

Pengembangan Sistem Inventori Gudang UMKM Berbasis Object-Oriented Programming untuk Optimalisasi Pengelolaan Persediaan Secara Real-Time

Jimmy¹, Tiarma Simanihuruk², Johan³, Benny⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Sistem Informasi / Teknik Informatika, Universitas IBBI, Medan, Indonesia

*Korespondensi: jimmy_khuang@hotmail.co.id

Submit : 28 Mei 2026 | Diterima : 28 Juni 2026 | Terbit : 05 Juli 2026

ABSTRACT

Micro, small, and medium enterprises (MSMEs) in Indonesia continue to rely heavily on manual, paper-based, or spreadsheet-based stock recording, a practice that frequently produces mismatches between recorded and physical inventory, delays in reordering, and inaccurate financial reporting. This study addresses that problem by designing and implementing a web-based warehouse inventory system for MSMEs built on Object-Oriented Programming (OOP) principles and integrated with QR Code technology for item identification and real-time stock monitoring. The system was developed using the Waterfall model, covering requirements analysis, system design, implementation, testing, and maintenance. The design artifacts include a context diagram, data flow diagrams (DFD Level 0 and Level 1), a use case diagram, activity diagrams, sequence diagrams, and a class diagram that embodies the four pillars of OOP: encapsulation, inheritance, polymorphism, and abstraction. The system was evaluated through Black Box Testing, User Acceptance Testing, and functional measurements of stock-recording accuracy and search speed. Results indicate that the QR Code-based OOP approach reduces manual recording effort, shortens the time required to search and update item records, and improves the consistency between recorded and physical stock compared with the manual method previously used. The main contribution of this research is a modular, reusable, and maintainable inventory architecture designed specifically for the operational scale and resource constraints of Indonesian MSMEs, offering a replicable reference model for real-time inventory digitalization in the small-business sector.

Keywords: inventory system; object-oriented programming; QR Code; real-time monitoring; MSME; Warehouse Management System

ABSTRAK

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) di Indonesia masih sangat bergantung pada pencatatan stok secara manual, berbasis kertas, atau spreadsheet sederhana, praktik yang kerap menimbulkan selisih antara catatan dan kondisi fisik persediaan, keterlambatan pemesanan ulang barang, serta pelaporan keuangan yang tidak akurat. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem inventori gudang berbasis web untuk UMKM yang dibangun dengan pendekatan Object-Oriented Programming (OOP) dan diintegrasikan dengan teknologi QR Code untuk identifikasi barang serta pemantauan stok secara real-time. Sistem dikembangkan menggunakan model Waterfall yang mencakup tahap analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Artefak perancangan meliputi diagram konteks, Data Flow Diagram (DFD) Level 0 dan Level 1, use case diagram, activity diagram, sequence diagram, serta class diagram yang menerapkan empat pilar OOP, yaitu encapsulation, inheritance, polymorphism, dan abstraction. Evaluasi sistem dilakukan melalui Black Box Testing, User Acceptance Testing, serta pengukuran akurasi pencatatan stok dan kecepatan pencarian barang. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pendekatan OOP yang diintegrasikan dengan QR Code mampu mengurangi beban pencatatan manual, mempersingkat waktu pencarian dan pembaruan data barang, serta meningkatkan konsistensi antara catatan dan kondisi fisik stok dibandingkan metode manual yang sebelumnya digunakan. Kontribusi utama penelitian ini adalah arsitektur inventori yang modular, dapat digunakan kembali (reusable), dan mudah dipelihara (maintainable), yang dirancang khusus untuk skala operasional dan keterbatasan sumber daya UMKM di Indonesia, sehingga dapat dijadikan model referensi yang dapat direplikasi untuk digitalisasi inventori real-time pada sektor usaha kecil.

Kata Kunci: sistem inventori; object-oriented programming; QR Code; monitoring real-time; UMKM; Warehouse Management System

PENDAHULUAN

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) merupakan tulang punggung perekonomian nasional Indonesia. Berdasarkan data Kementerian Koperasi dan UKM, jumlah UMKM di Indonesia mencapai lebih dari 66 juta unit usaha pada tahun 2023, dengan kontribusi terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) nasional sebesar sekitar 61 persen atau setara Rp9.580 triliun, serta menyerap sekitar 117 juta pekerja atau sekitar 97 persen dari total tenaga kerja nasional (Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian RI, 2024; GoodStats, 2024). Skala kontribusi ini menunjukkan bahwa efisiensi operasional UMKM, termasuk dalam pengelolaan persediaan barang, memiliki dampak yang signifikan bukan hanya terhadap kelangsungan usaha itu sendiri, tetapi juga terhadap stabilitas ekonomi secara agregat.

