].

Secara konsep, metode EOQ merupakan pendekatan pengendalian persediaan untuk menekan total biaya. Metode ini membantu perusahaan menentukan jumlah dan frekuensi pemesanan paling efisien, sehingga biaya penyimpanan dapat dikurangi, risiko *stock out* diantisipasi melalui *safety stock* dan *reorder point*, serta *service level* meningkat [14]. Dengan demikian, EOQ menjadi alternatif tepat untuk meminimalkan biaya, mencegah *over stock* maupun *stock out*, sekaligus mendukung sistem pemesanan yang lebih terstruktur.

Di sisi lain, pemilihan metode EOQ dalam penelitian ini didasarkan pada kemampuannya untuk menentukan jumlah pemesanan yang paling ekonomis melalui perhitungan keseimbangan antara biaya pemesanan dan biaya penyimpanan. Namun, kelemahan EOQ adalah sifatnya yang deterministik, sehingga kurang mampu mengakomodasi fluktuasi permintaan dan ketidakpastian pasokan [15]. Integrasi antara EOQ dan simulasi Monte Carlo menjadi relevan karena mampu menggabungkan keunggulan perhitungan ekonomis dari EOQ dengan kemampuan Monte Carlo dalam memodelkan ketidakpastian. Dengan demikian, perusahaan tidak hanya memperoleh efisiensi biaya pemesanan dan penyimpanan, tetapi juga dapat meminimalkan risiko kerugian akibat variabilitas permintaan dan *stock out*.

Dari temuan-temuan penelitian sebelumnya, terlihat bahwa metode EOQ secara konsisten mampu memberikan efisiensi biaya persediaan dibandingkan dengan metode lain. Namun demikian, sebagian besar penelitian terdahulu lebih berfokus pada perbandingan EOQ dengan metode pengendalian persediaan lain secara umum, tanpa menyoroti penerapan EOQ pada konteks spesifik perusahaan dengan karakteristik material tertentu yang memiliki tingkat ketidakpastian permintaan dan risiko *stock out* yang tinggi. Oleh karena itu, penelitian ini memberikan keterbaruan dalam mengkombinasikan EOQ dengan Simulasi Monte Carlo sehingga tingkat ketidakpastian permintaan dan *stock out* bisa diminimalkan risikonya.

2. METODE

Metode penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan analisis deskriptif terhadap data persediaan material Lithos di PT. X Unit Jawa. Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari sumber primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung di lokasi penelitian dan wawancara dengan pihak terkait dalam pengendalian persediaan. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari laporan produksi, data historis persediaan, serta penelitian terdahulu yang relevan dengan topik pengendalian persediaan.

Penelitian ini menggunakan metode EOQ untuk menentukan jumlah pemesanan yang paling ekonomis dan mengoptimalkan biaya persediaan. Selain itu, metode Simulasi Monte Carlo diterapkan untuk menganalisis ketidakpastian dalam permintaan material *Lithos* serta untuk menentukan tingkat layanan (*Service Level*) perusahaan. Perhitungan dilakukan dengan membandingkan kondisi pengendalian persediaan yang diterapkan oleh perusahaan saat ini dengan model yang diusulkan berdasarkan metode EOQ. Selanjutnya, dilakukan analisis terhadap *Safety Stock*, *Reorder Point*, dan *Maksimum Inventory* guna memastikan ketersediaan bahan

baku yang optimal serta mengurangi risiko kekurangan stok (*Stock Out*). Tabel 2 merangkum semua formula yang digunakan dalam perhitungan EOQ dan komponen terkait.

