

Sistem Pendukung Keputusan Persediaan Besi Menggunakan Metode *Economic Order Quantity* Berbasis Web Dengan Validasi Kapasitas Gudang

Web-Based Decision Support System for Steel Inventory Using EOQ with Warehouse Capacity Validation

Mochamad Iqbal Ramadhan¹, Bambang Sujatmiko²

¹²Program Studi Sistem Informasi, Universitas Hasyim Asy'ari Tebuireng Jombang, Indonesia

E-mail: ¹iqbal@mhs.unhasy.ac.id, ²bsujatmiko@unhasy.ac.id

Abstrak

Pengelolaan persediaan yang mengandalkan intuisi pemilik toko tanpa landasan matematis kerap memunculkan dua permasalahan klasik, yakni kelebihan stok (overstock) yang membekukan modal dan kekosongan stok (stockout) yang menghilangkan potensi pendapatan. Persoalan ini semakin kompleks ketika keterbatasan kapasitas fisik gudang tidak turut diperhitungkan dalam setiap keputusan pengadaan. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun Sistem Pendukung Keputusan (SPK) berbasis web yang mengimplementasikan metode Economic Order Quantity (EOQ) guna menghasilkan rekomendasi kuantitas pesanan optimal (Q^*) dan titik pemesanan kembali (Reorder Point/ROP), sekaligus mengintegrasikan kapasitas fisik gudang sebesar 504 m³ sebagai parameter validasi. Novelty penelitian ini terletak pada penambahan variabel volume fisik per satuan barang (m³) sebagai constraint dalam sistem SPK berbasis web, yang membedakannya dari implementasi EOQ konvensional. Sistem dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan basis data MySQL mengikuti model pengembangan Waterfall. Hasil pengujian Black Box Testing terhadap 21 skenario pada 5 modul utama seluruhnya dinyatakan valid. Validasi perhitungan manual terhadap 15 produk besi menunjukkan bahwa nilai Q^* dan ROP yang dihasilkan sistem identik dengan perhitungan teoritis. Sistem juga berhasil mendeteksi produk yang melampaui kapasitas gudang secara otomatis dan memberikan notifikasi peringatan kepada pengguna.

Kata Kunci: Sistem Pendukung Keputusan, Economic Order Quantity, Manajemen Persediaan, Kapasitas Gudang, Reorder Point

Abstract

Inventory management that relies solely on the owner's intuition without a mathematical basis often leads to two classic problems: overstock that freezes working capital and stockout that eliminates revenue potential. This problem becomes more complex when the physical warehouse capacity is not considered in procurement decisions. This study aims to design and develop a web-based Decision Support System

(DSS) implementing the Economic Order Quantity (EOQ) method to generate optimal order quantity (Q^*) and Reorder Point (ROP) recommendations, while integrating the physical warehouse capacity of 504 m^3 as a validation parameter. The novelty of this research lies in incorporating physical volume per item unit (m^3) as a warehouse capacity constraint within the web-based DSS, differentiating it from conventional EOQ implementations. The system was built using PHP with a MySQL database following the Waterfall development model. Black Box Testing across 21 scenarios on 5 main modules yielded entirely valid results. Manual calculation validation on 15 steel products confirmed that Q^* and ROP values produced by the system are identical to theoretical calculations. The system also successfully auto-detects products exceeding warehouse capacity and notifies the user.

Keywords: Decision Support System, Economic Order Quantity, Inventory Management, Warehouse Capacity, Reorder Point

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor perdagangan material konstruksi di Indonesia, khususnya yang bergerak pada komoditas besi dan baja, memiliki karakteristik operasional yang unik. Produk-produk yang diperdagangkan umumnya bervolume besar, berdimensi panjang, serta memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi per unitnya [1]. Kondisi ini menempatkan manajemen persediaan sebagai elemen kritis yang langsung berdampak pada kesehatan arus kas dan efisiensi operasional toko.

Toko Jaya Besi yang berlokasi di Kecamatan Tembelang, Kabupaten Jombang, merupakan salah satu pelaku usaha ritel material konstruksi yang menyediakan berbagai produk besi, meliputi besi *hollow*, besi galvanis, baja ringan, plat besi, plat strip, dan pipa besi. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara pada tahap pengumpulan data, ditemukan bahwa seluruh keputusan pengadaan barang di toko ini masih bertumpu pada penilaian subjektif pemilik tanpa instrumen perhitungan terukur. Akibatnya, toko kerap mengalami ketidakseimbangan persediaan, di satu sisi terdapat jenis besi yang menumpuk melebihi kebutuhan, sementara di sisi lain beberapa jenis besi habis sebelum pengiriman dari pemasok tiba [2].

Permasalahan bertambah pelik mengingat gudang penyimpanan toko hanya berkapasitas sekitar 504 m^3 ($7 \text{ m} \times 18 \text{ m} \times 4 \text{ m}$). Keterbatasan ruang fisik ini sering kali luput dari pertimbangan ketika pemilik memutuskan jumlah barang yang akan dipesan [3]. Pengadaan produk bervolume besar tanpa memperhitungkan ketersediaan ruang dapat menciptakan penumpukan yang menghambat sirkulasi barang dan meningkatkan risiko kerusakan material akibat penyimpanan yang tidak tepat, sekaligus membengkakkan *holding cost* [4].

1.2 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji penerapan metode EOQ dalam konteks manajemen persediaan material. Gulo dkk. [2] meneliti pengendalian persediaan pada Toko Besi Sadarman di Kota Gunungsitoli dan membuktikan bahwa penerapan EOQ mampu menghasilkan kuantitas pesanan yang lebih ekonomis serta menurunkan total biaya persediaan secara signifikan. Namun, penelitian ini masih

bersifat analisis kalkulatif manual dan belum diwujudkan dalam sistem informasi berbasis *web* yang dapat dioperasikan secara langsung oleh pemilik toko.

Putra dan Wijaya [5] melakukan analisis pengendalian persediaan menggunakan EOQ dan menemukan bahwa metode ini mampu menekan biaya persediaan melalui penentuan jumlah pemesanan optimal yang menyeimbangkan *ordering cost* dan *holding cost*. Meskipun demikian, penelitian tersebut tidak menyertakan variabel kapasitas fisik gudang sebagai batasan nyata dalam perhitungan, sehingga rekomendasi yang dihasilkan belum tentu dapat diterapkan pada kondisi gudang dengan ruang terbatas.

Pratama dan Saputra [6] mengoptimasi persediaan material konstruksi dengan kombinasi EOQ dan *safety stock* untuk skala proyek besar. Penelitian ini menekankan pentingnya ketepatan *lead time* untuk menjaga kelancaran proyek, namun menggunakan skala tahunan yang kurang adaptif terhadap fluktuasi permintaan bulanan yang dinamis di toko ritel. Hidayat dan Santoso [7] juga melakukan analisis EOQ pada toko bangunan dan berhasil menunjukkan adanya potensi penurunan total biaya persediaan melalui penetapan *Reorder Point* yang tepat. Sayangnya, penelitian tersebut masih bersifat analisis konseptual dan belum diimplementasikan ke dalam platform digital.

Nugroho dkk. [8] membangun sistem pendukung keputusan untuk optimalisasi stok barang menggunakan pendekatan Fuzzy-AHP di Beezy Petshop dan membuktikan bahwa digitalisasi manajemen persediaan mampu meningkatkan efisiensi operasional. Akan tetapi, penelitian tersebut berfokus pada metode multikriteria dan tidak mengintegrasikan formula EOQ maupun validasi kapasitas fisik gudang dalam rekomendasinya.

