

ANALISIS MANAJEMEN PERSEDIAAN BAHAN BAKU DAN KATALIS PADA PROSES HIDROGENASI ASAM LEMAK MENGGUNAKAN METODE ECONOMIC ORDER QUANTITY (EOQ)

Fidelis Richter Sihotang¹⁾

1) Program Studi Teknik Industri Institut Teknologi Indonesia

E-mail: fidelisrichter43@gmail.com

Abstrak

Kelancaran proses produksi hidrogenasi asam lemak sangat bergantung pada ketersediaan bahan baku dan katalis yang tepat waktu dan dalam jumlah yang memadai. Penelitian ini dilakukan untuk mengoptimalkan sistem pengendalian persediaan guna meminimalkan risiko stockout yang dapat mengganggu kontinuitas produksi. Metode Economic Order Quantity (EOQ) diaplikasikan untuk menghitung jumlah pesanan optimal dan titik pemesanan ulang untuk dua item kritis, yaitu asam lemak dan katalis nikel. Data yang dianalisis meliputi tingkat permintaan tahunan, lead time, biaya pesan, dan biaya simpan. Hasil penelitian mengungkapkan bahwa dengan menerapkan kebijakan EOQ, perusahaan tidak hanya dapat meminimalkan total biaya persediaan tahunan tetapi juga dapat menetapkan safety stock dan reorder point yang lebih akurat. Titik pemesanan ulang untuk asam lemak ditetapkan pada P ton dan untuk katalis nikel pada Q kg. Simulasi perhitungan menunjukkan bahwa kebijakan baru ini mampu mencegah terjadinya kekurangan bahan baku selama lead time. Disimpulkan bahwa integrasi metode EOQ ke dalam sistem manajemen persediaan perusahaan dapat menciptakan sistem pengendalian yang lebih robust, menjamin kelancaran produksi, dan pada akhirnya meningkatkan kinerja rantai pasok.

Kata kunci: EOQ, Reorder Point, Safety Stock, Kontinuitas Produksi, Hidrogenasi, Minyak Nabati.

Pendahuluan

Industri oleokimia, khususnya proses hidrogenasi asam lemak, memegang peranan krusial dalam memproduksi berbagai barang turunan seperti minyak goreng, margarin, sabun, dan fatty alcohols. Proses hidrogenasi ini bertujuan untuk menjenuhkan ikatan rangkap pada asam lemak, sehingga meningkatkan titik leleh dan stabilitas oksidatifnya. Keberhasilan proses ini sangat bergantung pada dua komponen utama: bahan baku (asam lemak) dan katalis (biasanya nikel yang didukung pada carrier).

Dalam menjalankan operasinya, perusahaan menghadapi tantangan kompleks dalam manajemen persediaan. Bahan baku asam lemak, yang sering berasal dari sumber nabati (seperti minyak sawit), memiliki karakteristik yang fluktuatif baik dari segi harga maupun ketersediaannya, dipengaruhi oleh faktor musim, kondisi iklim, dan regulasi perdagangan. Di sisi lain, katalis hidrogenasi merupakan komponen dengan nilai ekonomi tinggi (high-cost item) dan memiliki sifat yang kritis. Katalis bukan hanya sebagai pemercepat reaksi, tetapi juga menentukan kualitas produk akhir, konsumsi hidrogen, dan lamanya siklus produksi.

Permasalahan manajemen persediaan untuk kedua item ini sering kali terjebak dalam dilema klasik: di satu sisi, menyimpan persediaan dalam jumlah besar (buffer stock) untuk mengantisipasi kelangkaan atau lonjakan permintaan berisiko menimbulkan biaya penyimpanan (holding cost) yang tinggi, termasuk biaya modal, asuransi, dan risiko penurunan kualitas (untuk asam lemak) atau deaktivasi dini (untuk katalis). Di sisi lain, memesan dalam jumlah kecil untuk meminimalkan biaya penyimpanan justru dapat meningkatkan frekuensi pemesanan, yang berimbas pada tingginya biaya pemesanan (ordering cost) dan risiko stockout. Kekurangan stok bahan baku dapat mengakibatkan terhentinya proses produksi (downtime) yang sangat merugikan, sementara kekurangan katalis dapat menurunkan efisiensi reaktor secara signifikan.

Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang sistematis dan ilmiah untuk menyeimbangkan kedua biaya yang saling bertolak belakang ini. Metode Economic Order Quantity (EOQ) hadir sebagai salah satu model persediaan paling fundamental dan teruji untuk mengoptimalkan total biaya persediaan. Model ini dirancang untuk menemukan titik kuantitas pesanan yang optimal (EOQ) di mana total biaya pemesanan dan biaya penyimpanan berada pada titik terendah.

Namun, penerapan metode EOQ pada konteks proses hidrogenasi asam lemak memiliki nuansa tersendiri. Bahan baku asam lemak mungkin memerlukan pertimbangan khusus seperti shelf life dan kondisi penyimpanan, sementara katalis memiliki siklus hidup yang unik (dapat didaur ulang beberapa kali sebelum akhirnya menjadi limbah). Faktor-faktor spesifik seperti lead time pemesanan, tingkat keandalan pemasok, dan kebijakan perusahaan terhadap risiko stockout harus diintegrasikan ke dalam analisis.

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian dengan judul "Analisis Manajemen Persediaan Bahan Baku dan Katalis pada Proses Hidrogenasi Asam Lemak Menggunakan Metode Economic Order Quantity (EOQ)" menjadi sangat relevan untuk dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi kebijakan persediaan yang selama ini berjalan, kemudian mengusulkan model EOQ yang terintegrasi untuk kedua komponen kritis tersebut. Diharapkan, hasil dari penelitian ini dapat menjadi dasar bagi perusahaan dalam mengambil keputusan strategis untuk meminimalkan total biaya persediaan tanpa mengorbankan kelancaran dan keandalan proses produksi hidrogenasi.

Studi Pustaka

Manajemen Persediaan

Manajemen persediaan merupakan bagian integral dari operasi perusahaan yang bertujuan untuk memastikan ketersediaan bahan yang dibutuhkan untuk mendukung kelancaran produksi dan memenuhi permintaan pelanggan, sekaligus meminimalkan total biaya yang terkait [1]. Tujuan utama manajemen persediaan adalah untuk menyeimbangkan conflicting objectives antara tingkat pelayanan (service level) yang tinggi dan biaya persediaan yang rendah. Biaya-biaya utama dalam persediaan meliputi:

1. Biaya Pemesanan (Ordering Cost): Semua biaya yang timbul sehubungan dengan kegiatan pemesanan, seperti biaya administrasi, pengiriman, dan pemeriksaan barang datang.
2. Biaya Penyimpanan (Holding/Carrying Cost): Biaya yang terkait dengan menyimpan persediaan, termasuk biaya modal, sewa gudang, asuransi, kerusakan, dan keusangan [2].
3. Biaya Kekurangan (Shortage Cost): Biaya yang timbul ketika persediaan tidak tersedia untuk memenuhi permintaan, seperti hilangnya penjualan, biaya produksi yang terhenti, dan hilangnya kepercayaan pelanggan.

Economic Order Quantity (EOQ)

Model Economic Order Quantity (EOQ) adalah salah satu model kuantitas pemesanan yang paling klasik dan banyak digunakan untuk menentukan kuantitas pesanan yang optimal. Model ini pertama kali dikembangkan oleh Ford W. Harris pada tahun 1913. Tujuannya adalah untuk menemukan titik kuantitas pesanan yang meminimalkan total biaya persediaan (total inventory cost) secara tahunan, yaitu penjumlahan dari biaya pemesanan dan biaya penyimpanan [3].

$$Q = \sqrt{(2DS/H)}$$

Keterangan:

Q = Kuantitas pesanan ekonomis (unit)

D = Permintaan tahunan (unit/tahun)

S = Biaya pemesanan per pesanan (Rp/pesanan)

H = Biaya penyimpanan per unit per tahun (Rp/unit/tahun)

Model EOQ klasik memiliki beberapa asumsi, antara lain: permintaan diketahui dengan pasti dan konstan, waktu tunggu (lead time) konstan, tidak ada diskon kuantitas, dan tidak terjadi kekurangan persediaan (stockout). Meskipun dalam praktiknya asumsi ini sulit terpenuhi, model EOQ tetap menjadi titik awal analitis yang sangat berharga dan dapat dimodifikasi untuk mendekati kondisi riil [4].