Tabel 2. Formula Perhitungan EOQ

No.	Komponen Perhitungan	Rumus	Keterangan
1	<i>Economic Order Quantity</i> (EOQ)	$EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$	Menentukan jumlah pemesanan optimal untuk meminimalkan biaya persediaan [16].
2	Frekuensi Pemesanan	$Frekuensi\ Pemesanan = \frac{D}{EOQ}$	Menentukan jumlah pemesanan dalam satu tahun [16].
3	Standar Deviasi Permintaan (Sd)	$Sd = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n}}$	Mengukur variabilitas permintaan dalam suatu periode [13].
4	Standar Deviasi dengan <i>Lead Time</i> (S'd)	$S'd = Sd \sqrt{LT}$	Menghitung standar deviasi permintaan dalam periode <i>lead time</i> [13].
5	<i>Safety Stock</i> (SS)	$SS = S'd \times Z$	Menentukan jumlah stok cadangan untuk menghindari kekurangan stok [13].
6	<i>Reorder Point</i> (ROP)	$ROP = (d \times LT) + SS$	Menentukan titik pemesanan ulang berdasarkan permintaan rata-rata dan <i>safety stock</i> [17].
7	<i>Total Inventory Cost</i> (TIC)	$TIC = \frac{D \times S}{EOQ} + \frac{H \times EOQ}{2}$	Menghitung total biaya persediaan tahunan [13].

3. PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Persediaan Material *Lithos*

PT. X Unit Jawa mengelola persediaan material *lithos* dalam tiga ukuran, yaitu 1L, 4L, dan 10L. Tabel 3 berikut adalah pengelolaan persediaan mencakup proses pembelian, pemakaian, dan stok akhir yang dianalisis untuk menentukan efisiensi dalam pengendalian persediaan.

Tabel 3. Gambaran Umum

Bulan	Total Pembelian	Jumlah Frekuensi Pesan	Jumlah Pemakaian	Jumlah <i>Stock Akhir</i>	Jumlah <i>Demand</i>	Rata-Rata Persediaan
1L	6.249.254	237	6.209.094	1.236.246	6.038.080	13.164
4L	1.794.343	284	1.795.281	116.238	1.751.904	3.149
10L	755.141	256	753.461	62.750	725.498	1.474

Tabel 3 menunjukkan jumlah pembelian, pemakaian, dan stok akhir setiap bulan untuk masing-masing ukuran material *lithos*. Data ini menjadi dasar dalam menganalisis kebutuhan dan efisiensi persediaan. Pengendalian persediaan *existing* di perusahaan melibatkan tiga komponen utama, yaitu biaya pemesanan, biaya penyimpanan, dan biaya *stock out*. Tabel 4 memperlihatkan komponen biaya yang timbul dalam setiap pemesanan material *lithos*, yang mencakup biaya tenaga kerja, administrasi, serta biaya lain yang terkait dengan proses pemesanan.

Tabel 4. Biaya Pemesanan

Jenis Biaya	Biaya per Pesanan (Rp)
Biaya Operator Bongkar Muat	57.409,09
Biaya Administrasi	43.377,37
Biaya QC	15.309,66
Biaya Internet	1.839,70
Biaya Print	1.500,00
Total Biaya Pesan	119.435,82

Tabel 5 menunjukkan biaya penyimpanan per unit untuk setiap ukuran *lithos*. Biaya ini dipengaruhi oleh aspek seperti biaya gudang, perawatan, dan listrik. Tabel 6 menampilkan kerugian akibat kekurangan stok (*stock out*), yang menyebabkan terhentinya produksi. Nilai kerugian dihitung berdasarkan lama *downtime* dan kapasitas produksi. Sedangkan Tabel 7 merupakan biaya persediaan.

Tabel 5. Biaya Penyimpanan

Ukuran Lithos	Biaya Simpan per Unit per Tahun (Rp)
1L	243,79
4L	1.145,92
10L	2.400,08

Tabel 6. Biaya Stock Out

Ukuran Lithos	Lama Downtime	Kerugian per Botol (Rp)	Kerugian Total (Rp)
1L	14 jam 10 menit	10.000	1.105.000.000
4L	4 hari 3 jam 4 menit	10.000	4.160.800.000
10L	2 hari 9 jam 32 menit	10.000	1.104.640.000

Tabel 7. Biaya Persediaan

Jenis Biaya	Keterangan	1L	4L	10L
Biaya Pesan	Biaya pesan x Frekuensi pesan	28.348.608	34.028.025	30.597.432
Biaya Simpan	Rata-rata persediaan x Biaya pesan	3.209.306	3.608.510	3.357.313
Biaya Stock Out	Downtime x Kapasitas filling x Keuntungan per produk	1.105.000.000	4.160.800.000	1.104.640.000
Total Inventory Cost	Biaya pesan +Biaya penyimpanan + Biaya stock out	1.136.557.915	4.198.436.536	1.138.774.745

B. Pengendalian Persediaan dengan Metode EOQ

Dalam perhitungan menggunakan metode EOQ, data yang dibutuhkan untuk menghitung pengendalian persediaan adalah jumlah permintaan (D), biaya pesan (S), dan biaya simpan (H). data tersebut dapat dilihat dalam Tabel 8.

