

Artikel Penelitian

Analisis Optimalisasi Biaya Persediaan *Multi-Item Single Supplier* dengan Kendala Kapasitas Gudang Terbatas

Nisa Isrofi^{1*}, Ni Made Cyntia Utami²

¹ Direktorat Kampus Surabaya, Program Studi Teknik Logistik, Universitas Telkom, Surabaya, Indonesia

² Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Industri, Universitas Udayana, Bali, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 20 Oktober 2025

Revisi Akhir: 30 Desember 2025

Diterbitkan Online: 04 Januari 2026

KATA KUNCI

Biaya
Gudang
Inventory
Known Demand
Multi-Item Single Supplier

KORESPONDENSI

Phone: +62 813-3129-2077

E-mail: nisaisrofi@telkomuniversity.ac.id

A B S T R A K

Pengendalian persediaan sangat krusial untuk menjaga kelancaran operasional perusahaan, kepuasan pelanggan dan efisiensi biaya. Banyak perusahaan menghadapi tantangan dalam mengelola banyak item yang bersumber dari satu pemasok, khususnya ketika terbatasnya kapasitas penyimpanan. Hampir semua perusahaan mengelola lebih dari satu jenis item dari satu pemasok saja agar memperoleh efisiensi pesanan terpusat. Namun, hal ini menimbulkan tantangan dalam menentukan kuantitas pemesanan optimal dan menjaga tingkat layanan tanpa melebihi batas Gudang. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan sistem persediaan *multiitem single supplier* dengan kendala keterbatasan luas gudang, sehingga diperoleh kebijakan optimal karena metode tersebut dapat menurunkan total biaya persediaan lebih dari 30%. Penelitian ini menggunakan pendekatan komparatif dengan 4 skenario (EOQ; EOQ kendala luas Gudang; Model *Inventory Multi Item*; Model EOQ dengan Metode *Multi Item Single Supplier* dan luas kebutuhan yang dibutuhkan) dengan tujuan menganalisis dan membandingkan beberapa model pengelolaan persediaan dengan mempertimbangkan kendala-kendala nyata seperti luas gudang dan kebijakan pemesanan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap pendekatan memiliki keunggulan dan keterbatasannya masing-masing. Skenario 1 menunjukkan efisiensi biaya tertinggi namun tidak dapat diterapkan karena kebutuhan ruang yang melebihi kapasitas gudang. Skenario 2 berhasil menekan kebutuhan ruang hingga di bawah batas maksimum, tetapi menyebabkan lonjakan biaya yang signifikan. Skenario 3 menawarkan efisiensi biaya yang lebih baik dibanding skenario 2, namun masih belum *feasible* karena kebutuhan ruang yang besar. Sementara itu, Skenario 4 yang mengintegrasikan pendekatan *multi-item single supplier* dengan kendala ruang terbukti menjadi solusi paling seimbang, karena mampu memenuhi batasan fisik gudang sekaligus mempertahankan efisiensi logistik. Skenario 4 direkomendasikan sebagai model yang paling realistis dan aplikatif untuk diterapkan dalam pengelolaan persediaan di Gudang Material 2.

PENDAHULUAN

Persediaan merupakan salah satu komponen kunci, karena sebagai aspek pengelola biaya operasional, serta sebagai jaminan ketersediaan produk secara optimal. Koordinasi setiap rantai yang ada di logistik yang buruk dan adanya konflik kepentingan terutama karena keterbatasan sumber daya, waktu distribusi, kapasitas gudang dan pemilihan moda transportasi [1]. Dalam praktiknya, pengendalian persediaan merupakan hal krusial di perusahaan untuk menjaga kelancaran operasional, kepuasan pelanggan dan efisiensi biaya serta untuk dapat menghasilkan produk dan *profit* yang maksimal [2]. Di lapangan, banyak perusahaan menghadapi tantangan dalam mengelola multi-item inventory system yang bersumber dari satu pemasok (*single supplier*), khususnya ketika terdapat kendala terbatasnya kapasitas penyimpanan atau luas gudang.

Hampir semua perusahaan mengelola lebih dari satu jenis item dari satu pemasok saja (*single supplier*) agar memperoleh efisiensi pesanan terpusat. Namun, hal ini menimbulkan tantangan dalam menentukan kuantitas pemesanan optimal dan menjaga tingkat layanan tanpa melebihi batas gudang [3]. Kapasitas Gudang penyimpanan yang sering kali terbatas, dan meningkatnya jumlah item menambah kompleksitas, karena total volume stok harus cukup dalam luas gudang yang tersedia [4].

Di sisi lain, hubungan dengan *single supplier* memberikan pengaruh dalam penjaminan keandalan pasokan dan mengoptimalkan frekuensi pemesanan. Beberapa penelitian mencatat pentingnya koordinasi dalam sistem ini untuk menghindari penumpukan atau kekurangan stok. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan menganalisis persediaan masing-masing item secara terpisah. Tantangan utama yang sering dihadapi perusahaan adalah pengelolaan persediaan dari beberapa jenis barang yang dipasok oleh satu pemasok utama. Adanya pemasok utama membuat penentuan pemesanan cenderung simultan untuk efisiensi logistik [5]. Penggambaran satu *item inventory* dievaluasi dengan keterbatasan ruang gudang sebagai dasar bagi pengembangan *model single-supplier* dan *multi-item* dengan pembatasan ruang [6].

Beberapa penelitian sebelumnya menyelesaikan permasalahan serupa dengan metode *multi item single supplier* untuk mengetahui frekuensi pemesanan, jumlah pemesanan, total biaya persediaan dan interval pemesanan membuktikan dapat menurunkan total biaya persediaan lebih dari 30% [7]. Pengadaan beberapa jenis material (*multiitem*) dilakukan secara bersamaan dari satu pemasok dengan mempertimbangkan penghematan biaya pemesanan dan juga pemborosan akibat material yang telah kedaluwarsa. Hal ini terjadi karena usia material relatif pendek, sementara jumlah pesanan harus mengikuti jumlah minimum yang ditetapkan oleh vendor atau pemasok [8]. Penelitian lain terkait Implementasi pengadaan multi-sumber dibandingkan pengadaan tunggal lebih efektif dalam produksi ETO untuk mencapai keseimbangan antara total biaya akuisisi dan ketahanan rantai pasok [9]. Total biaya inventaris yang akan diminimalkan dalam model *single supplier multiple item* merupakan kombinasi dari total biaya inventaris vendor dan pembeli. Total biaya inventaris vendor terdiri dari biaya penyiapan dan biaya penyimpanan, sedangkan total biaya inventaris pembeli terdiri dari biaya pemesanan, biaya penyimpanan, biaya kehabisan stok, dan biaya waktu tunggu kritis, di mana biaya waktu tunggu kritis tersebut diperkirakan dengan fungsi eksponensial [10].