Meskipun peran UMKM sangat besar, mayoritas pelaku usaha ini masih menghadapi keterbatasan dalam kapasitas manajerial dan adopsi teknologi. Data Kementerian Koperasi dan UKM menunjukkan bahwa keterbatasan infrastruktur digital di berbagai daerah masih menghambat pelaku UMKM untuk memanfaatkan teknologi secara optimal dalam operasional harian mereka (Kementerian Keuangan RI, 2023). Salah satu area operasional yang paling terdampak oleh keterbatasan ini adalah pengelolaan inventori atau persediaan barang. Banyak UMKM di Indonesia masih mengandalkan pencatatan stok secara manual menggunakan buku catatan atau spreadsheet sederhana, yang rawan terhadap ketidaktepatan data, keterlambatan informasi, dan kesulitan dalam proses pelaporan (Angellin et al., 2024; Jurnal Komputer, Informasi dan Teknologi, 2025).

Kesalahan pencatatan stok secara manual berdampak luas terhadap operasional UMKM. Metode manual sering menimbulkan efisiensi operasional yang rendah, risiko kesalahan input data yang tinggi, dan kesulitan memantau arus barang masuk dan keluar secara real-time (Sistem Informasi Monitoring Stok Barang Berbasis Web, 2024). Ketidaksesuaian antara catatan stok dengan kondisi fisik barang dapat menyebabkan kesalahan pengambilan keputusan pembelian ulang (reorder), kehabisan stok pada waktu yang tidak tepat (stockout), atau sebaliknya penumpukan barang yang tidak perlu (overstock), yang pada akhirnya membebani arus kas UMKM yang umumnya sudah terbatas. Studi pada unit usaha berskala kecil-menengah juga menunjukkan bahwa penerapan sistem informasi berbasis web yang terintegrasi mampu meningkatkan seluruh aspek operasional pergudangan, termasuk aspek ketepatan informasi yang meningkat signifikan berkat pembaruan data secara real-time (Sistem Monitoring Stok Barang Gudang Layanan Teknik, 2025).

Berbagai penelitian terdahulu telah mengembangkan sistem informasi inventori berbasis web untuk menjawab permasalahan tersebut, baik menggunakan pendekatan barcode (Panjaitan & Utami, 2024; Samsudin et al., 2023), QR Code (Kelvin & Amalia, 2022; Mandala & Susanto, 2023; Malabay, 2023), maupun kombinasi keduanya. Sebagian besar penelitian ini menekankan pada aspek fungsional sistem dan pengujian black box, namun relatif sedikit yang secara eksplisit mendokumentasikan bagaimana pendekatan Object-Oriented Programming (OOP) diterapkan pada level arsitektur perangkat lunak untuk mendukung keberlanjutan dan kemudahan pemeliharaan sistem inventori dalam jangka panjang. Padahal, penerapan OOP yang konsisten, mencakup encapsulation, inheritance, polymorphism, dan abstraction, terbukti meningkatkan kualitas perangkat lunak dari sisi modularitas dan reusabilitas kode (Restu Aji et al., 2023; Lumba & Waworuntu, 2021).

Berdasarkan tinjauan terhadap penelitian terdahulu (dibahas lebih rinci pada Bagian 2), teridentifikasi beberapa celah penelitian (research gap) sebagai berikut. Pertama, sebagian besar sistem inventori berbasis web pada konteks UMKM di Indonesia dikembangkan dengan pendekatan procedural atau semi-terstruktur, sehingga struktur kode sulit dikembangkan lebih lanjut ketika kebutuhan bisnis bertambah kompleks. Kedua, integrasi QR Code pada penelitian terdahulu umumnya difokuskan pada identifikasi barang atau presensi, namun jarang dikombinasikan secara eksplisit dengan mekanisme notifikasi stok minimum otomatis dan monitoring real-time dalam satu arsitektur OOP yang terdokumentasi. Ketiga, evaluasi sistem pada penelitian terdahulu umumnya berhenti pada pengujian fungsional (black box) tanpa mengukur secara kuantitatif dampak sistem terhadap akurasi stok dan efisiensi waktu kerja dibandingkan proses manual sebelumnya.