Tabel 8. Pengendalian Persediaan EOQ

<i>Lithos</i>	<i>Demand</i>	<i>Biaya Pesan</i>	<i>Biaya Simpan</i>
1L	6.038.080	Rp 119.435,82	Rp 243,79
4L	1.751.904	Rp 119.435,82	Rp 1.145,92
10L	725.498	Rp 119.435,82	Rp 2.400,08

Dalam analisis persediaan Lithos, digunakan beberapa rumus untuk menentukan jumlah pemesanan optimal, frekuensi, cadangan stok, dan biaya total. Metode EOQ diterapkan untuk menekan biaya pemesanan dan penyimpanan, sementara standar deviasi permintaan dan *safety stock* digunakan untuk mengantisipasi fluktuasi. *Reorder point* berfungsi menentukan waktu pemesanan ulang agar stok tetap tersedia. Hasil perhitungan EOQ tahun 2022 ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Perhitungan EOQ

<i>Ukuran Lithos</i>	<i>EOQ (unit)</i>	<i>Frekuensi Pemesanan (kali/tahun)</i>	<i>Safety Stock (unit)</i>	<i>Reorder Point (unit)</i>
1L	76.918	79	114.211	139.370
4L	19.110	92	26.173	33.472
10L	8.497	85	11.388	14.411

Tabel 9 menunjukkan hasil perhitungan EOQ untuk material Lithos ukuran 1L, 4L, dan 10L. EOQ ditetapkan sebagai jumlah pemesanan optimal guna menekan biaya persediaan. Hasil perhitungan menunjukkan Lithos 1L memiliki EOQ sebesar 76.918 unit dengan frekuensi 79 kali per tahun, Lithos 4L sebesar 19.110 unit dengan frekuensi 92 kali, dan Lithos 10L sebesar 8.497 unit dengan frekuensi 85 kali. Untuk mencegah kekurangan stok, ditetapkan *safety stock* dan *re-order point* berbeda pada tiap ukuran, yaitu Lithos 1L (114.211; 139.370), Lithos 4L (26.173; 33.472), dan Lithos 10L (11.388; 14.411). Penerapan EOQ menghasilkan total biaya persediaan Rp. 18.751.535,65 untuk Lithos 1L, Rp. 21.898.520,94 untuk Lithos 4L, serta Rp. 20.806.988,78 untuk Lithos 10L.

Metode EOQ menghasilkan efisiensi biaya yang signifikan dibandingkan dengan metode pengelolaan persediaan *existing*. Tabel 10 dan 11 perbandingan efisiensi biaya sebelum dan sesudah penerapan EOQ baik dengan mempertimbangkan kondisi *stock out* maupun tidak. Pada kondisi tanpa pertimbangan *stock out*, efisiensi biaya persediaan mencapai 40,92%, sedangkan pada kondisi dengan pertimbangan *stock out*, efisiensi biaya persediaan sebesar 99,06%. Hasil ini membuktikan bahwa EOQ tidak hanya menekan biaya pemesanan dan penyimpanan, tetapi juga meminimalkan kerugian akibat *stock out*. Hal ini juga sejalan dengan hasil penelitian lain terkait tingkat penghematan biaya [11-13]. Dengan demikian, hasil penelitian ini memperkuat bukti empiris bahwa EOQ merupakan metode pengendalian persediaan yang efektif dalam menurunkan biaya dan meningkatkan efisiensi operasional perusahaan.