Pemilihan penggunaan *single supplier multiple item* terdapat hal lain yang menjadi permasalahan, yaitu ketika keterbatasan luas gudang menjadi kendala fisik. Perusahaan perlu menentukan strategi kuantitas pemesanan optimal tiap item dengan memperhatikan kapasitas gudang yang tersedia. Sistem persediaan *multi-item* dengan kendala luas gudang dapat diminimalisir dengan menentukan *safety stock* dan *reorder point* dengan metode *activity based costing* [11]. Metode *Langrange* atau Metode *limit* dapat digunakan untuk menentukan jumlah pemesanan optimal dengan kendala keterbatasan investasi, keterbatasan luas gudang atau keterbatasan peralatan [12].

Hasil pengujian model dan analisis sensitivitas menunjukkan bahwa total biaya, berdasarkan pesanan bersama, sensitif terhadap fraksi produk dengan kondisi baik, diskon, dan biaya penyimpanan. Pesanan bersama tidak sensitif terhadap kapasitas Gudang [13]. Kebijakan inventaris yang efisien yang membantu pengambil keputusan untuk memperoleh tingkat inventaris awal dan titik pemesanan ulang yang memaksimalkan laba per satuan waktu. Analisis model untuk sistem inventaris *multi-item* dengan pola permintaan dan penumpukan penuh ketika gudang yang digunakan dalam penyimpanan item memiliki kapasitas tetap [14].

Pengoptimalan yang hanya mempertimbangkan jumlah pembelian dan *reorder point* terkadang terkendala karena kapasitas Gudang yang terbatas. Hal tersebut bisa dioptimalkan dengan penambahan *constraint* kapasitas Gudang, sehingga didapatkan hasil optimal dan bisa diterapkan di Perusahaan. Selain itu pemaksimalan ROP berdasarkan pembelian item *supplier* yang sama adalah hal yang sangat penting. Penelitian sebelumnya yang hanya menggunakan model EOQ Klasik untuk *multi item* tanpa kapasitas Gudang terbatas menjadi celah bagi penelitian ini untuk mengembangkan penelitian *inventory* yang menekankan kapasitas Gudang terbatas pada *multi-item single supplier*. Beberapa penelitian terdahulu terdapat banyak model klasik (seperti *EOQ multi-item*) yang mengabaikan atau hanya memasukkan kendala luas gudang secara sederhana, tanpa mengintegrasikan dengan sistem *single supplier* dalam konteks *multi-item* secara menyeluruh. Hal ini menyebabkan hasil yang kurang realistis dalam praktik. Semakin meningkatnya isu terkait efisiensi dalam manajemen logistik, penelitian ini menjadi sangat relevan untuk masalah pengambilan keputusan mengenai persediaan. Pengoptimalan barang yang tersedia dengan keterbatasan kapasitas gudang dengan strategi pemesanan yang mempertimbangkan *trade off* antara biaya penyimpanan, batasan ruang dan juga biaya

pemesanan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem persediaan *multi item single supplier* dengan kendala keterbatasan luas gudang, sehingga diperoleh kebijakan optimal menghadapi keterbatasan ruang penyimpanan.

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian terkait permasalahan optimisasi persediaan multi-item telah beberapa kali menjadi fokus penelitian. Pada tahun 1977 dikembangkan model deterministik untuk sistem persediaan multi-item dengan batasan kapasitas [15] Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa keterbatasan kapasitas penyimpanan dapat mengurangi optimalitas keputusan pemesanan. Selanjutnya, penelitian disempurnakan oleh [16]. Melalui pertimbangan *single resource capacity* untuk berbagai item, selain itu penelitian tersebut juga mengidentifikasi bahwa konsep keterbatasan kapasitas dapat menimbulkan *trade-off* antara frekuensi pemesanan dan biaya penyimpanan.

Berdasarkan konsep tersebut, maka dilakukan penelitian Kembali terkait system persediaan multi-item dengan satu supplier, kemudian ditemukan bahwa bahwa koordinasi antar-item dapat meningkatkan efisiensi biaya secara signifikan [17]. Sementara itu, penelitian lebih lanjut dikembangkan model persediaan multi-item dengan permintaan bervariasi waktu dan kapasitas penyimpanan terbatas, menunjukkan bahwa kebijakan pemesanan adaptif dapat mengurangi total biaya ketika variasi permintaan tinggi [18]

Penelitian terbaru menunjukkan bahwa batasan kapasitas penyimpanan terus menjadi elemen penting dalam model persediaan multi-item, seperti penelitian berikutnya yang mengembangkan model pada multi-item dengan permintaan dan biaya tergantung jumlah stok serta kapasitas terbatas, dan menemukan bahwa *joint replenishment* antar-item memberikan keunggulan biaya ketika kapasitas sangat terbatas [19]. Selanjutnya penelitian terkait *dynamic lot sizing* untuk *retailer* dengan *multi-supplier*, *quantity discounts*, serta batasan kapasitas penyimpanan, dan menunjukkan bahwa kapasitas memiliki pengaruh besar terhadap kuantitas pemesanan optimal [20]

Metode ABC

Metode ABC atau kadang juga dikenal sebagai *Pareto Classification* mengklasifikasikan persediaan ke dalam tiga kategori utama berdasarkan kontribusi nilai terhadap total konsumsi tahunan [24]:

- Kategori A: sekitar 10–20% item yang menyumbang sekitar 70–80% nilai total
- Kategori B: sekitar 20–30% item yang menyumbang sekitar 15–25% nilai total.
- Kategori C: sisanya (sekitar 50–70% item) yang hanya menyumbang 5–10% nilai total.

Metode EOQ

Pendekatan inventaris adalah membangun model sistem inventaris ideal dan menghitung jumlah pesanan tetap yang meminimalkan total biaya. Ukuran pesanan optimal ini disebut jumlah pesanan ekonomis (EOQ). Perhitungan EOQ adalah analisis terpenting dari pengendalian inventaris, dan dapat dikatakan sebagai salah satu hasil terpenting yang diperoleh dalam setiap area manajemen operasi [25], [26]

$$\text{Economic Order Quantity} = Q_o = \sqrt{\frac{2 \times RC \times D}{HC}} \quad (1)$$

$$\text{Optimal variable cost per unit time} = VCo = HC \times Q_o \quad (2)$$

$$\text{Optimal Total cost per unit time} = TCo = UC \times D + VCo \quad (3)$$

$$\text{Variable cost per unit time} = VC = \frac{RC \times D}{Q} + \frac{HC \times Q}{2} \quad (4)$$

$$\text{Total Cost} = TC = UC \times D + \frac{RC \times D}{Q} + \frac{HC \times Q}{2} \quad (5)$$