1.3 Research Gap

Berdasarkan kajian terhadap penelitian-penelitian terdahulu, terdapat celah penelitian (*research gap*) yang signifikan: belum ada penelitian yang secara eksplisit mengintegrasikan kapasitas fisik gudang dalam satuan volume (m^3) sebagai parameter validasi (*constraint*) ke dalam sistem SPK berbasis *web* yang mengimplementasikan metode EOQ. Mayoritas penelitian terdahulu menghitung Q^* secara matematis tanpa memverifikasi apakah kuantitas pesanan optimal tersebut secara fisik dapat ditampung dalam gudang yang tersedia. Kondisi ini menjadikan rekomendasi yang dihasilkan berpotensi tidak realistis untuk diimplementasikan, khususnya pada UMKM dengan infrastruktur penyimpanan terbatas seperti Toko Jaya Besi [3].

1.4 Novelty Penelitian

Kebaruan (*novelty*) yang ditawarkan dalam penelitian ini adalah pengembangan SPK berbasis *web* yang mengintegrasikan variabel volume fisik per satuan barang (m^3) sebagai *constraint* kapasitas gudang ke dalam algoritma EOQ. Sistem secara otomatis memvalidasi setiap hasil Q^* dengan membandingkan volume total pesanan terhadap sisa kapasitas rak penyimpanan, kemudian memberikan status "Aman" atau "Melebihi Kapasitas" disertai notifikasi peringatan kepada pengguna. Pendekatan ini menghasilkan rekomendasi pengadaan yang tidak hanya optimal secara ekonomi, tetapi juga realistis secara fisik, sebuah kontribusi yang belum ditemukan pada penelitian-penelitian sebelumnya dalam domain yang sama.

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian permasalahan dan celah penelitian di atas, penelitian ini memiliki dua tujuan utama: (1) merancang dan membangun Sistem Pendukung Keputusan berbasis *web* yang mengimplementasikan metode EOQ dengan integrasi validasi kapasitas fisik gudang untuk Toko Jaya Besi; dan (2) menganalisis efektivitas sistem dalam menghasilkan nilai Q^* dan ROP yang akurat melalui pengujian *Black Box Testing* dan validasi perhitungan manual, serta membuktikan kemampuan sistem dalam mendeteksi potensi pelampauan kapasitas gudang secara otomatis.

1.6 Sistem Pendukung Keputusan

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) merupakan perangkat berbasis komputer yang memadukan data, model analitik, dan antarmuka yang ramah pengguna untuk membantu proses pengambilan keputusan secara lebih terstruktur dan objektif [9]. SPK tidak dirancang untuk menggantikan peran pengambil keputusan, melainkan hadir sebagai mitra intelektual yang memperkaya kualitas keputusan melalui penyajian informasi relevan dan hasil analisis terukur. Dalam konteks manajemen logistik dan persediaan, SPK berperan penting dalam mengintegrasikan variabel-variabel kompleks seperti tingkat permintaan, biaya operasional, dan batasan kapasitas fisik menjadi satu kesatuan rekomendasi yang mudah dipahami [8].

1.7 Metode Economic Order Quantity (EOQ)

EOQ adalah model matematis klasik dalam manajemen persediaan yang bertujuan menentukan jumlah pemesanan paling efisien dengan cara menyeimbangkan biaya pemesanan (*ordering cost*) dan biaya penyimpanan (*holding cost*) [1]. Semakin sering suatu barang dipesan, biaya pemesanan per periode meningkat namun biaya penyimpanan berkurang karena stok rata-rata menjadi lebih kecil. Sebaliknya, jika pemesanan dilakukan dalam jumlah besar sekaligus, biaya pemesanan per periode rendah tetapi biaya penyimpanan membengkak. EOQ menemukan titik keseimbangan optimal dari dua kondisi tersebut [4]. Formula dasar EOQ adalah sebagai berikut:

$$Q^* = \sqrt{(2 \times D \times S / H)}$$

Keterangan: Q^* = kuantitas pesanan optimal (unit); D = permintaan per periode (unit/bulan); S = biaya setiap kali pemesanan (Rp); H = biaya penyimpanan per unit per periode (Rp).

1.8 Reorder Point (ROP) dan Safety Stock

Reorder Point adalah ambang batas stok yang menjadi sinyal bahwa pemesanan ulang harus segera dilakukan agar barang tiba sebelum stok habis digunakan selama masa tunggu (*lead time*) [7]. Rumus yang digunakan adalah:

$$ROP = d \times L$$

Di mana d adalah rata-rata pemakaian harian dan L adalah *lead time* dalam hari. Dalam kondisi permintaan yang berfluktuasi, stok pengaman (*safety stock*) ditambahkan pada perhitungan ROP untuk menjamin ketersediaan barang di tengah ketidakpastian [6].

1.9 Model Pengembangan Waterfall

Model *Waterfall* merupakan pendekatan pengembangan perangkat lunak yang bersifat linear dan sekuensial, di mana setiap fase harus tuntas sebelum fase berikutnya dimulai. Tahapan yang dilalui meliputi analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi kode, pengujian, dan pemeliharaan [9].

Pemilihan model *Waterfall* dibandingkan pendekatan *Agile* atau *Scrum* pada penelitian ini didasarkan pada karakteristik proyek yang berbeda dari pengembangan perangkat lunak komersial berskala besar. Pertama, kebutuhan sistem telah terdefinisi secara relatif utuh sejak tahap observasi dan wawancara awal dengan pemilik Toko Jaya Besi, mencakup variabel EOQ, struktur data barang, serta batasan kapasitas gudang, sehingga potensi perubahan kebutuhan di tengah proses pengembangan tergolong kecil. Kedua, sistem dikembangkan oleh satu orang pengembang dengan tenggat waktu akademik yang tetap, sehingga tidak diperlukan mekanisme koordinasi lintas tim secara inkremental seperti *sprint* dan *backlog* bersama sebagaimana lazim pada *Scrum*. Ketiga, dokumentasi tahapan yang runtut pada model *Waterfall* lebih sesuai dengan kebutuhan pelaporan skripsi yang menuntut kejelasan alur analisis, perancangan, implementasi, dan pengujian secara sistematis. Sebaliknya, pendekatan *Agile* atau *Scrum* lebih unggul diterapkan pada proyek dengan kebutuhan yang berubah secara dinamis dan melibatkan umpan balik pengguna secara berkelanjutan pada tiap iterasi, kondisi yang tidak sepenuhnya berlaku pada pengembangan sistem berskala kecil dengan spesifikasi yang relatif tetap seperti pada penelitian ini [9].

1.10 Black Box Testing

Black Box Testing adalah metode pengujian perangkat lunak yang berfokus pada validasi fungsionalitas sistem dari sudut pandang pengguna akhir, tanpa perlu memeriksa detail kode internal [10]. Pengujian dilakukan dengan memberikan masukan (*input*) tertentu kemudian mengamati apakah keluaran (*output*) yang dihasilkan sesuai dengan yang diharapkan. Metode ini efektif untuk mendeteksi ketidaksesuaian antara perilaku sistem dengan spesifikasi kebutuhan yang telah ditetapkan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Alur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahapan yang saling berkesinambungan, dimulai dari identifikasi masalah di lapangan, pengumpulan data, perancangan dan implementasi sistem, hingga pengujian dan evaluasi hasil. Pendekatan pengembangan sistem mengikuti model *Waterfall* yang terdiri dari tahap analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan [9].