Tabel 10. Efisiensi Biaya Persediaan tanpa Stock Out

<i>Ukuran Lithos</i>	<i>Biaya Existing (Rp)</i>	<i>Biaya EOQ (Rp)</i>	<i>Efisiensi (Rp)</i>	<i>Efisiensi (%)</i>
1L	31.557.915,30	18.751.535,65	12.806.379,64	40,58%
4L	37.636.536,50	21.898.520,94	15.738.015,56	41,82%
10L	34.134.745,27	20.394.511,97	13.740.233,30	40,25%
Total	103.329.197,07	61.044.568,57	42.284.628,50	40,92%

Tabel 11. Efisiensi Biaya Persediaan dengan *Stock Out*

Ukuran <i>Lithos</i>	Biaya <i>Existing</i> (Rp)	Biaya EOQ (Rp)	Efisiensi (Rp)	Efisiensi (%)
1L	1.136.557.915,30	18.751.535,65	1.117.806.379,64	98,35%
4L	4.198.436.536,50	21.898.520,94	4.176.538.015,56	99,48%
10L	1.138.774.745,27	20.394.511,97	1.118.380.233,30	98,21%
Total	6.473.769.197,07	61.044.568,57	6.412.724.628,50	99,06%

C. Hasil Simulasi *Monte Carlo*

Simulasi *Monte Carlo* digunakan untuk membandingkan kekurangan persediaan yang timbul jika menggunakan metode pengendalian persediaan *Existing* perusahaan dengan metode pengendalian persediaan menggunakan EOQ. Simulasi dilakukan menggunakan data permintaan harian tahun 2022 dengan *Software Excel*. Distribusi frekuensi dapat diklasifikasikan berdasarkan kualitas maupun kuantitas. Pada penelitian ini, distribusi frekuensi disusun berdasarkan kuantitas dikarenakan data disusun berdasarkan jumlah. Distribusi frekuensi disusun berdasarkan kuantitas dengan 260 titik data untuk masing-masing ukuran *Lithos* 1L, 4L, dan 10L. Permintaan maksimum tercatat 154.360 (1L), 40.368 (4L), dan 30.114 (10L), sedangkan nilai minimum adalah 0. Rentang permintaan masing-masing sebesar 154.360, 40.368, dan 30.114. Jumlah kelas ditentukan dengan rumus *Sturges* ($k=1+3,3 \log n$) sehingga diperoleh sembilan kelas, dengan panjang kelas 17.151 (1L), 4.485 (4L), dan 3.346 (10L). Berdasarkan klasifikasi ini ditentukan *interval* serta probabilitas keluaran untuk tiap kelas, yang menjadi dasar analisis simulasi *Monte Carlo*.

Simulasi *Monte Carlo* diterapkan dengan memanfaatkan angka acak yang dikelompokkan berdasarkan rentang distribusi probabilitas kumulatif dari variabel yang di analisis. Pada simulasi untuk material *Lithos* 1L, 4L, dan 10L, perhitungan *downtime* yang dapat dipenuhi dilakukan dengan mengurangi total *downtime* dengan jumlah target yang tidak tercapai, kemudian dibagi dengan kapasitas filling. Hasil simulasi pada Tabel 12 sampai dengan Tabel 14 menunjukkan bahwa *downtime* yang dapat terpenuhi untuk *Lithos* 1L adalah 850 menit, *Lithos* 4L sebesar 5.944 menit, dan *Lithos* 10L sebesar 3.452 menit.

Tabel 12. Simulasi *Lithos* 1L

Interval Bawah (Rp)	Interval Tengah (Rp)	Interval Atas (Rp)	F (unit)	Probabilitas	Kumulatif	Inrand Bawah (%)	Inrand Atas (%)
0	8576	17.151	146	0,562	0,562	0	56,2
17.152	17151	34.302	40	0,154	0,716	56,3	71,6
34.303	25727	51.453	27	0,104	0,82	71,7	82
51.454	34302	68.604	17	0,065	0,885	82,1	88,5
68.605	42878	85.756	17	0,065	0,95	88,6	95
85.757	51453	102.907	7	0,027	0,977	95,1	97,7
102.908	60029	120.058	4	0,015	0,993	97,8	99,3
120.059	68604	137.209	1	0,004	0,997	99,4	99,7
137.210	77180	154.360	1	0,004	1	99,8	100
N = 260							