Keterangan

RC = Reorder Cost

HC = Holding Cost

UC = Unit Cost

Metode Model for Known Demand (Constraints on Storage Space)

Perusahaan menggunakan jumlah pesanan ekonomis untuk semua item dalam inventaris, total stok yang dihasilkan mungkin melebihi kapasitas yang tersedia. Sehingga beberapa cara digunakan untuk mengurangi stok hingga berada dalam batas yang dapat diterima. Salah satu pendekatan mengenakan biaya tambahan pada ruang yang digunakan. Maka biaya penyimpanan terbagi menjadi dua bagian yaitu penyimpanan awal (HC) dan biaya tambahan (AC) [26]. Metode

ini menggunakan beberapa iterasi untuk mendapatkan hasil yang optimal sesuai dengan konstrain luas yang ada di perusahaan sehingga didapatkan optimasi antara jumlah pembelian dengan batasan luas yang diperhatikan.

$$Q_i = \sqrt{\frac{2xRC_i x D_i}{HC_i + ACxS_i}} \quad (6)$$

$$\text{Average space} = S_i x Q_{o_i} / 2 \quad (7)$$

Keterangan

S_i = Jumlah ruang yang ditempati oleh satu unit barang i

Metode Model Inventory Multi Item

Model ini digunakan jika satu item dengan item yang lain dibeli pada satu supplier yang sama maka model matematis dapat menggunakan rumus berikut [27]

$$T^* = \sqrt{\frac{2xRC}{\sum_{i=1}^N HCxD_i}} \quad (8)$$

$$Q_i^* = D_i \sqrt{\frac{2xRC}{\sum_{i=1}^N HCxD_i}} \quad (9)$$

Beberapa penelitian tersebut menegaskan menegaskan bahwa optimalisasi biaya persediaan dalam sistem multi-item erat kaitannya terhadap kapasitas gudang, biaya pemesanan, serta pola permintaan. Namun, masih terdapat kesenjangan penelitian terkait formulasi model yang secara eksplisit menggabungkan aspek multi-item, *single supplier*, dan keterbatasan kapasitas gudang secara keseluruhan. Dengan demikian, penelitian ini menggabungkan kesenjangan tersebut melalui pengembangan model optimasi biaya persediaan.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan komparatif dari empat metode (ABC, EOQ, *Models for Known Demand*, *Models Inventory Multiitem*) dengan tujuan menganalisis dan membandingkan beberapa model pengelolaan persediaan multi-item dari satu supplier, serta dengan mempertimbangkan kendala-kendala nyata seperti luas gudang dan kebijakan pemesanan.

Penelitian-penelitian lain juga menunjukkan bahwa penyusunan kebijakan persediaan untuk *multi-item inventory system* dengan kapasitas gudang terbatas merupakan isu yang terus berkembang [21]. Hasil penelitian berupa pengembangan model persediaan EOQ multi-item dengan mempertimbangkan keterbatasan ruang dan reusable items menggunakan pendekatan optimasi berbasis *reinforcement learning* dan algoritma *metaheuristic* [21]. Di sisi lain, kebijakan persediaan ritel multi-item dengan memperhitungkan keterbatasan Gudang, model ini memperkuat gagasan bahwa kerja sama strategis dengan pemasok harus diintegrasikan dalam pengambilan keputusan inventori [4]. Penekanan pemodelan multi-item inventory dengan kendala ruang juga cocok untuk mengatasi ketidakpastian kapasitas penyimpanan dalam satu pemasok dan berbagai jenis item [22]

Objek Penelitian ini adalah Perusahaan yang bergerak dalam industry pembuatan makanan. Perusahaan ini memiliki beberapa Gudang untuk menyimpan bahan baku dan produk jadi. Gudang pengemasan digunakan untuk packaging Perusahaan dengan luas 1.880 m^2 dengan kapasitas 2.146 plt. Sedangkan untuk Gudang *finished good* untuk barang yang siap didistribusikan memiliki luas 1.512 m^2 . Permasalahan yang terjadi dengan kendala kapasitas Gudang adalah Gudang bahan baku di mana terdapat 8 tipe Gudang sesuai dengan material yang digunakan.

Tabel 1. Identitas Gudang

Nama Gudang	Total Luas Gudang	Kapasitas Gudang
Active Carbon	252 m^2	65 ton
Material 1	107 m^2	336 plt
Material 2	4896 m^2	5.000 ton
CM	120.000 m^2	90.000 ton
BM	22.500 m^2	22.500 ton
H_2SO_4	1.200 m^2	1.200 ton

NaOH	600m ²	600 ton
HCL	50 m ²	50 ton

Penelitian ini hanya dibatasi pada gudang material 2 dimana barang barang yang ada di gudang tersebut menggunakan single supplier. Selanjutnya, penelitian dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu:

1) Identifikasi Masalah

Pada tahap ini dilakukan penentuan fokus penelitian pada *inventory multi item* dengan keterbatasan gudang dan dari *single supplier*.

2) Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan studi literatur dari penelitian terdahulu yang relevan dengan permasalahan. Dari hasil studi literatur diperoleh empat metode yang akan digunakan, yaitu metode ABC (*Classed Based Storage*), metode EOQ (*Economic Order Quantity*), *model for known demand*, dan metode *models inventory multi item*.

3) Pengumpulan Data

Perusahaan ini memiliki beberapa produk yang diproduksi dan hanya dibatasi bada tiga produk yang memiliki karakteristik sama dan juga *supplier* yang sama. Terdapat banyak *raw material* yang dibutuhkan tetapi pada penelitian ini dikhususkan untuk melihat perbandingan beberapa metode sehingga dibatasi hanya pada 3 produk yang diproduksi dengan lima jenis *raw material* yang digunakan. Karakteristik *raw material* yang digunakan pada penelitian ini adalah material yang berbentuk kering dan bubuk. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang meliputi data jenis gudang, total luas gudang, kapasitas gudang, jumlah permintaan, biaya pemesanan, biaya simpan, biaya per unit, volume karung, serta data lainnya yang relevan. Perusahaan memproduksi 3 produk dimana terdapat beberapa item yang sama untuk *raw material* yang disimpan pada Gudang yang sama di Gudang Material 2.