2.2 Pengumpulan Data

Data primer diperoleh melalui tiga teknik utama. Pertama, observasi langsung ke area pergudangan Toko Jaya Besi untuk mengukur dimensi fisik gudang dan menginventarisasi jenis-jenis produk besi beserta dimensi per unitnya. Kedua, wawancara mendalam dengan pemilik toko untuk menggali informasi komponen biaya yang menjadi variabel utama EOQ, yaitu biaya pemesanan (mencakup biaya transportasi, administrasi, dan komunikasi dengan pemasok), biaya penyimpanan (mencakup biaya perawatan material dan risiko penyusutan), serta kebijakan *lead*

time yang berlaku. Ketiga, studi dokumentasi terhadap catatan penjualan bulanan toko guna memperoleh data permintaan historis untuk setiap jenis produk [11].

2.3 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam perhitungan EOQ terdiri dari tiga komponen utama: permintaan bulanan (D) dalam satuan batang/lembar, biaya pemesanan (S) dalam satuan rupiah per transaksi, dan biaya penyimpanan (H) dalam satuan rupiah per unit per bulan. Selain ketiga variabel ekonomi tersebut, penelitian ini menambahkan satu variabel fisik berupa volume per satuan barang (m^3) yang digunakan untuk menghitung total kebutuhan ruang gudang dari setiap rekomendasi pemesanan yang dihasilkan [3]. Penambahan variabel volume inilah yang menjadi pembeda utama penelitian ini dari studi-studi EOQ sebelumnya.

Adapun data aktual variabel EOQ dari 15 produk besi yang menjadi objek penelitian disajikan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Data Variabel Input EOQ

No.	Nama Barang	Demand (D)	Biaya Pesan (S)	Biaya Simpan (H)	Lead Time
1	Baja Ringan / Kanal C	14 unit/bln	Rp125.000	Rp1.900/unit/b ln	3 Hari
2	Besi Beton Polos Ø8mm×6m	1 unit/bln	Rp100.000	Rp1.660/unit/b ln	3 Hari
3	Plat Besi STD 1.2×2.4m×1.5 mm	1 unit/bln	Rp125.000	Rp5.000/unit/b ln	3 Hari
4	Plat Strip 3mm×3cm×6m	258 unit/bln	Rp100.000	Rp320/unit/bln	3 Hari
5	Besi Galvanis Ø19mm×2m	21 unit/bln	Rp100.000	Rp1.500/unit/b ln	3 Hari
6	Besi Galvanis TP Ø25mm×2m	2 unit/bln	Rp100.000	Rp1.120/unit/b ln	3 Hari
7	Besi Galvanis Ø19mm×3m	15 unit/bln	Rp100.000	Rp2.040/unit/b ln	3 Hari
8	Pipa Besi 3/4"×6m	10 unit/bln	Rp100.000	Rp1.360/unit/b ln	3 Hari
9	Besi Galvanis Ø19mm×6m	60 unit/bln	Rp125.000	Rp4.200/unit/b ln	3 Hari
10	Besi Galvanis BS Ø12mm×6m	131 unit/bln	Rp75.000	Rp240/unit/bln	3 Hari
11	Besi Hollow 20×40mm×1.2 mm×6m	19 unit/bln	Rp100.000	Rp1.060/unit/b ln	3 Hari
12	Besi Hollow 30×30mm×1.2 mm×6m	6 unit/bln	Rp100.000	Rp1.100/unit/b ln	3 Hari
13	Besi Hollow 30×60mm×1.4 mm×6m	2 unit/bln	Rp100.000	Rp2.000/unit/b ln	3 Hari

14	Besi Hollow 40×40mm×1.2 mm×6m	161 unit/bln	Rp125.000	Rp1.600/unit/b ln	3 Hari
15	Besi Hollow 40×60mm×1.4 mm×6m	93 unit/bln	Rp125.000	Rp2.200/unit/b ln	3 Hari

Sumber: Data primer Toko Jaya Besi, 2026

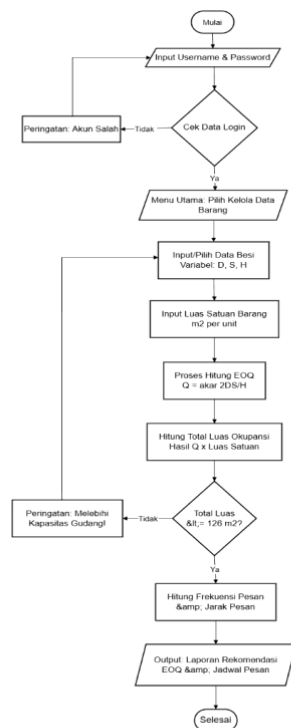
2.4 Perancangan Sistem

Sistem yang dibangun diberi nama *JB27 EOQ Jaya Besi* dan terdiri dari beberapa modul utama yang saling terintegrasi. Alur kerja sistem secara keseluruhan dimulai dari proses autentikasi pengguna, pengelolaan data master barang beserta parameter EOQ, kemudian eksekusi formula EOQ secara otomatis untuk menghasilkan nilai Q^* , ROP, frekuensi pemesanan, dan total biaya persediaan. Sebelum hasil ditampilkan, sistem melakukan validasi kapasitas dengan cara mengalikan nilai Q^* dengan volume per satuan barang, kemudian membandingkannya dengan sisa kapasitas ruang pada rak penyimpanan. Apabila volume yang dibutuhkan melampaui sisa kapasitas, sistem menampilkan status "Melebihi Kapasitas" beserta notifikasi peringatan [3].

Arsitektur basis data yang digunakan terdiri dari empat entitas utama: tabel *users* untuk autentikasi, tabel *barang* untuk menyimpan informasi produk beserta variabel EOQ dan volume fisik per satuan, tabel *gudang* untuk menyimpan konfigurasi dimensi dan kapasitas gudang, serta tabel *perhitungan_eoq* untuk menyimpan riwayat hasil kalkulasi sistem [12].