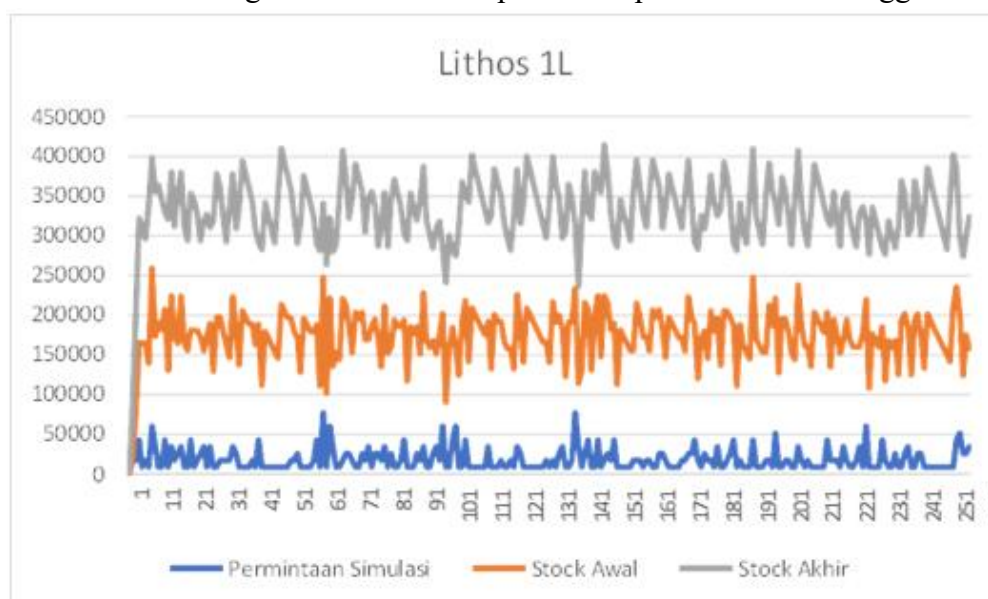
Tabel 13. Simulasi *Lithos 4L*

Interval Bawah (Rp)	Interval Tengah (Rp)	Interval Atas (Rp)	F (unit)	Probabilitas	Kumulatif	Inrand Bawah (%)	Inrand Atas (%)
0	2243	4.485	142	0,546	0,562	0	56,2
4.486	4485	8.971	24	0,092	0,654	56,3	65,4
8.972	6728	13.456	32	0,123	0,777	65,5	77,7
13.457	8971	17.941	29	0,112	0,889	77,8	88,9
17.942	11213	22.427	13	0,05	0,939	89	93,9
22.428	13456	26.912	7	0,027	0,966	94	96,6
26.913	15699	31.397	8	0,031	0,997	96,7	99,7
31.398	17941	35.883	2	0,008	1,004	99,8	100,4
35.884	20184	40.368	3	0,012	1,016	100,5	101,6
N = 260							