Tabel 2. Data Permintaan 3 Produk

Permintaan per tahun		2021	2022	2023	Average
Produk A	Item A	7.676.850	7.119.000	5.310.900	6.702.250
	Item B	4.606.110	4.271.400	3.186.540	4.021.350
	Item C	1.791.265	1.661.100	1.239.210	1.563.858
Produk B	Item D	10.582.000	10.188.000	10.547.000	10.439.000
	Item E	2.116.400	2.037.600	2.109.400	2.087.800
	Item A	1.058.200	1.018.800	1.054.700	1.043.900
	Item C	105.82	101.88	105.47	104.39
Produk C	Item A	6.486.513,41	5.716.231,22	5.960.965,85	6.054.570
	Item B	4.324.342,28	3.810.820,81	3.973.977,24	4.036.380
	Item C	1.081,085,57	952.705,20	993.494,31	1.009.095

4) Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan penyusunan empat model skenario berdasarkan empat metode yang digunakan. Pada pengolahan awal akan dilakukan klasifikasi ABC (*activity based costing*) untuk melihat *item* yang sering digunakan dan juga pertimbangan harga material. Item yang masuk dalam klasifikasi A merupakan *item* yang perlu diperhatikan kesediaannya karena kekurangan pada *material* tersebut akan berdampak krusial pada lini produksi.

Setelah dilakukan klasifikasi ABC akan dilakukan perbandingan metode *inventory* dengan beberapa skenario yaitu EOQ; EOQ dengan kendala luas; *inventory multi item single supplier* dan yang terakhir adalah penggunaan semua metode yaitu EOQ *multi item single supplier* dengan kendala luas. Pada penggunaan *constraint* kendala luas akan dilakukan beberapa iterasi untuk mendapatkan hasil optimal dari jumlah pemesanan yang didapatkan dengan tidak melanggar batasan luas yang ada di perusahaan.

5) Analisis dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan perbandingan hasil dari keempat model berdasarkan parameter *variable cost* dan kebutuhan ruang.

6) Kesimpulan dan Rekomendasi

Pada tahap ini dilakukan penarikan kesimpulan dan memberikan rekomendasi model yang paling cocok untuk menyelesaikan permasalahan ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mengevaluasi sistem pengendalian persediaan dengan pendekatan EOQ pada Gudang Material 2 untuk beberapa item yang dibeli dari satu supplier. Fokus utama adalah pada model persediaan multi-item single-supplier dengan mempertimbangkan kendala ruang penyimpanan (warehouse space constraint). Gudang Material 2 dipilih sebagai objek studi karena seluruh item yang disimpan dan dikelola di gudang ini berasal dari satu supplier yang sama, sehingga sangat relevan untuk diterapkan model sistem persediaan multi-item single-supplier. Kondisi ini memungkinkan penerapan asumsi bahwa pengiriman dilakukan secara terpusat dan serentak, yang sesuai dengan pendekatan perhitungan ukuran lot pemesanan secara terpadu. Selain itu, Gudang Material 2 memiliki data historis yang lengkap terkait volume pemakaian, frekuensi pemesanan, biaya variabel, serta kapasitas penyimpanan. Namun, salah satu kendala utama yang dihadapi adalah keterbatasan jumlah kapasitas gudang yang tersedia, yaitu maksimal 4896 satuan luas, yang menjadi tantangan dalam mengatur jumlah dan frekuensi pemesanan. Oleh karena itu, Gudang Material 2 memberikan konteks yang ideal untuk menguji dampak kendala ruang penyimpanan terhadap keputusan pemesanan dan efisiensi biaya dalam sistem persediaan. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan empat skenario yang masing-masing memberikan pendekatan berbeda terhadap kendala dan asumsi pemesanan. Hasil analisis mengkaji perbedaan dalam biaya variabel total (total variable cost) serta kebutuhan luas ruang penyimpanan yang dibutuhkan oleh masing-masing skenario. Akan dilakukan sebanyak 4 skenario dengan memperhatikan evaluasi terkait biaya variabel dan juga kendala luas gudang.

1) Metode ABC (Activity-Based Classification)

Klasifikasi ABC dilakukan pada data permintaan item A sampai dengan dengan E. Tabel 2. Merupakan hasil klasifikasi permintaan item A sampai item E.

Tabel 3. Klasifikasi ABC

No	Kategori	Permintaan	Frek Kum	% Kum
1	Item A	13.800.720	13.800.720,16	37.23625038
2	Item B	10.439.000	24.239.720,16	65.40211515
3	Item C	8.057.730	32.297.450,27	87.14298463
4	Item D	2.677.343	34.974.793,63	94.36682705
5	Item E	2.087.800	37.062.593,63	100

Berdasarkan klasifikasi ABC pada Tabel 2. dapat diketahui bahwa kategori A dapat dikendalikan menggunakan metode Q, sedangkan untuk kategori B dapat dikendalikan menggunakan metode Q atau P (pertu dipertimbangkan ulang). Sedangkan untuk kategori C yang nilainya cenderung rencah dapat dikendalikan menggunakan metode P. Penelitian ini hanya fokus pada metode Q dengan pertimbangan beberapa kendala yaitu kendala luas gudang dan juga multiple item *single supplier*.

2) Metode EOQ

Perhitungan EOQ dilakukan pada item A sampai item E menggunakan dengan data permintaan (kg), harga beli (Rp), biaya pesan (Rp), biaya simpan (Rp). Dengan menggunakan formula (1) sampai dengan (4), maka diperoleh nilai EOQ untuk masing-masing item seperti pada Tabel 4. Model ini menghitung ukuran lot optimal untuk setiap item secara individual tanpa mempertimbangkan batasan ruang maupun hubungan antarpengiriman. Hasil model ini memberikan total biaya variabel terendah namun menghasilkan total kebutuhan ruang yang paling besar karena optimalisasi dilakukan per item tanpa kompromi terhadap kapasitas penyimpanan.

Tabel 4 Hasil EOQ

	Permintaan (kg)	Harga beli (Rp)	Biaya Pesan (Rp)	Holding cost (Rp)	EOQ
Item A	13.800.720,16	9.000	587.811	708	151.379,8597
Item B	8.057.730,108	13.000	861.095	142	312.609,893
Item C	2.677.343,36	100.000	394.205	11	438.058,1405
Item D	10.439.000	6.500	306.186	214	172.834,4152
Item E	2.087.800	8.100	306.186	214	77.293,90026

Berdasarkan hasil EOQ pada Tabel 4, selanjutnya dihitung kebutuhan ruang, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Kebutuhan Ruang Metode EOQ

	Q	Variable Cost (Rp)	Space Needed
Item A	151.379,8597	107.176.940,7	6.539,61
Item B	312.609,893	44.390.604,8	12.04,43
Item C	438.058,1405	4.818.639,545	1.478,45
Item D	172.834,4152	36.986.564,86	6448,13
Item E	77.293,90026	16.540.894,7	371,01
		209.913.644,5	21.641,63

Berdasarkan perhitungan dengan metode EOQ, maka diperoleh total *variable cost* senilai Rp 209.913.644,5, dan total kebutuhan ruang sejumlah 21.641,63.