Bahan Baku dan Katalis dalam Proses Hidrogenasi Asam Lemak

Asam lemak merupakan bahan baku utama dalam proses hidrogenasi, biasanya diperoleh dari penyabunan atau hidrolisis minyak dan lemak nabati (misalnya minyak sawit) atau hewani. Karakteristik persediaannya sering kali dipengaruhi oleh fluktuasi harga komoditas global, faktor musim panen, dan keberlanjutan supply chain. Manajemen persediaannya harus mempertimbangkan shelf life dan kondisi penyimpanan yang tepat untuk mencegah penurunan kualitas [5].

Katalis, biasanya nikel (Ni) yang didukung pada pendukung (support) seperti silika atau alumina, adalah komponen kritis yang memungkinkan reaksi hidrogenasi berlangsung pada suhu dan tekanan yang lebih rendah.

Metodologi Penelitian**Jenis dan Pendekatan Penelitian**

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Penelitian deskriptif digunakan untuk menggambarkan secara sistematis dan akurat mengenai kebijakan persediaan yang sedang berjalan. Pendekatan kuantitatif diterapkan untuk menganalisis data numerik (seperti permintaan, biaya, dan lead time) guna menghitung nilai Economic Order Quantity (EOQ) dan total biaya persediaan yang optimal, serta membandingkannya dengan kondisi existing.

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di bagian Procurement, Gudang, dan Produksi pada perusahaan yang bergerak di bidang oleokimia yang menjalankan proses hidrogenasi asam lemak.

Sumber Data dan Jenis Data

Data yang digunakan terdiri dari:

a. Data Primer: Diperoleh melalui:

Wawancara terstruktur dengan manajer produksi, supervisor gudang, dan staf purchasing untuk mendapatkan informasi mengenai kebijakan persediaan, prosedur pemesanan, dan tantangan operasional. Observasi langsung di gudang penyimpanan bahan baku dan katalis.

b. Data Sekunder: Diperoleh dari arsip dan dokumentasi historis Perusahaan, meliputi:

- 1) Data Persediaan: Data penggunaan/pemakaian bulanan asam lemak dan katalis.
- 2) Data Biaya: Biaya pemesanan (biaya administrasi, transportasi), biaya penyimpanan (biaya sewa gudang, asuransi, biaya modal).
- 3) Data Operasional: Lead time pemesanan, data frekuensi pemesanan, dan data harga beli per unit.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah:

- a. Studi Dokumentasi: Teknik utama untuk mengumpulkan data sekunder dari laporan penggunaan, invoice pembelian, dan kartu stok.
- b. Wawancara: Untuk melengkapi dan mengkonfirmasi data, serta memahami konteks kebijakan yang ada.
- c. Observasi: Untuk memverifikasi kondisi fisik penyimpanan dan alur material.

Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

- a. Analisis Statistik Deskriptif: Menganalisis data permintaan (D), lead time (L), dan berbagai biaya untuk mendapatkan nilai rata-rata dan standar deviasi yang akan digunakan dalam perhitungan.

- b. Perhitungan Kebijakan Persediaan Existing: Menghitung total biaya persediaan (TC) berdasarkan kebijakan pemesanan yang berlaku saat ini.
- c. Perhitungan Kebijakan Persediaan Menggunakan Metode EOQ:
 - 1) Menghitung nilai EOQ untuk asam lemak dan katalis.
 - 2) Menghitung frekuensi pemesanan optimal per tahun ($F = D / EOQ$).
 - 3) Menghitung total biaya persediaan (TC) berdasarkan model EOQ.
 - 4) Menghitung Reorder Point (ROP) dengan mempertimbangkan safety stock untuk mengantisipasi variasi dalam permintaan dan lead time. Safety stock dapat dihitung dengan rumus: $SS = z * \sigma_d * \sqrt{L}$, dimana z adalah nilai service level, dan σ_d adalah standar deviasi permintaan harian.
- d. Analisis Komparatif dan Simulasi:
 - 1) Membandingkan total biaya persediaan antara kebijakan existing dan kebijakan berdasarkan EOQ.
 - 2) Menghitung besarnya penghematan biaya yang dapat diraih.
 - 3) Melakukan analisis sensitivitas untuk melihat bagaimana perubahan parameter (seperti permintaan atau biaya mempengaruhi nilai EOQ dan total biaya).
- e. Analisis Khusus untuk Katalis: Mempertimbangkan faktor siklus hidup katalis (seperti jadwal regenerasi) dalam menetapkan kebijakan persediaan, yang mungkin memerlukan modifikasi dari model EOQ standar.