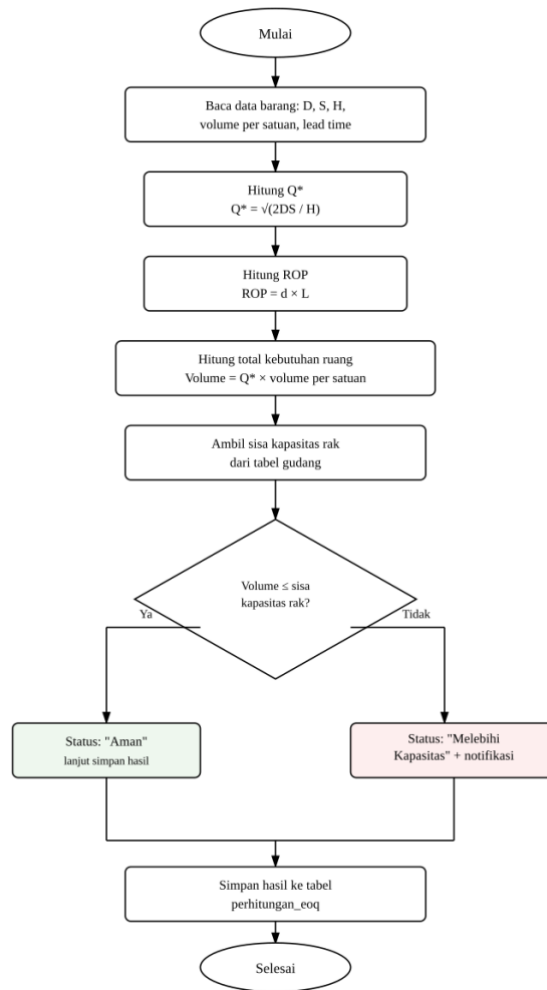


Gambar 1. Use Case Diagram Sistem

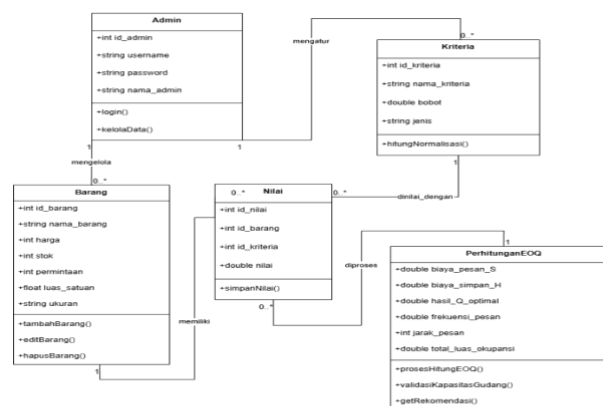


Gambar 2. Flowchart Alur Sistem

Secara lebih rinci, alur proses inti pada flowchart di atas, yakni tahap perhitungan EOQ hingga validasi kapasitas gudang, dijalankan sistem melalui tahapan berikut. Sistem terlebih dahulu membaca nilai permintaan bulanan (D), biaya pesan (S), dan biaya simpan (H) dari data barang yang dipilih, kemudian menghitung nilai Q^* menggunakan formula EOQ. Nilai Q^* tersebut selanjutnya digunakan untuk menghitung ROP berdasarkan rata-rata pemakaian harian dan *lead time* barang yang bersangkutan. Setelah nilai Q^* dan ROP diperoleh, sistem mengalikan Q^* dengan volume per satuan barang untuk mendapatkan total kebutuhan ruang penyimpanan, lalu membandingkannya dengan sisa kapasitas rak yang tercatat pada tabel gudang. Apabila total kebutuhan ruang tidak melampaui sisa kapasitas, sistem menetapkan status "Aman"; sebaliknya, jika kebutuhan ruang melampaui sisa kapasitas, sistem menetapkan status "Melebihi Kapasitas" dan menampilkan notifikasi peringatan kepada pengguna sebelum hasil akhir disimpan ke tabel riwayat perhitungan. Rangkaian tahapan inilah yang membedakan alur EOQ pada sistem ini dari implementasi EOQ konvensional yang berhenti pada perhitungan Q^* dan ROP tanpa validasi kapasitas fisik.



Gambar 3. Flowchart Detail Proses EOQ, ROP, dan Validasi Kapasitas Gudang



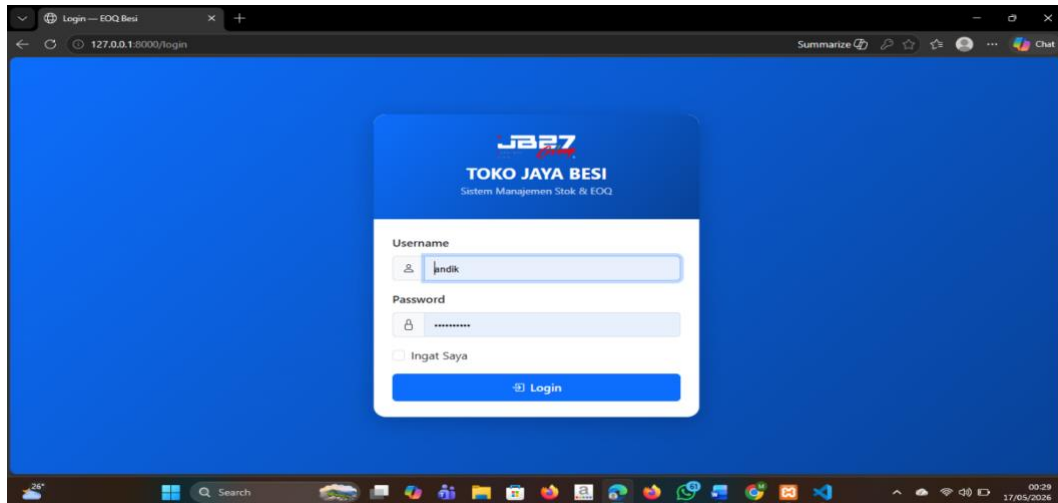
Gambar 4. Class Diagram

3. PEMBAHASAN DAN HASIL

3.1 Implementasi Antarmuka Sistem

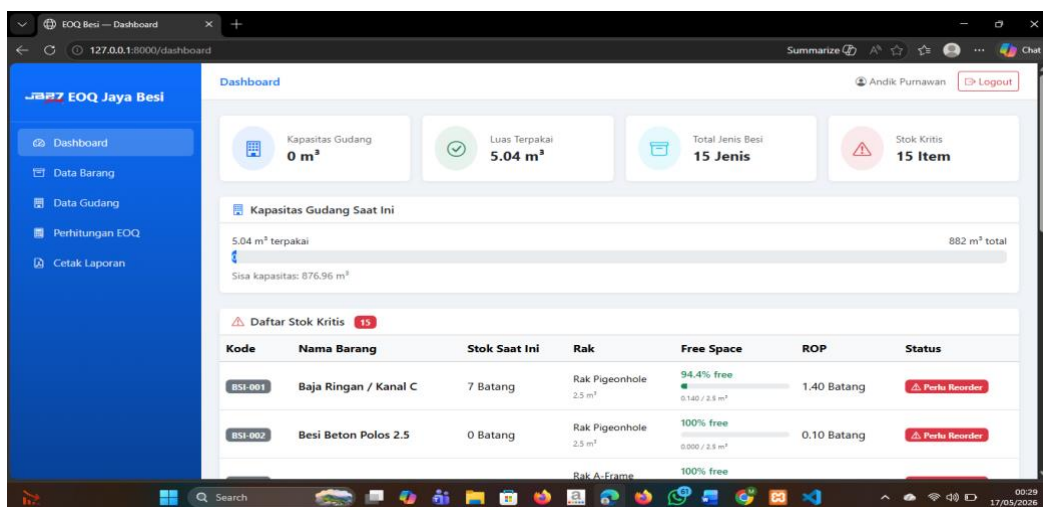
Sistem berhasil diimplementasikan menggunakan PHP dengan basis data MySQL dan dapat diakses melalui *browser* web. Seluruh modul dirancang menggunakan pendekatan *User-Centered Design* agar antarmuka intuitif bagi pemilik toko. Berikut adalah penjelasan dari setiap modul yang telah berhasil dibangun.

Halaman *Login* berfungsi sebagai gerbang keamanan sistem. Pengguna diwajibkan memasukkan *username* dan *password* yang valid untuk mendapatkan akses. Sistem memvalidasi kredensial terhadap basis data; jika tidak valid, pesan kesalahan ditampilkan secara langsung.