3) EOQ dengan Kendala Luas Gudang

Tahap ini diawali dengan perhitungan jumlah EOQ dengan hasil yang sama seperti Tabel 3. Selanjutnya dilakukan perhitungan kebutuhan rata-rata ruang dengan menggunakan data EOQ dan volume per unit. Data volume per unit dihitung berdasarkan volume karung tiap item, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6. Item item yang disimpan di gudang material 2 menggunakan karung. Petimbangan untuk penumpukan yang ada di gudang sebanyak 5 karung.

Tabel 6. Volume Karung

Jenis Karung	Volume	cm ³	m ³	kg
Item A	90x60x80	432000	0.432	50
Item B	90x56x80	403200	0.4032	50
Item C	75x45x10	33750	0.03375	25
Item D	75x50x10	37500	0.0375	25
Item E	60x40x20	48000	0.048	25

Berdasarkan data EOQ dan volume per unit, maka diperoleh kebutuhan rata-rata ruang, seperti pada tabel berikut:

Tabel 7. Kebutuhan Rata-rata Ruang

	Item A	Item B	Item C	Item D	Item E
Harga beli (Rp)	9	13	100	6.5	8.1
Biaya Pesan (Rp)	587.811	861.095	394.205	306.186	306.186
Holding cost (Rp)	708	142	11	214	214
Permintaan (kg)	13.800.720,16	8.057.730,108	2.677.343,36	10.439.000	2.087.800
Space per unit (m ³)	0.432	0.4032	0.03375	0.0375	0.048
EOQ	151.379,8597	312.609,893	438.058,1405	172.834,4152	77.293,90026
<i>average space</i>	6.539,61	12.604,43	1.478,45	648,13	371,01

Selanjutnya dilakukan perhitungan kebutuhan ruang tiap item. Tabel 8. menampilkan hasil simulasi beberapa alternatif kombinasi jumlah pemesanan (Q) untuk lima jenis item (Item A sampai E). Tujuannya adalah mencari kombinasi kuantitas yang tidak melebihi batas luas gudang sebesar 4.896 m³.

Tabel 8 Kebutuhan Ruang

AC	QItemA	QItemB	QItemC	QItemD	QItemE	Space needed
0	151379.85	312609.893	438058.1405	172834.4152	77293.90026	21641.62683
1	230317.12	492314.306	2384486.493	892513.0824	352796.7727	42887.80297
3	132973.6524	284237.7971	1376683.919	515292.6684	203687.3117	24761.28459
5	103000.9482	220169.6509	1066374.778	399143.9846	157775.5132	19180.00857
15	59467.62518	127115.0072	615671.7651	230445.887	91091.73503	11073.58311
20	51500.47411	110084.8255	533187.389	199571.9923	78887.75661	9590.004285
40	36416.33448	77841.72659	377020.4184	141118.7091	55782.06765	6781.157061

50	32571.75975	69623.75686	337217.3138	126220.4106	49892.99808	6065.251262
73	26956.58017	57621.03116	279083.0346	104460.7551	41291.73901	5019.63766
76	26419.18578	56472.32391	273519.3593	102378.2719	40468.56526	4919.568396
77	26247.07199	56104.42212	271737.4553	101711.3054	40204.92359	4887.51875

Alternatif AC 77 menghasilkan kebutuhan ruang sebesar 4.887,52 m³, yang merupakan kombinasi optimal karena paling mendekati batas kapasitas gudang tanpa melampauinya. Kemudian dilakukan kuantitas pemesanan terpilih dari AC 77 untuk masing-masing item, serta perhitungan biaya variabel dan kebutuhan ruangnya. *Variable cost* dihitung dari total biaya pesan dan biaya simpan untuk masing-masing item berdasarkan kuantitas pemesanan (Q) optimal. Total biaya variabel seluruh item adalah Rp 513.905.252,90, dengan total kebutuhan ruang sebesar 4.887,52 m³. Tabel 9 merupakan hasil rangkuman kebutuhan ruang dengan metode ini.

Tabel 9. Kebutuhan Ruang dan Biaya *Models for Known Demand*

	Q	Variable Cost (Rp)	Space Needed
Item A	26247.07199	318.362.704,8	1.133,87
Item B	56104.42212	127.654.077,5	2.2662,13
Item C	271737.4553	5.378.533,42	917,11
Item D	101711.3054	42.308.088,86	381,42
Item E	40204.92359	20.201.848,37	192,98
		513.905.252,9	4.887,52

4) *Model Inventori Multi Item*

Dalam skenario ini, diasumsikan bahwa supplier melakukan pengiriman semua item dalam satu kali pengiriman. Model mengintegrasikan perhitungan ukuran lot per item dengan asumsi biaya pengiriman terakumulasi menjadi satu. Pendekatan ini memperlihatkan efisiensi dalam biaya pengiriman namun tetap menghasilkan kebutuhan ruang yang besar karena tidak ada kendala ruang yang diterapkan. Metode ini diawali dengan melakukan perhitungan ukuran lot pemesanan dengan EOQ. Hasil frekuensi pemesanan optimal tiap item ditampilkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Frekuensi Optimal

	T*	0,02
QItemA	262.006,63	
QItemB	152.975,98	
QItemC	50.829,36	
QItemD	198.184,38	
QItemE	39.636,88	

Selanjutnya dilakukan perhitungan total *variable cost* seluruh item adalah Rp 258.676.155,17 dengan total kebutuhan ruang sebesar 18.591,67.

Table 11. Kebutuhan Ruang dan Biaya Model Inventori Multi Item

	Q	Variable Cost (Rp)	Space Needed
Item A	262.006,63	123.712.216,48	11.318,69
Item B	152.975,98	56.217.899,41	6.167,99
Item C	50.829,36	21.043.589,09	171,55
Item D	198.184,38	37.333.516,67	743,19
Item E	39.636,88	20.368.933,53	190,26
		258.676.155,17	18.591,67

Skenario ke 4 membuktikan bahwa kendala luas masih terpenuhi dengan luas Gudang maksimum sebesar 4887,52 tetapi untuk biaya nya sangat tinggi dibandingkan semua skenario yang ada.

5) *Model Economic Order Quantity (EOQ) untuk Metode Multi Item Single Supplier dan luas kebutuhan yang dibutuhkan*

Skenario ini merupakan penggabungan dari pendekatan skenario 2 dan 3, yaitu mempertimbangkan bahwa pengiriman dilakukan sekaligus oleh supplier untuk beberapa item, namun dengan kendala ruang maksimum 4896 satuan luas. Model ini menggunakan pendekatan multi-objective constrained EOQ, di mana baik efisiensi biaya pengiriman maupun kendala kapasitas gudang menjadi perhatian utama. Hasilnya menunjukkan keseimbangan antara penghematan biaya dan efisiensi ruang.