Alur penelitian



Gambar 1. Alur penelitian

Hasil dan Pembahasan

Gambaran Umum Perusahaan dan Data Persediaan

Penelitian dilakukan di PT. XYZ, sebuah perusahaan oleokimia yang memproduksi fatty alcohol melalui proses hidrogenasi asam lemak sawit (PFAD). Data yang dianalisis mencakup periode Januari 2024 - Desember 2024. Berikut adalah data inti yang dihimpun:

1. Asam Lemak (PFAD):

Rata-rata Pemakaian Tahunan (D1)	: 12.000 Ton/Tahun.
Biaya Pemesanan (S1)	: Rp 850.000 per pesanan (meliputi biaya administrasi & transportasi).
Harga Beli per Ton (P1)	: Rp 10.000.000.
Biaya Penyimpanan (H1)	: Diestimasi 25% dari harga beli per tahun $= 25\% \times \text{Rp } 10.000.000 = \text{Rp } 2.500.000$ per Ton per Tahun.
Kebijakan Existing	: Perusahaan memesan setiap bulan dengan kuantitas 1.000 Ton.
Lead Time (L1)	: 10 hari.
- Katalis (Ni-Supported):

Rata-rata Pemakaian Tahunan (D2)	: 1.200 Kg/Tahun.
Biaya Pemesanan (S2)	: Rp 1.500.000 per pesanan (karena proses impor dan pemeriksaan kualitas yang ketat).
Harga Beli per Kg (P2)	: Rp 850.000.
Biaya Penyimpanan (H2)	: Diestimasi 30% dari harga beli per tahun $= 30\% \times \text{Rp } 850.000 = \text{Rp } 255.000$ per Kg per Tahun.
Kebijakan Existing	: Perusahaan memesan 4 kali setahun dengan kuantitas 300 Kg.
Lead Time (L2)	: 45 hari.
Siklus Regenerasi	: Katalis diregenerasi setiap 3 bulan, dengan Kehilangan aktivitas sekitar 10%, sehingga diperlukan penambahan katalis baru (make-up).

Analisis Kebijakan Persediaan yang Berjalan (Existing)

Perhitungan Total Biaya Persediaan (TC) untuk kebijakan yang berlaku saat ini.

Rumus Total Biaya: $TC = (D/Q) * S + (Q/2) * H$

- a. Untuk Asam Lemak (PFAD):

Biaya Pemesanan	$= (12.000 / 1.000) \times \text{Rp } 850.000$ $= \text{Rp } 10.200.000$
Biaya Penyimpanan	$= (1.000 / 2) \times \text{Rp } 2.500.000$ $= \text{Rp } 1.250.000.000$
Total Biaya Existing (TC_existing1)	$= \text{Rp } 10.200.000 + \text{Rp } 1.250.000.000$ $= \text{Rp } 1.260.200.000$
- b. Untuk Katalis:

Biaya Pemesanan	$= (1.200 / 300) \times \text{Rp } 1.500.000$ $= \text{Rp } 6.000.000$
Biaya Penyimpanan	$= (300 / 2) \times \text{Rp } 255.000$ $= \text{Rp } 38.250.000$
Total Biaya Existing (TC_existing2)	$= \text{Rp } 6.000.000 + \text{Rp } 38.250.000$ $= \text{Rp } 44.250.000$
Total Biaya Persediaan Existing (Keduanya)	$= \text{Rp } 1.260.200.000 +$ $\text{Rp } 44.250.000$ $= \text{Rp } 1.304.450.000$

Kebijakan existing untuk asam lemak menunjukkan biaya penyimpanan yang sangat dominan. Hal ini mengindikasikan bahwa perusahaan mempertahankan persediaan rata-rata yang terlalu tinggi, sehingga mengikat modal kerja dalam jumlah besar. Sementara untuk katalis, biaya relatif lebih seimbang, namun frekuensi pemesanan yang hanya 4 kali/tahun berisiko tinggi jika terjadi gangguan pada supply chain mengingat lead time yang panjang (45 hari).

Perhitungan Kebijakan Optimal dengan Metode EOQ

Perhitungan kuantitas pesanan ekonomis (EOQ) dan total biaya optimal.

- a. Untuk Asam Lemak (PFAD):

$$EOQ1 = \sqrt{(2 * 12.000 * 850.000) / 2.500.000} = \sqrt{(20.400.000.000 / 2.500.000)} = \sqrt{8.160} = 90,33 \text{ Ton}$$

Dibulatkan menjadi 90 Ton.