Gambar 5. Halaman Login

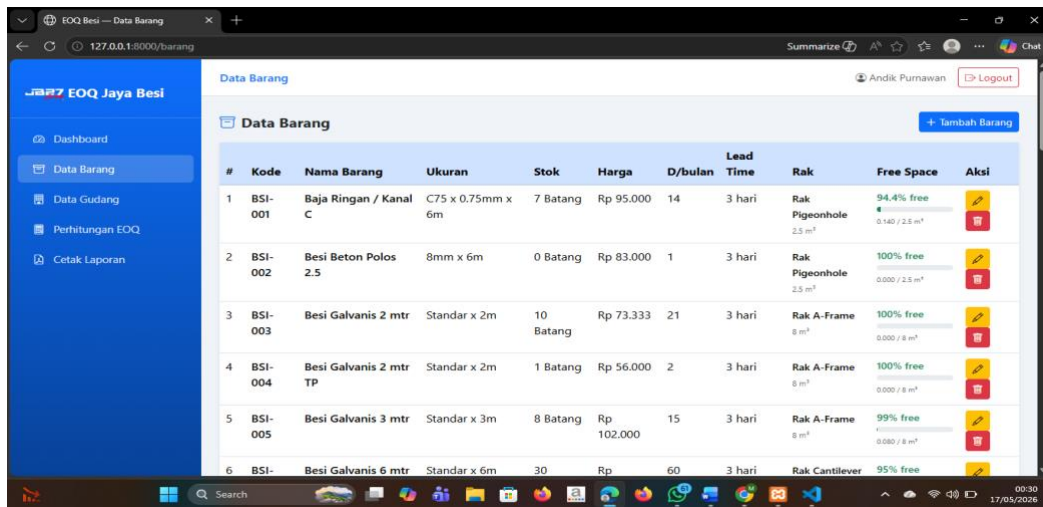
Halaman *Dashboard* menyajikan ringkasan kondisi persediaan secara *real-time* dalam satu tampilan komprehensif. *Dashboard* menampilkan empat kartu informasi utama: total kapasitas gudang, volume terpakai, jumlah jenis besi, dan jumlah item berstatus kritis. Tabel daftar stok kritis beserta nilai ROP masing-masing produk juga ditampilkan sehingga pemilik toko dapat segera mengambil tindakan tanpa membuka menu lain.



Gambar 6. Halaman Dashboard

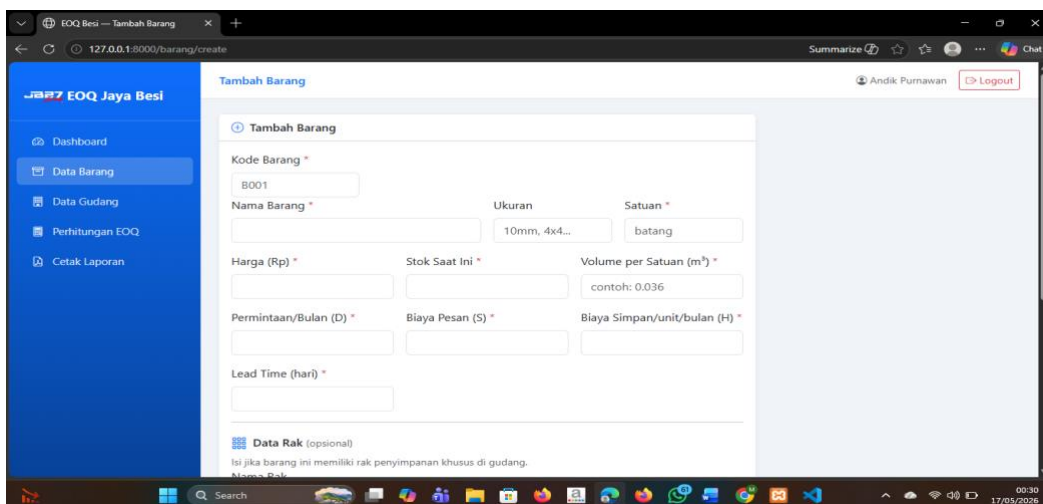
Halaman Data Barang memfasilitasi pengelolaan inventaris secara menyeluruh. Formulir tambah barang menyediakan *field* volume per satuan (m^3) yang menjadi kunci validasi kapasitas fisik gudang. *Field* ini merupakan diferensiasi

utama sistem dibandingkan aplikasi EOQ konvensional, karena memungkinkan sistem memproyeksikan kebutuhan ruang nyata dari setiap rekomendasi pemesanan.



#	Kode	Nama Barang	Ukuran	Stok	Harga	D/bulan	Lead Time	Rak	Free Space	Aksi
1	BSI-001	Baja Ringan / Kanal C	C75 x 0.75mm x 6m	7 Batang	Rp 95.000	14	3 hari	Rak Pigeonhole 2.5 m³	94.4% free 0.140 / 2.5 m³	[Edit] [Delete]
2	BSI-002	Besi Beton Polos 2.5	8mm x 6m	0 Batang	Rp 83.000	1	3 hari	Rak Pigeonhole 2.5 m³	100% free 0.000 / 2.5 m³	[Edit] [Delete]
3	BSI-003	Besi Galvanis 2 mtr	Standar x 2m	10 Batang	Rp 73.333	21	3 hari	Rak A-Frame 8 m³	100% free 0.000 / 8 m³	[Edit] [Delete]
4	BSI-004	Besi Galvanis 2 mtr TP	Standar x 2m	1 Batang	Rp 56.000	2	3 hari	Rak A-Frame 8 m³	100% free 0.000 / 8 m³	[Edit] [Delete]
5	BSI-005	Besi Galvanis 3 mtr	Standar x 3m	8 Batang	Rp 102.000	15	3 hari	Rak A-Frame 8 m³	99% free 0.080 / 8 m³	[Edit] [Delete]
6	BSI-	Besi Galvanis 6 mtr	Standar x 6m	30	Rp	60	3 hari	Rak Cantilever	95% free	[Edit] [Delete]

Gambar 7. Halaman Data Barang



Tambah Barang

Kode Barang *
B001

Nama Barang *
Ukuran: 10mm, 4x4... Satuan: batang

Harga (Rp) *
Stok Saat Ini *
Volume per Satuan (m³) *
contoh: 0.036

Permintaan/Bulan (D) *
Biaya Pesan (S) *
Biaya Simpan/unit/bulan (H) *

Lead Time (hari) *

Data Rak (optional)
Isi jika barang ini memiliki rak penyimpanan khusus di gudang.

Gambar 8. Formulir Tambah Barang

Halaman Perhitungan EOQ merupakan inti sistem ini. Pengguna dapat menjalankan perhitungan secara individual maupun *batch* untuk seluruh produk sekaligus menggunakan tombol "Hitung Semua". Hasil perhitungan menampilkan nilai Q^* , ROP, frekuensi pemesanan, jarak antar pemesanan, total biaya persediaan, dan status kapasitas gudang dalam satu tampilan tabel yang ringkas.

The screenshot displays the 'Perhitungan EOQ' (EOQ Calculation) page of the 'JIRSI EOQ Jaya BESI' system. The page features a sidebar with navigation options: Dashboard, Data Barang, Data Gudang, Perhitungan EOQ (selected), and Cetak Laporan. The main content area shows a table with 10 rows of inventory items. Each row includes columns for item number, name, stock, delivery month, calculated EOQ (Q*), ROP, warehouse status, and actions (Hitung EOQ and Riwayat). The status for most items is 'Aman' (Safe), while item 7 is marked 'Melebihi Kapasitas' (Exceeds Capacity). Buttons for 'Hitung Semua' and 'Export Semua PDF' are located at the top right of the table.