Table 12. Simulasi Kebutuhan Ruang

AC	QItemA	QItemB	QItemC	QItemD	QItemE	Space needed
100	262006.6293	152975.981	50829.35536	198184.3825	39636.8765	18591.67546
98	256766.4967	149916.4614	49812.76825	194220.6948	38844.13897	18219.84195
75	196504.972	114731.9858	38122.01652	148638.2869	29727.65737	13943.75659
31	81222.05508	47422.55411	15757.10016	61437.15857	12287.43171	5763.419391
30	78601.98879	45892.7943	15248.80661	59455.31474	11891.06295	5577.502637
27	70741.78991	41303.51487	13723.92595	53509.78327	10701.95665	5019.752373
26	68121.72362	39773.75506	13215.63239	51527.93944	10305.58789	4833.835618
25	65501.65732	38243.99525	12707.33884	49546.09562	9909.219124	4647.918864

Metode ini menggunakan beberapa iterasi untuk mendapatkan hasil optimal dari jumlah pemesanan dengan kendala luas sampai didapatkan luas yang tidak melebihi luas yang ada di perusahaan. Berdasarkan Tabel 12 didapatkan hasil optimal ketika AC sebesar 25 dimana didapatkan kebutuhan luas yang paling optimal dari beberapa nilai AC yang lain.

Table 13. Kebutuhan Ruang dan Biaya Model EO, Inventori Multi Item dan Kebutuhan Luas

	Q	Variable Cost (Rp)	Space Needed
Item A	68.121,72	143.199.204,43	2.942,86
Item B	39.773,76	177.272.416,44	1.603,68
Item C	13.215,63	79.934.330,74	44,60
Item D	51.527,94	67.543.442,37	193,23
Item E	68.121,72	63.132.650,75	49,47
		531.082.044,73	4.833,84

Skenario ke 4 membuktikan bahwa kendala luas masih terpenuhi dengan luas Gudang maksimum sebesar 4887,52 tetapi untuk biaya nya sangat tinggi dibandingkan semua scenario yang ada

6) *Analisis Perbandingan Model*

Analisis perbandingan 4 skenario dilakukan untuk mengetahui perbedaan tiap scenario. Analisis ini dilakukan pada Gudang Material 2 dengan barang barang yang dibeli pada supplier yang sama. Berikut model model yang dibandingkan.

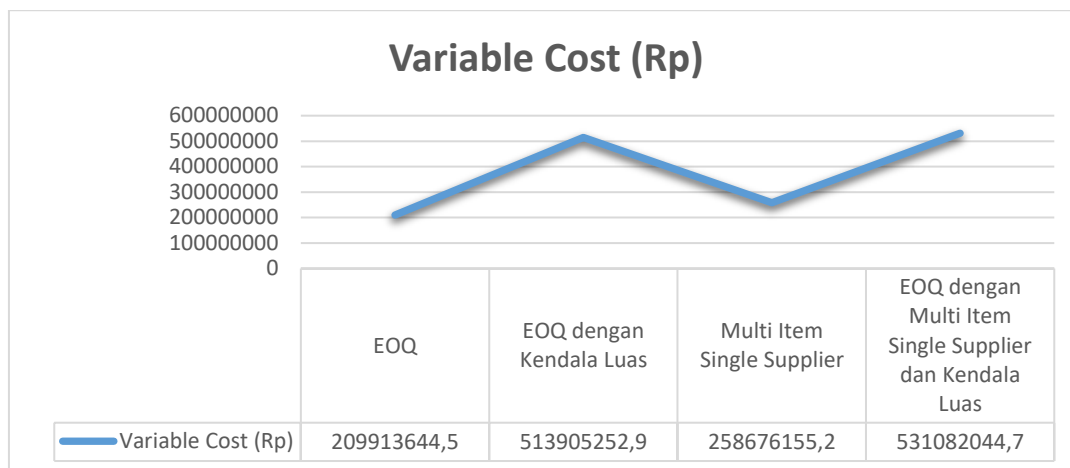
Skenario 1: Model tidak mempertimbangkan apa pun dan hanya menghitung EO untuk tiap tiap item material yang ada di Gudang.

Skenario 2: Model ini memperhatikan adanya kendala berupa Batasan luas Gudang sebesar 4896.

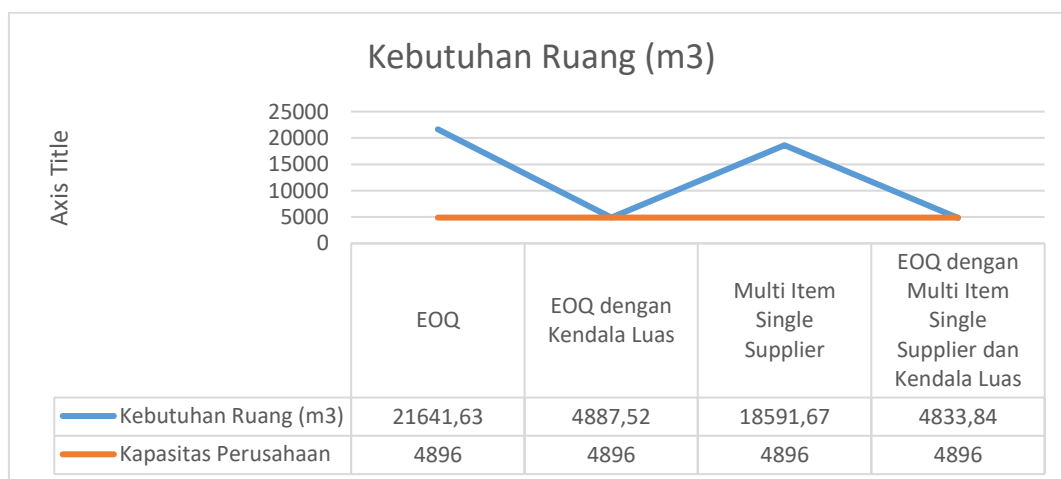
Skenario 3: Model ini mempertimbangkan multiple item single supplier, sehingga diasumsikan bahwa supplier mengirim dalam 1 kali dengan beberapa item yang dipesan.

Skenario 4: Model ini mengembangkan dari scenario 2 dan scenario 3

Keempat model dibandingkan menggunakan data parameter yang sama yaitu variable cost.

Gambar 1. Grafik Perbandingan *Variable Cost*

Gambar 1 dan 2 adalah grafik perbandingan beberapa scenario *inventory* dengan ukuran indicator yang dijadikan acuan adalah *variable cost* dan juga kebutuhan ruang. Hal yang diinginkan Perusahaan adalah pengeluaran biaya *inventory* yang kecil dan juga pemanfaatan ruang yang maksimum. Berdasarkan hasil dari Grafik perbandingan *variable cost* biaya untuk scenario 4 merupakan biaya yang paling mahal karena menggunakan kendala luas tetapi paling bisa diterapkan pada kendala keterbatasan ruang Gudang. Hal ini sering terjadi di Perusahaan, tingginya biaya *variable cost* terjadi karena jumlah pemesanan yang paling kecil sesuai ketersediaan ruangan sehingga menyebabkan naiknya biaya *ordering cost*.