Frekuensi Pemesanan = $12.000 / 90 = 133$ kali per tahun (sekitar setiap 3 hari). Total Biaya Optimal:

- Biaya Pemesanan = $(12.000 / 90) \times \text{Rp } 850.000 = \text{Rp } 113.333.333$
- Biaya Penyimpanan = $(90 / 2) \times \text{Rp } 2.500.000 = \text{Rp } 112.500.000$
- Total Biaya Optimal (TC_EOQ1) = $\text{Rp } 113.333.333 + \text{Rp } 112.500.000 = \text{Rp } 225.833.333$

- b. Untuk Katalis:

$$EOQ2 = \sqrt{(2 * 1.200 * 1.500.000) / 255.000} = \sqrt{(3.600.000.000 / 255.000)} = \sqrt{14.117,65} \approx 118,82 \text{ Kg}$$

Dibulatkan menjadi 120 Kg. Frekuensi Pemesanan = $1.200 / 120 = 10$ kali per tahun (sekitar setiap 36 hari).

Total Biaya Optimal:

- Biaya Pemesanan = $(1.200 / 120) \times \text{Rp } 1.500.000 = \text{Rp } 15.000.000$
- Biaya Penyimpanan = $(120 / 2) \times \text{Rp } 255.000 = \text{Rp } 15.300.000$
- Total Biaya Optimal (TC_EOQ2) = $\text{Rp } 15.000.000 + \text{Rp } 15.300.000 = \text{Rp } 30.300.000$
- Total Biaya Persediaan Optimal (Keduanya) = $\text{Rp } 225.833.333 + \text{Rp } 30.300.000 = \text{Rp } 256.133.333$

Analisis Komparatif dan Potensi Penghematan

Tabel 1. Perbandingan Antara Kebijakan Existing dan Kebijakan Berbasis EOQ

Komponen	Kebijakan Existing	Kebijakan EOQ	Selisih (Penghematan)
Asam Lemak			
- Kuantitas Pemesanan	1000 ton	90 ton	-910 ton
- Frekuensi Pemesanan	12 kali/tahun	133 kali/tahun	+ 121 kali
- Total Biaya	Rp 1.260.200.000	Rp 225.833.333	Rp 1.034.366.667
Katalis			
- Kuantitas Pemesanan	300 kg	120 kg	-180 kg
- Frekuensi Pemesanan	4 kali/tahun	10 kali/tahun	+ 6 kali
- Total Biaya	Rp 44.250.000	Rp 30.300.000	Rp 13.950.000
TOTAL BIAYA	Rp 1.304.450.000	Rp 256.133.333	Rp 1.048.316.667

Penghematan Signifikan

Penerapan EOQ berpotensi menghemat total biaya persediaan sebesar Rp 1.048.316.667 (sekitar 80%) per tahun. Penghematan terbesar berasal dari pengelolaan persediaan asam lemak, dimana model EOQ berhasil menyeimbangkan biaya pemesanan dan biaya penyimpanan yang sebelumnya sangat timpang.

Perubahan Strategi Persediaan

Asam Lemak: Berubah dari sistem periodic review (pesanan tiap bulan) menjadi continuous review (pesanan setiap 3 hari). Meski frekuensi pesanan meningkat, yang berarti beban kerja administrasi dan logistik bertambah, penghematan biaya penyimpanan yang diraih sangat monumental. Hal ini juga membebaskan modal kerja yang sebelumnya tertahan dalam persediaan.

Katalis: Pengurangan kuantitas pesanan per kali dari 300 kg menjadi 120 kg mengurangi risiko penyimpanan material bernilai tinggi dan menurunkan biaya penyimpanan. Frekuensi pemesanan yang meningkat menjadi 10 kali/tahun juga lebih selaras dengan siklus regenerasi 3 bulanan, memungkinkan manajemen yang lebih fleksibel.

Penentuan Reorder Point (ROP) dan Safety Stock

Asam Lemak: Dengan permintaan harian (d_1) = $12.000/360 = 33,33$ Ton/hari dan lead time 10 hari, ROP dasar = 333,3 Ton. Dengan mempertimbangkan variasi permintaan dan lead time, ditetapkan safety stock sebesar 50 Ton. Maka, $ROP_1 = (33,33 \times 10) + 50 = 383,33$ Ton. Pemesanan dilakukan ketika persediaan mencapai level ini.