#	Nama Barang	Stok	D/bulan	Q* Terakhir	ROP Terakhir	Status Gudang	Aksi
1	Baja Ringan / Kanal C	7 Batang	14	94.03 Batang	1.40 Batang	Aman	[Hitung EOQ] [Riwayat]
2	Besi Beton Polos 2.5	0 Batang	1	26.89 Batang	0.10 Batang	Aman	[Hitung EOQ] [Riwayat]
3	Besi Galvanis 2 mtr	10 Batang	21	131.02 Batang	2.10 Batang	Aman	[Hitung EOQ] [Riwayat]
4	Besi Galvanis 2 mtr TP	1 Batang	2	46.29 Batang	0.20 Batang	Aman	[Hitung EOQ] [Riwayat]
5	Besi Galvanis 3 mtr	8 Batang	15	93.93 Batang	1.50 Batang	Aman	[Hitung EOQ] [Riwayat]
6	Besi Galvanis 6 mtr	30 Batang	60	130.93 Batang	6.00 Batang	Aman	[Hitung EOQ] [Riwayat]
7	Besi Galvanis BS	66 Batang	131	809.32 Batang	13.10 Batang	Melebihi Kapasitas	[Hitung EOQ] [Riwayat]
8	Besi Hollow 2/4	10 Batang	19	146.66 Batang	1.90 Batang	Aman	[Hitung EOQ] [Riwayat]
9	Besi Hollow 3/3	3 Batang	6	80.90 Batang	0.60 Batang	Aman	[Hitung EOQ] [Riwayat]
10	Besi Hollow 3/6	1 Batang	2	34.64 Batang	0.20 Batang	Aman	[Hitung EOQ] [Riwayat]

Gambar 9. Halaman Perhitungan EOQ

3.2 Hasil Perhitungan EOQ Sistem

Berdasarkan data variabel yang telah diinput, sistem menjalankan algoritma EOQ dan menghasilkan nilai Q* serta ROP untuk seluruh 15 produk besi. Rangkuman hasil perhitungan disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil Perhitungan EOQ Sistem

Kode	Nama Barang	D	S (Rp)	H (Rp)	EOQ (Q*)	ROP
BSI-001	Baja Ringan Kanal C 75×0.75mm×6m	14	125.000	1.900	43	2
BSI-002	Besi Beton Polos Ø8mm×6m	1	100.000	1.660	11	1
BSI-023	Plat Besi STD 1.2×2.4m×1.5mm	1	125.000	5.000	7	1
BSI-031	Plat Strip 3mm×3cm×6m	258	100.000	320	402	26
BSI-003	Besi Galvanis Ø19mm×2m	21	100.000	1.500	53	3
BSI-004	Besi Galvanis TP Ø25mm×2m	2	100.000	1.120	19	1
BSI-005	Besi Galvanis Ø19mm×3m	15	100.000	2.040	38	2
BSI-020	Pipa Besi 3/4"×6m	10	100.000	1.360	38	1
BSI-007	Besi Galvanis Ø19mm×6m	60	125.000	4.200	60	6
BSI-008	Besi Galvanis BS Ø12mm×6m	131	75.000	240	286	14
BSI-009	Besi Hollow 20×40mm×1.2mm×6m	19	100.000	1.060	60	2
BSI-010	Besi Hollow 30×30mm×1.2mm×6m	6	100.000	1.100	33	1
BSI-011	Besi Hollow 30×60mm×1.4mm×6m	2	100.000	2.000	14	1
BSI-012	Besi Hollow 40×40mm×1.2mm×6m	161	125.000	1.600	159	17

Kode	Nama Barang	D	S (Rp)	H (Rp)	EOQ (Q*)	ROP
BSI-013	Besi Hollow 40×60mm×1.4mm×6m	93	125.000	2.200	103	10

Sumber: Output sistem JB27 EOQ Jaya Besi, 2026

Dari hasil yang ditampilkan pada Tabel 2, sebagian besar produk berstatus *Aman*, yang berarti volume yang dibutuhkan untuk menampung sejumlah Q^* masih dalam batas sisa kapasitas rak yang tersedia. Satu pengecualian terjadi pada produk Besi Galvanis BS Ø12mm×6m dengan nilai $Q^* = 809,32$ batang. Total volume yang dibutuhkan untuk menampung pesanan optimal tersebut melebihi batas kapasitas rak yang ditetapkan, sehingga sistem secara otomatis menetapkan status "Melebihi Kapasitas" dan menampilkan peringatan kepada pemilik toko. Kondisi ini terjadi karena produk tersebut memiliki permintaan bulanan yang tinggi ($D = 131$ unit/bulan) dengan biaya simpan yang sangat rendah ($H = \text{Rp } 240/\text{unit/bulan}$), sehingga formula EOQ secara matematis merekomendasikan pemesanan dalam jumlah sangat besar [1]. Di sinilah fungsi validasi kapasitas fisik menjadi sangat penting, tanpa fitur ini, rekomendasi sistem akan sulit diterapkan di lapangan.

3.3 Hasil Pengujian Black Box Testing

Pengujian fungsional dilakukan terhadap 5 modul utama sistem dengan total 21 skenario uji yang mencakup aspek keamanan autentikasi, pengelolaan data barang, konfigurasi data gudang, proses perhitungan EOQ beserta validasi kapasitasnya, dan fitur ekspor laporan PDF. Seluruh 21 skenario menghasilkan status Valid, artinya keluaran sistem sesuai dengan perilaku yang diharapkan [10].

Tabel 3. Rekap Hasil Black Box Testing

No	Modul Pengujian	Skenario Uji	Jumlah Skenario	Status
1	Login	Kredensial valid/invalid, field kosong, logout	4	Valid
2	Data Barang	Tambah, edit, hapus, validasi input negatif/kosong	5	Valid
3	Data Gudang	Lihat, ubah dimensi valid/invalid	3	Valid
4	Perhitungan EOQ	Hitung individual/batch, validasi kapasitas, riwayat, detail	6	Valid
5	Cetak Laporan	Export PDF individual, batch, pratinjau	3	Valid
Total			21	100% Valid

Sumber: Hasil pengujian Black Box Testing, 2026

3.4 Validasi Hasil Perhitungan Manual

Untuk memastikan kebenaran implementasi algoritma di dalam kode program, dilakukan perbandingan antara *output* sistem dengan perhitungan manual menggunakan formula EOQ standar. Berikut adalah contoh verifikasi untuk produk Baja Ringan/Kanal C dengan $D = 14$ batang/bulan, $S = \text{Rp } 125.000$, $H = \text{Rp } 1.900/\text{unit/bulan}$:

$$Q^* = \sqrt{(2 \times 14 \times 125.000 / 1.900)} = \sqrt{(3.500.000 / 1.900)} = \sqrt{1.842,11} \approx 42,91 \approx 43 \text{ batang}$$

$$ROP = (14/30) \times 3 = 0,467 \times 3 = 1,40 \text{ batang}$$

Nilai $Q^* = 43$ batang dan $ROP = 1,40$ batang dari perhitungan manual ini identik dengan output yang ditampilkan oleh sistem. Verifikasi yang sama dilakukan terhadap seluruh 15 produk, dan hasilnya dirangkum pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Perbandingan Hasil Perhitungan Manual dengan Sistem

Nama Barang	EOQ Manual	EOQ Sistem	ROP Manual	ROP Sistem	Keterangan
Baja Ringan / Kanal C	43	43	1,40	1,40	Sesuai
Besi Beton Polos Ø8mm	11	11	0,10	0,10	Sesuai
Besi Galvanis Ø19mm×2m	53	53	2,10	2,10	Sesuai
Besi Galvanis TP Ø25mm×2m	19	19	0,30	0,30	Sesuai
Besi Galvanis Ø19mm×3m	38	38	1,10	1,10	Sesuai
Besi Galvanis Ø19mm×6m	60	60	5,40	5,40	Sesuai
Besi Galvanis BS Ø12mm×6m	286	286	27,20	27,20	Sesuai
Besi Hollow 20×40m m	60	60	2,40	2,40	Sesuai
Besi Hollow	33	33	0,90	0,90	Sesuai