Gambar 2. Grafik Perbandingan Kebutuhan Ruang

Penelitian ini melakukan simulasi terhadap empat skenario pengendalian persediaan dengan pendekatan multi-item *single-supplier* pada Gudang Material 2. Keempat skenario menggunakan parameter yang sama, yaitu biaya variabel sebagai dasar evaluasi ekonomi, serta kebutuhan ruang penyimpanan (m³) sebagai batasan fisik utama. Analisis ini penting untuk mengetahui model mana yang paling efisien secara biaya maupun ruang dalam kondisi riil gudang dengan keterbatasan kapasitas penyimpanan.

1. Skenario 1 – Model EOQ tanpa kendala apa pun:

Model ini menghasilkan biaya variabel paling rendah sebesar Rp209.913.644,50, namun membutuhkan ruang penyimpanan terbesar yaitu 21.641,63 m³. Hal ini terjadi karena setiap item dipesan pada kuantitas optimalnya masing-masing tanpa mempertimbangkan keterbatasan gudang. Secara ekonomi, model ini efisien, tetapi tidak layak diterapkan karena melampaui kapasitas gudang yang tersedia.

2. Skenario 2 – EOQ dengan Kendala Luas Gudang (*Constraints on Storage Space*):

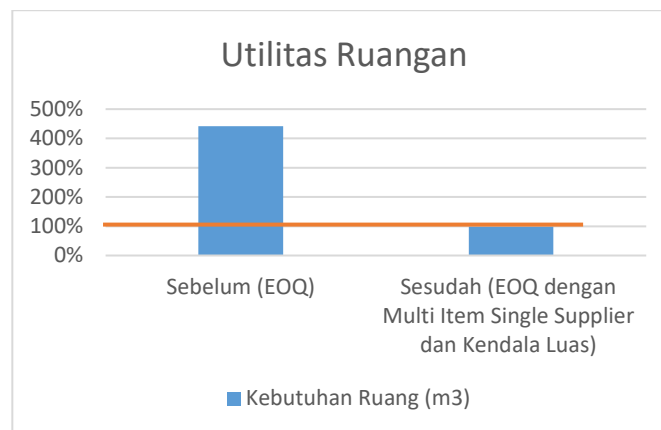
Dengan mempertimbangkan batasan kapasitas gudang maksimum 4.896 m³, model ini memaksa penyesuaian jumlah pemesanan untuk menyesuaikan ruang. Hasilnya, biaya variabel meningkat signifikan menjadi Rp513.905.252,90, namun kebutuhan ruang berhasil ditekan menjadi 4.887,52 m³. Model ini layak diterapkan, tetapi dari sisi biaya menjadi yang paling mahal karena kompromi ukuran lot menyebabkan frekuensi pemesanan meningkat.

3. Skenario 3 – *Multi-Item Single Supplier* (Tanpa Kendala Ruang):

Dalam skenario ini, diasumsikan semua item dikirim dalam satu kali pengiriman oleh supplier. Model ini lebih efisien dari sisi biaya pengiriman dan menghasilkan biaya variabel sebesar Rp258.676.155,17, dengan kebutuhan ruang sebesar 18.591,67 m³. Meskipun lebih hemat dibanding skenario 2, model ini tetap tidak *feasible* untuk diterapkan karena kebutuhan ruang melampaui kapasitas yang tersedia.

4. Skenario 4 – Multi-Item Single Supplier dengan Kendala Luas Gudang:

Skenario ini mengintegrasikan pendekatan pemesanan terpadu (*single shipment*) dan kendala ruang. Model ini menghasilkan biaya variabel sebesar Rp531.082.044,73, dan kebutuhan ruang sebesar 4.833,84 m³, yaitu masih dalam batas kapasitas gudang. Meskipun biaya variabelnya lebih tinggi dari skenario 3 dan 1, model ini merupakan satu-satunya skenario yang seimbang antara efisiensi ruang dan koordinasi pengiriman, sehingga lebih praktis untuk diimplementasikan secara operasional.



Gambar 3. Perbandingan Utilitas Ruang Sebelum dan Sesudah Penggunaan Skenario 4

Penggunaan sebelum adanya penelitian ini adalah dengan EOQ biasa dimana terdapat permasalahan barang yang terlalu banyak dan tidak cukup di Gudang Perusahaan. Berdasarkan hasil perbandingan Grafik Gambar 1 dan Gambar 2 biaya paling hemat adalah *scenario 1* namun tidak *feasible* karena kebutuhan ruang terlalu besar. Jika dianalisis terkait penghematan ruang, *scenario 4* paling baik dengan pendekatan realistis untuk implementasi. Solusi optimal secara praktis adalah *scenario 4* meskipun biaya tinggi namun memenuhi kendala ruang dan efisiensi dalam koordinasi pengiriman.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis keempat skenario model pengendalian persediaan pada Gudang Material 2, dapat disimpulkan bahwa setiap pendekatan memiliki keunggulan dan keterbatasannya masing-masing. Skenario 1 menunjukkan efisiensi biaya tertinggi namun tidak dapat diterapkan karena kebutuhan ruang yang melebihi kapasitas gudang. Skenario 2 berhasil menekan kebutuhan ruang hingga di bawah batas maksimum, tetapi menyebabkan lonjakan biaya yang signifikan. Skenario 3 menawarkan efisiensi biaya yang lebih baik dibanding skenario 2, namun masih belum *feasible* karena kebutuhan ruang yang besar. Sementara itu, Skenario 4 yang mengintegrasikan pendekatan *multi-item single supplier* dengan kendala ruang terbukti menjadi solusi paling seimbang, karena mampu memenuhi batasan fisik gudang sekaligus mempertahankan efisiensi logistik. Oleh karena itu, Skenario 4 direkomendasikan sebagai model yang paling realistis dan aplikatif untuk diterapkan dalam pengelolaan persediaan di Gudang Material 2.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Isrofi, D. N. Rachmaniar, and G. Hajar, "Pendekatan Simulatif untuk Meningkatkan Pemahaman Outbound Logistics A Simulative Approach to Improve Understanding of Outbound Logistics," vol. 9, no. 2, pp. 94–101, 2025, doi: 10.35194/jmtsi.v9i2.5163.
- [2] P. Y. Sastraguna *et al.*, "RAW MATERIAL SUPPLY PLANNING AND CONTROL IN BOKASHI BALM PRODUCT," Halaman, 2023.
- [3] D. M. Utama, S. Rubiyanti, and R. W. Wardana, "Optimization Multi-Item Lot Sizing Model involve Transportation and Capacity Constraint under Stochastic Demand using Aquila Optimizer," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 24, no. 1, pp. 31–50, 2023, doi: 10.22219/jtiumm.vol24.no1.31-50.