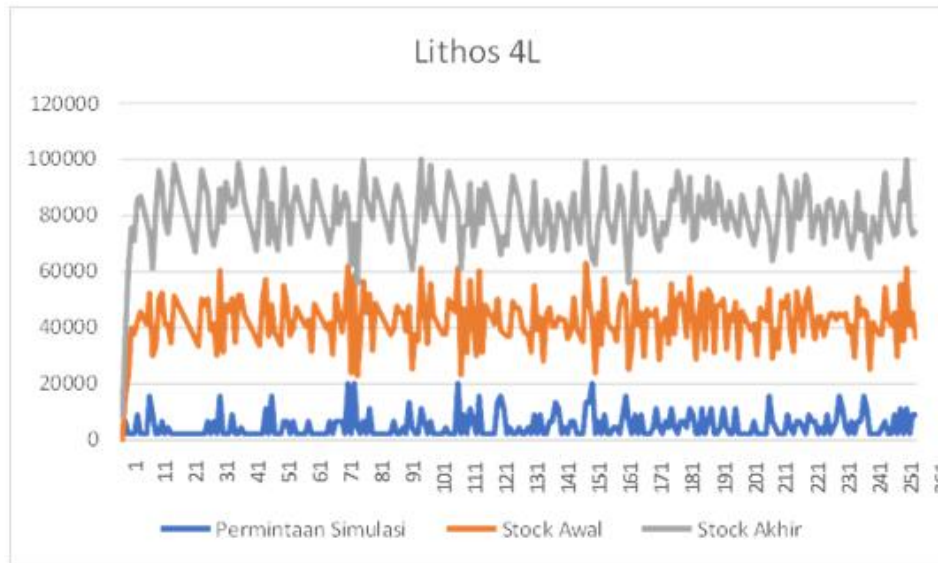
Tabel 14. Simulasi *Lithos 10L*

Interval Bawah (Rp)	Interval Tengah (Rp)	Interval Atas (Rp)	F (unit)	Probabilitas	Kumulatif	Inrand Bawah (%)	Inrand Atas (%)
0	1673	3.346	165	0,635	0,635	0	63,5
3.347	3346	6.692	45	0,173	0,808	63,6	80,8
6.693	5019	10.038	34	0,131	0,938	80,9	93,8
10.039	6692	13.384	12	0,046	0,985	93,9	98,5
13.385	8365	16.730	2	0,008	0,992	98,6	99,2
16.731	10038	20.076	1	0,004	0,996	99,3	99,6
20.077	11711	23.422	0	0	0,996	99,6	99,6
23.423	13384	26.768	0	0	0,996	99,6	99,6
26.769	15057	30.114	1	0,004	1	99,7	100
N = 260							

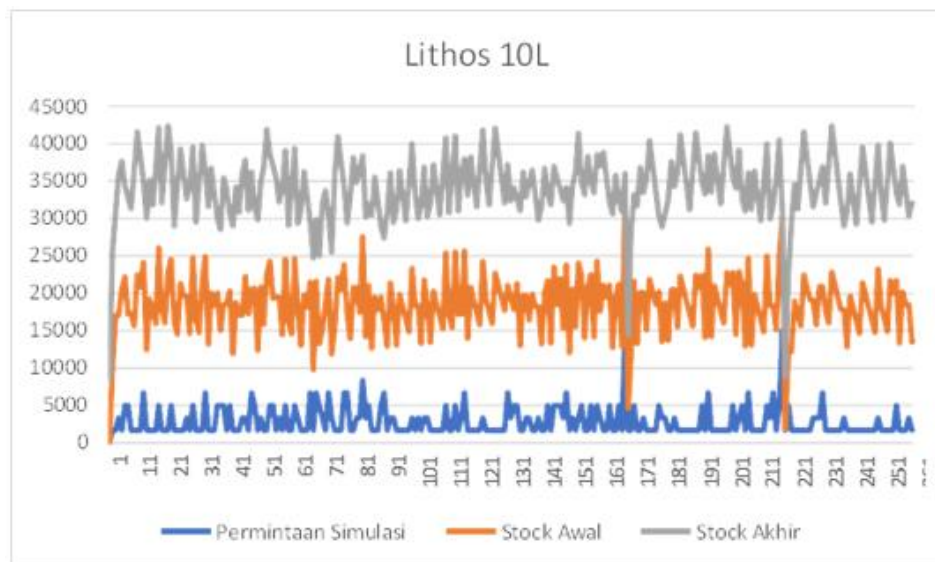
Berdasarkan perhitungan tersebut, Penerapan metode EOQ dalam pengelolaan persediaan memungkinkan seluruh *downtime* akibat keterbatasan material dapat teratasi, sehingga biaya akibat *stock out* akan hilang. Hasil simulasi dapat dilihat pada Gambar 1 hingga 3.



Gambar 1. Monte Carlo 1L



Gambar 2. Monte Carlo 4L



Gambar 3. Monte Carlo 10L

D. Service Level

Penerapan metode EOQ telah meningkatkan *Service Level* perusahaan. Sebelum diterapkan, *Service Level* berada pada angka 96%, dengan total *downtime* pada tahun 2022 sebesar 37.786 menit. Setelah penerapan metode EOQ, *downtime* berkurang sebesar 10.246 menit, sehingga *Service Level* meningkat 1,08% menjadi 97,08%. Peningkatan ini menunjukkan efektivitas metode EOQ dalam mengurangi risiko keterlambatan akibat kekurangan stok, meningkatkan efisiensi operasional, serta memastikan ketersediaan material tepat waktu guna mendukung kelancaran produksi.