Katalis: Permintaan harian (d_2) = $1.200/360 = 3,33$ Kg/hari. ROP dasar dengan lead time 45 hari = 150 Kg. Mengingat lead time yang sangat panjang dan dampak stockout yang fatal, safety stock ditetapkan 30 Kg. Maka, $ROP_2 = (3,33 \times 45) + 30 = 180$ Kg.

Analisis Sensitivitas dan Kendala Penerapan

Analisis Sensitivitas: Perhitungan sensitivitas terhadap kenaikan permintaan (D) dan biaya penyimpanan (H) menunjukkan bahwa nilai EOQ untuk kedua material cukup robust (kokoh). Perubahan $\pm 20\%$ pada parameter tersebut tidak mengubah rekomendasi kebijakan secara drastis, meski nilai EOQ dan total biaya akan menyesuaikan.

Kendala Penerapan:

- Tingginya Frekuensi Pemesanan: Untuk asam lemak, frekuensi 133 kali/tahun membutuhkan koordinasi yang sangat intensif antara bagian produksi, gudang, dan purchasing, serta keandalan pemasok yang tinggi.
- Keterbatasan Sistem: Sistem inventory yang ada mungkin belum mendukung pelacakan persediaan secara real-time yang diperlukan untuk model continuous review.
- Katalis sebagai Item Khusus: Meski EOQ memberikan gambaran optimal, keputusan akhir untuk katalis mungkin mempertimbangkan kontrak dengan supplier, kuota impor, dan jadwal regenerasi yang tetap, yang mungkin mensyaratkan kuantitas pesanan tertentu.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan mengenai manajemen persediaan bahan baku asam lemak (PFAD) dan katalis (Ni-Supported) pada proses hidrogenasi, dapat disimpulkan bahwa:

1. Kebijakan persediaan yang berlaku selama ini (existing) belum optimal, khususnya untuk bahan baku asam lemak. Kebijakan pemesanan bulanan dengan kuantitas 1.000 ton menimbulkan biaya penyimpanan yang sangat dominan dan menyebabkan tertanamnya modal kerja dalam jumlah besar di persediaan. Untuk katalis, frekuensi pemesanan yang rendah (4 kali/tahun) berisiko tinggi mengingat lead time yang panjang.
2. Penerapan Metode Economic Order Quantity (EOQ) menghasilkan rekomendasi kebijakan persediaan yang jauh lebih efisien:

Untuk Asam Lemak: Kuantitas pesanan optimal adalah 90 ton dengan frekuensi pemesanan 133 kali per tahun (setiap ~3 hari) dan Reorder Point pada level 383,33 ton.

Untuk Katalis: Kuantitas pesanan optimal adalah 120 kg dengan frekuensi pemesanan 10 kali per tahun (setiap 36 hari) dan Reorder Point pada level 180 kg.

3. Terdapat potensi penghematan biaya persediaan yang sangat signifikan sebesar Rp 1.048.316.667 per tahun (atau sekitar 80%) dengan menerapkan kebijakan berbasis EOQ. Penghematan terbesar berasal dari optimasi persediaan asam lemak, yang berhasil menyeimbangkan biaya pemesanan dan biaya penyimpanan.
4. Model EOQ memberikan landasan kuantitatif yang kuat untuk pengambilan keputusan strategis, meskipun dalam penerapannya memerlukan penyesuaian operasional, terutama terkait peningkatan frekuensi pemesanan dan koordinasi dengan pemasok.

Daftar Pustaka

- [1] Heizer, J., & Render, B. (2015). *Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management* (11th ed.). Pearson.
- [2] Gaspersz, V. (2014). *Production Planning and Inventory Control*. PT Gramedia Pustaka Utama.
- [3] Silver, E. A., Pyke, D. F., & Thomas, D. J. (2016). *Inventory and Production Management in Supply Chains* (4th ed.). CRC Press.
- [4] Tersine, R. J. (2013). *Principles of Inventory and Materials Management* (4th ed.). Elsevier.
- [5] O'Brien, R. D. (2008). *Fats and Oils: Formulating and Processing for Applications* (3rd ed.). CRC Press.
- [6] Bartholomew, C. H., & Farrauto, R. J. (2006). *Fundamentals of Industrial Catalytic Processes* (2nd ed.). Wiley.