Nama Barang	EOQ Manual	EOQ Sistem	ROP Manual	ROP Sistem	Keterangan
30×30m m					
Besi Hollow 30×60m m	14	14	0,20	0,20	Sesuai
Besi Hollow 40×40m m	159	159	16,80	16,80	Sesuai
Besi Hollow 40×60m m	103	103	7,10	7,10	Sesuai
Pipa Besi 3/4 inci	38	38	1,20	1,20	Sesuai
Plat Besi STD	7	7	0,10	0,10	Sesuai
Plat Strip 3mm×3cm×6m	402	402	25,80	25,80	Sesuai

Sumber: Hasil perhitungan manual dan output sistem, 2026

Dari Tabel 4 terlihat bahwa tidak terdapat perbedaan antara nilai Q^* maupun ROP yang dihasilkan sistem dengan perhitungan teoritis untuk semua 15 produk. Kesesuaian yang sempurna ini membuktikan bahwa implementasi algoritma EOQ dalam kode PHP yang dibangun telah berjalan dengan benar dan dapat diandalkan sebagai basis pengambilan keputusan [1]. Validasi ini menegaskan kebenaran kode program, namun sebagaimana diuraikan pada bagian 3.6, validasi tersebut belum secara langsung mengukur manfaat implementasi terhadap efisiensi biaya persediaan; pengukuran manfaat ekonomis dibahas secara terpisah pada bagian tersebut.

3.5 Aspek Teknis Implementasi

Selain deskripsi fitur pada antarmuka pengguna, penerapan sistem juga melibatkan sejumlah aspek teknis pada sisi *backend* yang menentukan keandalan dan skalabilitas sistem, mencakup struktur basis data, alur integrasi antarmodul, dan efisiensi proses perhitungan.

Struktur basis data dirancang dengan empat tabel utama yang saling berelasi. Tabel *users* menyimpan kredensial autentikasi (*id*, *username*, *password* terenkripsi, *role*). Tabel *barang* menyimpan atribut produk (*kode_barang*, *nama_barang*, *demand*, *biaya_pesan*, *biaya_simpan*, *volume_satuan*) beserta kunci tamu (*foreign key*) *rak_id* yang mengacu ke tabel *gudang*. Tabel *gudang* menyimpan konfigurasi rak penyimpanan (*nama_rak*, *area*, *kapasitas_volume*, *volume_terpakai*). Tabel *perhitungan_eoq* menyimpan riwayat hasil kalkulasi (*barang_id* sebagai kunci tamu, nilai Q^* , ROP, frekuensi pemesanan, total biaya persediaan, status kapasitas, dan *timestamp*). Relasi *one-to-many* antara tabel *barang* dan *perhitungan_eoq*, serta antara tabel *gudang* dan *barang*, memastikan setiap hasil kalkulasi dapat ditelusuri

kembali ke data barang dan rak yang bersangkutan, sekaligus menjaga integritas data melalui *constraint foreign key* [12].

Alur integrasi antarmodul dibangun mengikuti pola *Model-View-Controller* (MVC) pada kerangka kerja *Laravel*. Ketika pengguna menjalankan perhitungan EOQ, *controller* modul Perhitungan EOQ mengambil data barang beserta relasinya ke rak melalui *Eloquent model*, meneruskannya ke sebuah kelas layanan (*service class*) khusus yang berisi logika perhitungan Q^* , ROP, dan validasi kapasitas, kemudian menyimpan hasilnya melalui *model* *perhitungan_eoq* sebelum ditampilkan kembali ke *view*. Modul Data Barang dan modul Data Gudang saling terintegrasi melalui relasi *Eloquent* tersebut, sehingga perubahan pada konfigurasi rak, misalnya penambahan volume terpakai, secara otomatis memengaruhi hasil validasi kapasitas pada modul Perhitungan EOQ berikutnya. Modul Cetak Laporan mengambil data hasil perhitungan yang telah tersimpan dan merendernya ke berkas PDF menggunakan pustaka *DomPDF*, sementara modul impor data memanfaatkan pustaka *Maatwebsite Excel* untuk memetakan setiap baris berkas Excel ke *model barang* disertai validasi format sebelum data disimpan.

Dari sisi efisiensi, secara komputasi perhitungan EOQ dan ROP untuk satu produk bersifat konstan ($O(1)$) karena hanya melibatkan operasi aritmetika sederhana, sehingga perhitungan *batch* untuk n produk memiliki kompleksitas linear $O(n)$ terhadap jumlah data. Untuk mengantisipasi peningkatan volume data barang, sistem menerapkan sejumlah strategi optimasi pada level basis data, antara lain pengindeksan (*indexing*) pada kolom yang sering digunakan sebagai kunci pencarian seperti *kode_barang* dan *rak_id*, penggunaan *eager loading* pada relasi *Eloquent* untuk mencegah permasalahan *N+1 query* ketika memuat data barang beserta rak secara bersamaan pada perhitungan *batch*, serta penerapan paginasi pada tampilan daftar barang dan riwayat perhitungan agar waktu muat halaman tetap stabil meskipun jumlah data terus bertambah. Pada skala data yang jauh lebih besar, misalnya ribuan jenis produk, strategi tambahan seperti *caching* hasil perhitungan yang jarang berubah maupun pemrosesan *batch* secara asinkron melalui mekanisme *queue* dapat dipertimbangkan sebagai pengembangan lanjutan untuk menjaga responsivitas sistem.

3.6 Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan beberapa temuan yang relevan untuk praktik manajemen persediaan pada UMKM material konstruksi. Pertama, penerapan metode EOQ terbukti mampu menghasilkan rekomendasi pengadaan yang lebih terukur dibandingkan pengambilan keputusan berbasis intuisi [2], [5]. Dengan tersedianya nilai Q^* yang spesifik untuk setiap produk, pemilik toko memiliki acuan yang jelas mengenai berapa unit yang perlu dipesan dalam satu siklus, sehingga pembekuan modal akibat penumpukan stok berlebih dapat diminimalkan.

Kedua, integrasi variabel kapasitas fisik gudang sebagai *constraint* dalam sistem merupakan kontribusi utama penelitian ini yang membedakannya dari penelitian-penelitian EOQ sebelumnya [7], [6]. Validasi kapasitas memberikan manfaat praktis karena mencegah kesenjangan antara rekomendasi yang optimal secara matematis dengan kondisi nyata di lapangan; tanpa validasi ini, pemilik toko berisiko menyetujui rekomendasi Q^* yang secara teoretis efisien namun secara fisik tidak dapat ditampung, sehingga justru menimbulkan biaya tambahan berupa

penyewaan ruang darurat atau kerusakan barang akibat penumpukan di luar rak. Kasus produk Besi Galvanis BS yang memicu peringatan "Melebihi Kapasitas" merupakan bukti konkret bahwa tanpa validasi ini, pengguna berpotensi menghadapi masalah operasional di lapangan.