Peningkatan *service level* melalui penerapan metode EOQ dapat dijelaskan karena metode ini mampu mengoptimalkan jumlah pemesanan dan waktu pemesanan, sehingga perusahaan terhindar dari kondisi *stock out* yang dapat menghambat jalannya proses produksi. Dengan adanya perhitungan *safety stock* dan *reorder point*, EOQ tidak hanya berfokus pada efisiensi biaya, tetapi juga pada pemenuhan ketersediaan material tepat waktu. Hal ini memungkinkan per-

usaha untuk menjaga kontinuitas operasional tanpa gangguan, sekaligus meningkatkan kepuasan konsumen internal maupun eksternal. Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan penelitian sebelumnya yang menekankan bahwa EOQ dapat meningkatkan keandalan sistem persediaan melalui perhitungan titik pemesanan ulang yang lebih akurat [13]. Konsistensi juga terlihat dengan penelitian Ratningsih yang membuktikan bahwa penerapan EOQ mampu menekan risiko keterlambatan dan menjaga kelancaran pasokan [11]. Selain itu, penelitian lain juga menunjukkan bahwa EOQ berkontribusi tidak hanya dalam penurunan biaya, tetapi juga dalam menjaga ketersediaan barang agar sesuai kebutuhan operasional [12]. Dengan demikian, hasil penelitian ini linier dengan penelitian sebelumnya yang menegaskan bahwa EOQ merupakan metode yang efektif untuk meningkatkan *service level* sekaligus efisiensi perusahaan.

4. SIMPULAN

Perbandingan pengendalian persediaan tahun 2022 antara metode *existing* perusahaan dan metode EOQ menunjukkan perbedaan pada ukuran serta frekuensi pemesanan. EOQ menghasilkan jumlah pesanan lebih besar dengan frekuensi lebih sedikit, sedangkan metode perusahaan lebih sering melakukan pemesanan. Dari sisi biaya, EOQ tanpa *stock out* memberi penghematan Rp 42.284.628,50 (40,92%), dengan total biaya Rp 61.044.568,57 dibanding Rp 103.329.197,07 pada metode perusahaan. Jika *stock out* diperhitungkan, efisiensi meningkat menjadi Rp 6.412.724.628,50 (99,06%), karena biaya metode perusahaan naik hingga Rp 6.473.769.197,07. Integrasi EOQ dengan simulasi Monte Carlo mampu menghilangkan *downtime*, meningkatkan *service level* dari 96% menjadi 97,08%, serta mencegah kerugian Rp 6.370.440.000,00. Secara keseluruhan, penerapan EOQ memberikan dampak positif terhadap operasional bulanan dan profitabilitas perusahaan.

Meskipun penelitian ini menunjukkan efektivitas EOQ dalam meningkatkan *service level* dan menekan kerugian akibat *stock out*, terdapat keterbatasan karena hanya berfokus pada satu metode pengendalian persediaan. Belum ada perbandingan langsung dengan metode lain seperti POQ, Min-Max, atau model stokastik yang lebih adaptif terhadap fluktuasi permintaan. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan menganalisis metode secara komparatif dengan mempertimbangkan variabilitas permintaan dan ketidakpastian pasokan. Hasil penelitian ini menegaskan bahwa integrasi EOQ dengan simulasi Monte Carlo efektif mengurangi *downtime* dan meningkatkan profitabilitas. Rekomendasi bagi perusahaan adalah mengembangkan sistem pengendalian persediaan berbasis data dengan teknologi analitik agar keputusan pemesanan lebih akurat, responsif, dan adaptif.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. M. Tiloly, R. Vikaliana, and I. Irwansyah, "Analisis Rencana Implementasi dengan Metode EOQ Pada Manajemen Persediaan Material," *Journal of Business and Economics Research*, vol. 3, no. 2, pp. 238–246, 2022.
- [2] N. Nuraeni and B. Santoso, "Peranan Manajemen Persediaan Bahan Baku terhadap Penjadwalan Produksi PT XYZ," *J. Bisnis dan Manajemen*, vol. 2, no. 2, pp. 379–394, 2024.
- [3] I. M. A. D. Putra and A. G. Rahyuda, "Analisis Kinerja Manajemen Persediaan di Barjaz Company Menggunakan Pendekatan EOQ," *Udayana University*, vol. 8, no. 1, 2018.
- [4] M. A. Kadafi and A. Delvina, "Analisis pengendalian persediaan bahan baku dengan safety stock optimum," in *FORUM EKONOMI: Jurnal Ekonomi, Manajemen dan Akuntansi*, pp. 553–560, 2021.
- [5] E. Febiyanti Faidah Warohmah, "Sistem Manajemen Lingkungan ISO 14001: 2015 di PT PERTAMINA LUBRICANTS PRODUCTION UNIT GRESIK," *Skripsi, Fakultas Ekologi*