- [4] R. Y. H. Silitonga, L. R. Kristiana, and T. A. Parley, "A Multi-Item Probabilistic Inventory Model that Considers Expiration Factor, All Unit Discount Policy and Warehouse Capacity Constraints," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 23, no. 2, pp. 139–148, 2021, doi: 10.9744/jti.23.2.139-148.
- [5] D. Chakraborty and S. K. Ghosh, *Inventory and Production Management in Supply Chains*, 4th ed. CRC Press, 2020.
- [6] K. L. Helmes, R. H. Stockbridge, and C. Zhu, "Single-item continuous-review inventory models with random supplies," *Advances in Applied Probability*, vol. 57, no. 1, pp. 134–170, 2025, doi: 10.1017/apr.2024.23.
- [7] R. Septiansyah, "Faktor – Faktor Yang Berhubungan Dengan Kelelahan Mata Pada Pekerja Pengguna Komputer Di PT. Duta Astakona Girinda Tahun 2014," UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, 2014.
- [8] D. Arifin, E. Yusuf, and C. Charisma, "Fixed Order Interval Model for Multi Item Single Supplier Considering Lifetime and Minimum Order Quantity," *J Phys Conf Ser*, vol. 1179, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1179/1/012022.
- [9] D. Mwesummo, B. B. Nujen, and N. P. Kvadshem, "A Systematic Approach to Implementing Multi-sourcing Strategy in Engineer-to-Order Production," *IFIP Adv Inf Commun Technol*, vol. 633 IFIP, pp. 381–389, 2021, doi: 10.1007/978-3-030-85910-7_40.
- [10] K. Aritonang, M. Nainggolan, and A. V. Djunaedi, "Integrated supply chain for a single vendor and multiple buyers and products with crashing lead time," *International Journal of Technology*, vol. 11, no. 3, pp. 642–651, 2020, doi: 10.14716/ijtech.v11i3.3750.
- [11] K. Anshar, C. I. Erliana, and I. Salsabilla, "Sistem Persediaan Multi Item Dengan Kendala Luas Gudang Pada PT. XYZ," *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, vol. 22, no. 1, p. 33, 2023, doi: 10.20961/performa.22.1.72220.
- [12] E. Kusriani, "Sistem Persediaan Multi Item dengan Kendala Investasi dan Luas Gudang," *Teknoin*, vol. 10, no. 2, pp. 95–103, 2005, doi: 10.20885/teknoin.vol10.iss2.art2.
- [13] R. Y. H. Silitonga and E. E. L. B. Sembiring, "Inventory Policy for Retail Stores: A Multi-Item EOQ Model Considering Permissible Delay in Payment and Limited Warehouse Capacity," *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, vol. 21, no. 1, pp. 28–37, 2022, doi: 10.25077/josi.v21.n1.p28-37.2022.
- [14] L. A. San-José, M. González-De-la-Rosa, J. Sicilia, and J. Febles-Acosta, "An inventory model for multiple items assuming time-varying demands and limited storage," *Optim Lett*, vol. 16, no. 6, pp. 1935–1961, 2022, doi: 10.1007/s11590-021-01815-z.
- [15] K. Zoller, "DETERMINISTIC MULTI-ITEM INVENTORY SYSTEMS WITH LIMITED CAPACITY.," *Manage Sci*, vol. 24, no. 4, pp. 451–455, 1977, doi: 10.1287/mnsc.24.4.451.
- [16] M. J. Rosenblatt and U. G. Rothblum, "On the single resource capacity problem for multi-item inventory systems," *Oper Res*, vol. 38, no. 4, pp. 686–693, 1990, doi: 10.1287/opre.38.4.686.
- [17] G. Gallego, M. Queyranne, and D. Simchi-Levi, "Single resource multi-item inventory systems," *Oper Res*, vol. 44, no. 4, pp. 580–595, 1996, doi: 10.1287/opre.44.4.580.
- [18] L. A. San-José, M. González-De-la-Rosa, J. Sicilia, and J. Febles-Acosta, "An inventory model for multiple items assuming time-varying demands and limited storage," *Optim Lett*, vol. 16, no. 6, pp. 1935–1961, Jul. 2022, doi: 10.1007/s11590-021-01815-z.
- [19] I. G. A. Widyadana, T. Octavia, A. Handojo, and E. Hendrianta, "Inventory models for multi items stock-dependent demand and stock-dependent holding rate with capacity constraint," in *AIP Conference Proceedings*, American Institute of Physics Inc., Jan. 2024. doi: 10.1063/5.0181412.
- [20] R. Ferdian and A. H. Halim, "Dynamic lot sizing model for retailers with multi suppliers, quantity discounts, and capacity constraints that consider advance demand informations," *International Journal of Production Management and Engineering*, vol. 12, no. 2, pp. 158–168, 2024, doi: 10.4995/ijpme.2024.20977.
- [21] A. Fallahi, E. Amani Bani, and S. T. A. Niaki, "A constrained multi-item EOQ inventory model for reusable items: Reinforcement learning-based differential evolution and particle swarm optimization," *Expert Syst Appl*, vol. 207, p. 118018, Nov. 2022, doi: 10.1016/j.eswa.2022.118018.
- [22] D. Panda and M. Maiti, "Multi-item inventory models with price dependent demand under flexibility and reliability consideration and imprecise space constraint: A geometric programming approach," *Mathematical and Computer Modelling*, vol. 49, no. 9–10, pp. 1733–1749, 2009, doi: 10.1016/j.mcm.2008.10.019.
- [23] D. Panda and M. Maiti, "Multi-item inventory models with price dependent demand under flexibility and reliability consideration and imprecise space constraint: A geometric programming approach," *Math Comput Model*, vol. 49, no. 9–10, pp. 1733–1749, May 2009, doi: 10.1016/j.mcm.2008.10.019.
- [24] željko STEVIĆ and B. MERĀMA, "ABC/XYZ Inventory Management Model in a Construction Material Warehouse," *Alphanumeric Journal*, vol. 9, no. 2, pp. 325–334, 2021, doi: 10.17093/alphanumeric.1052034.

- [25] D. Waters, *Inventory Control and Management*, Second. 2003.
- [26] D. Waters, *Inventory Control and Management*. Chichester, England: John Wiley & Sons, 2003.
- [27] S. N. Bahagia, *Sistem Persediaan*. Bandung: ITB, 2006.