Ketiga, meskipun validasi pada bagian 3.4 hanya membandingkan kesesuaian nilai Q^* dan ROP antara sistem dan perhitungan manual, penerapan EOQ pada penelitian ini juga membawa implikasi terhadap efisiensi biaya persediaan. Sebagai ilustrasi, tanpa metode EOQ, kecenderungan pemilik toko memesan dalam jumlah besar sekaligus untuk mengurangi frekuensi transaksi berpotensi menimbulkan *holding cost* yang berlebih, sementara pemesanan dalam jumlah kecil namun sering akan meningkatkan akumulasi *ordering cost*. Dengan menetapkan Q^* pada titik yang meminimalkan total kedua komponen biaya tersebut, sistem berpotensi menekan total biaya persediaan dibandingkan pola pemesanan intuitif yang selama ini diterapkan. Di sisi lain, penetapan ROP sebagai titik pemesanan ulang yang eksplisit menurunkan risiko *stockout*, karena pemesanan dilakukan sebelum stok benar-benar habis, sehingga potensi kehilangan penjualan akibat kekosongan barang dapat ditekan. Pengukuran kuantitatif terhadap besaran penghematan biaya maupun penurunan tingkat *stockout* secara riil pada periode operasional toko belum dilakukan pada penelitian ini dan menjadi salah satu arah pengembangan lanjutan.

Keempat, dengan diketahuinya nilai ROP untuk setiap produk, pemilik toko kini memiliki sistem peringatan dini yang bersifat proaktif. Pemesanan tidak lagi dilakukan secara reaktif ketika stok sudah habis, melainkan direncanakan jauh sebelumnya sehingga tidak ada jeda waktu yang mengakibatkan *stockout*. Bagi UMKM seperti Toko Jaya Besi, kombinasi validasi kapasitas gudang dan kepastian titik pemesanan ulang ini juga berimplikasi pada efisiensi operasional secara lebih luas, karena pemilik toko tidak perlu lagi melakukan pengecekan stok secara manual satu per satu untuk memutuskan kapan dan berapa banyak barang yang perlu dipesan, sehingga waktu dan tenaga yang sebelumnya dialokasikan untuk aktivitas tersebut dapat dialihkan ke pelayanan pelanggan. Hal ini secara langsung berkontribusi pada peningkatan layanan kepada pelanggan dan kesehatan arus kas toko [11].

Perlu dicatat pula bahwa formula EOQ klasik yang digunakan dalam penelitian ini mengasumsikan permintaan bersifat relatif konstan dalam setiap periode. Pada kondisi permintaan yang berfluktuasi tajam, misalnya akibat musim pembangunan atau proyek konstruksi berskala besar, nilai Q^* dan ROP yang dihasilkan berpotensi kurang akurat karena tidak memperhitungkan variabilitas permintaan secara eksplisit. Keterbatasan ini dapat diatasi pada pengembangan lanjutan melalui penambahan komponen *safety stock* yang dihitung berdasarkan deviasi standar permintaan, atau integrasi model peramalan permintaan (*demand forecasting*) sebagaimana disarankan pada bagian kesimpulan.

KESIMPULAN

Berdasarkan serangkaian proses perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilaksanakan, penelitian ini menghasilkan dua kesimpulan utama. Pertama, Sistem Pendukung Keputusan berbasis *web* berhasil dirancang dan diimplementasikan menggunakan PHP dan MySQL dengan mengikuti model pengembangan *Waterfall*. Sistem yang diberi nama *JB27 EOQ Jaya Besi* ini mencakup modul manajemen data barang dengan *field* volume fisik per satuan, konfigurasi

gudang sebagai *constraint* kapasitas, kalkulasi EOQ secara *batch* maupun individual, riwayat dan detail hasil perhitungan, serta fitur ekspor laporan PDF. Antarmuka berbasis *web* memungkinkan akses yang fleksibel tanpa instalasi perangkat lunak tambahan.

Kedua, sistem terbukti mampu menghasilkan nilai Q^* dan ROP yang akurat dan efektif. Seluruh 21 skenario *Black Box Testing* menghasilkan status valid, dan validasi perhitungan manual terhadap 15 produk menunjukkan kesesuaian sempurna antara *output* sistem dengan nilai teoritis. Selain itu, fitur validasi kapasitas fisik gudang berhasil bekerja sebagaimana dirancang, terbukti dari kemampuan sistem mendeteksi dan menandai produk Besi Galvanis BS yang nilai Q^* -nya melampaui batas kapasitas rak penyimpanan.

Untuk pengembangan ke depan, disarankan agar sistem dilengkapi dengan modul peramalan permintaan (*demand forecasting*) guna mengakomodasi fluktuasi permintaan musiman, fitur notifikasi otomatis melalui *email* atau pesan singkat ketika stok mendekati titik ROP, integrasi langsung dengan modul pencatatan transaksi penjualan agar data permintaan selalu diperbarui secara *real-time*, serta pengukuran kuantitatif terhadap penghematan biaya persediaan dan penurunan risiko *stockout* pada periode operasional berjalan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Heizer, B. Render, and C. Munson, *Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management*. Pearson, 2023.
- [2] Y. ; N. E. ; G. N. Gulo, "Pengendalian Persediaan Barang Dagang Menggunakan Metode Economic Order Quantity (EOQ) Pada Toko Besi Sadarman Di Kota Gunungsitoli," *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Ekonomi (JIMEK)*, vol. 5, no. 1, 2022.
- [3] I. , & W. K. Ramadhan, "Penerapan Metode Economic Order Quantity (EOQ) dalam Mengatasi Keterbatasan Ruang Penyimpanan Gudang pada UMKM," *Jurnal Logistik dan Rantai Pasok Indonesia*, vol. 3, no. 1, pp. 12–25, 2026.
- [4] W. J. Stevenson, *Operations Management*. McGraw-Hill, 2022.
- [5] R. A. Putra and D. Wijaya, "Analisis Pengendalian Persediaan Menggunakan Metode EOQ," *Jurnal Manajemen Industri*, vol. 9, no. 2, pp. 101–110, 2024.
- [6] A. , & S. D. Pratama, "Optimasi Persediaan Material Konstruksi dengan Metode EOQ dan Safety Stock untuk Menghindari Stockout," *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, vol. 5, no. 1, pp. 22–30, 2022.
- [7] R. , & S. B. Hidayat, "Analisis Pengendalian Persediaan Barang Dagang Menggunakan Metode Economic Order Quantity (EOQ) pada Toko Bangunan XYZ.," *Jurnal Sistem Informasi dan Manajemen*, vol. 11, no. 2, pp. 145–156, 2023, doi: 10.37602/jsim.v11i2.115.
- [8] P. A. Nugroho, M. F. Rizal, B. Sujatmiko, and H. Sucipto, "SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN UNTUK OPTIMALISASI STOK BARANG DI BEEZY PETSHOP DENGAN PENDEKATAN FUZZY-AHP," *Pondasi: Journal of Applied Science Engineering*, vol. 2, no. 1, pp. 32–41, Jun. 2025, Accessed: Feb. 21, 2026. [Online]. Available: <https://journal.alshobar.or.id/index.php/pondasi/article/view/346>
- [9] R. Sharda, D. Delen, and E. Turban, *Analytics, Data Science, & Artificial Intelligence*. Pearson, 2023.

- [10] A. ; & S. D. Mustaqim, "Analisis Pengujian Sistem Informasi Menggunakan Metode Black Box Testing untuk Penjaminan Mutu Perangkat Lunak," *Jurnal Teknik Informatika Universitas Hasyim Asy'ari*, vol. 14, no. 2, pp. 112–125, 2026.
- [11] M. , & F. L. Sari, "Analisis Perbandingan Manajemen Stok Konvensional dan Metode EOQ dalam Meminimalkan Total Inventory Cost," *Jurnal Riset Akuntansi dan Keuangan*, vol. 13, no. 1, pp. 40–52, 2025.
- [12] T. Connolly and C. Begg, *Database Systems: A Practical Approach to Design, Implementation, and Management*. Pearson, 2017.