- Manusia, Institut Pertanian Bogor, 2020.*
- [6] G. I. Ariyanti, S. C. R. Ramadhan, and V. Hartati, "Optimasi Safety Stock dan Reorder Point untuk Mengurangi Stockout Produk Jadi di PT XYZ," *Jurnal Logic: Logistics & Supply Chain Center*, vol. 4, no. 1, pp. 12–19, 2025.
 - [7] Z. Abdullah, "Perancangan Sistem Informasi Analisis Risiko Pekerjaan Konstruksi Menggunakan Simulasi Monte Carlo," *Tesis, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret*, 2024.
 - [8] E. Kusriani, "Analisis Pengendalian Persediaan pada Permintaan dan Lead Time Probabilistik Menggunakan Simulasi Monte Carlo (Studi Kasus: CV. Tiga Sahabat)," *Tesis, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia*, 2020.
 - [9] A. Warjaya and I. M. K. Karo, "Simulasi Monte Carlo Dalam Memprediksi Pendapatan Penjualan UMKM," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informasi*, vol. 8, no. 4, pp. 5799–5806, 2024.
 - [10] H. H. Riskiana and S. Saptadi, "Pengendalian Persediaan Material Filter Dengan Perbandingan Metode EOQ, POQ, Serta Min–Max (Studi Kasus: Departemen Inventori Kangean Energy Indonesia, Ltd.)," *Industrial Engineer Online Journal*, vol. 11, no. 4, 2022.
 - [11] R. Ratningsih, "Penerapan Metode Economic Order Quantity (EOQ) Untuk Meningkatkan Efisiensi Pengendalian Persediaan Bahan Baku Pada CV Syahdika," *Journal Perspektif*, vol. 19, no. 2, pp. 158–164, 2021.
 - [12] A. A. Istiningrum, S. Sono, and V. A. Putri, "Inventory Cost Reduction and EOQ for Personal Protective Equipment: A Case Study in Oil and Gas Company," *Journal Logistik Indonesia*, vol. 5, no. 2, pp. 86–103, 2021.
 - [13] A. A. Istiningrum and L. M. Munandar, "Reducing Spare Part Inventory Cost with Shortage Elimination through Probabilistic Economic Order Quantity," *KINERJA*, vol. 25, no. 2, pp. 179–191, 2021.
 - [14] N. Farhana, W. F. Yahya, and K. Mubarak, "Analisis Safety stock dan Reorder point Persediaan Produk Wheel-Grinding 4" di PT XYZ," *Journal Teknik Indonesia*, vol. 3, no. 1, pp. 80–88, 2025.
 - [15] A. Eunike, N. W. Setyanto, R. Yuniarti, I. Hamdala, R. P. Lukodono, and A. A. Fanani, *Perencanaan Produksi dan Pengendalian Persediaan: Edisi Revisi. Universitas Brawijaya Press*, 2021.
 - [16] Z. Z. Y. Arif and I. Sukarno, "Evaluasi Kebijakan Persediaan Bahan Baku Kantong Semen Untuk Mengurangi Biaya Persediaan (Studi Kasus: PT. Solusi Bangun Indonesia TBK)," *Jurnal Manajemen Indonesia dan Logistik*, vol. 4, no. 2, pp. 138–145, 2021.
 - [17] R. Rafi and Y. Ngatilah, "Perancangan Sistem Informasi Pengendalian Persediaan Bahan Baku Dengan Pendekatan Metode Eoq Di Pt Xyz," *Tekmapro Journal of Industrial Engineering Management*, vol. 17, no. 2, pp. 1–12, 2022.