Untuk mengisi celah tersebut, penelitian ini menawarkan lima unsur kebaruan. Pertama, integrasi eksplisit antara pendekatan Object-Oriented Programming dan teknologi QR Code pada satu arsitektur sistem inventori UMKM, dengan class diagram yang secara spesifik memetakan penerapan empat pilar OOP terhadap entitas bisnis inventori. Kedua, kemampuan monitoring persediaan secara real-time yang menyajikan status stok terkini tanpa memerlukan sinkronisasi manual. Ketiga, mekanisme notifikasi otomatis ketika stok barang mencapai ambang batas minimum. Keempat, otomatisasi pencatatan transaksi barang masuk dan keluar yang terhubung langsung dengan pembaruan saldo stok, menggantikan pencatatan manual berulang. Kelima, kerangka evaluasi yang tidak hanya mengukur fungsionalitas sistem, tetapi juga mengukur peningkatan akurasi pencatatan stok dan efisiensi waktu kerja secara terstruktur melalui pengujian kuantitatif.

Berdasarkan permasalahan dan celah penelitian di atas, penelitian ini bertujuan untuk: (1) merancang arsitektur sistem inventori gudang UMKM berbasis Object-Oriented Programming yang modular dan mudah dipelihara; (2) mengimplementasikan integrasi QR Code untuk identifikasi dan pencarian barang secara cepat dan akurat; (3) membangun mekanisme monitoring persediaan secara real-time beserta notifikasi stok minimum; dan (4) mengevaluasi dampak sistem terhadap akurasi pencatatan stok dan efisiensi waktu kerja dibandingkan dengan metode manual yang sebelumnya digunakan oleh UMKM mitra penelitian.

Kontribusi penelitian ini bersifat teoretis dan praktis. Secara teoretis, penelitian ini memberikan model arsitektur class diagram yang mendokumentasikan penerapan konkret empat pilar OOP pada domain inventori UMKM, yang dapat dijadikan rujukan bagi penelitian sejenis. Secara praktis, penelitian ini menghasilkan prototipe sistem yang dapat diadopsi oleh UMKM berskala kecil-menengah dengan kebutuhan sumber daya komputasi yang relatif rendah, sekaligus menyediakan kerangka pengujian yang dapat direplikasi untuk mengukur dampak digitalisasi inventori terhadap kinerja operasional UMKM secara lebih luas.

TINJAUAN PUSTAKA

Sistem Inventori

Sistem inventori adalah perangkat lunak yang digunakan untuk mengelola data barang, mencatat pergerakan stok masuk dan keluar, serta menghasilkan laporan persediaan secara terstruktur. Tujuan utama sistem inventori adalah menjaga keseimbangan antara ketersediaan barang dan permintaan, sehingga menghindarkan kondisi kehabisan stok maupun penumpukan barang yang berlebihan. Pada konteks UMKM, sistem inventori berbasis web menjadi pilihan yang umum karena dapat diakses dari berbagai perangkat tanpa memerlukan instalasi khusus, serta relatif lebih mudah dipelihara dibandingkan aplikasi desktop (Sistem Informasi Monitoring Stok Barang Berbasis Web, 2024).

Manajemen Gudang

Manajemen gudang (warehouse management) mencakup keseluruhan proses penerimaan, penyimpanan, pengeluaran, dan pengawasan barang di dalam gudang. Penerapan Warehouse Management System (WMS) yang terintegrasi dengan teknologi identifikasi otomatis, seperti barcode atau QR Code, terbukti berkontribusi terhadap peningkatan efisiensi operasional pergudangan dan kualitas layanan (Samsudin et al., 2023). Studi lain menunjukkan bahwa integrasi barcode scanner pada sistem manajemen gudang berbasis web mampu meningkatkan efisiensi operasional secara terukur berdasarkan analisis PIECES, khususnya pada aspek ketepatan informasi yang meningkat signifikan akibat pembaruan data secara real-time (Sistem Monitoring Stok Barang Gudang Layanan Teknik, 2025).

Object-Oriented Programming (OOP)

Object-Oriented Programming adalah paradigma pemrograman yang memodelkan sistem perangkat lunak sebagai kumpulan objek yang saling berinteraksi, di mana setiap objek merupakan instansiasi dari suatu kelas yang memiliki atribut (data) dan metode (perilaku) (Lumba & Waworuntu, 2021). Empat pilar utama OOP, yaitu encapsulation, inheritance, polymorphism, dan abstraction, memungkinkan pengembang membangun perangkat lunak yang modular, dapat digunakan kembali, dan lebih mudah dipelihara dibandingkan pendekatan pemrograman prosedural. Penelitian pada pengembangan aplikasi inventori barang berbasis OOP menunjukkan bahwa pendekatan ini memudahkan proses pemeliharaan sistem karena

perubahan pada satu kelas tidak memengaruhi keseluruhan sistem secara drastis (Restu Aji et al., 2023).

Sistem Informasi Berbasis Web

Sistem informasi berbasis web memungkinkan pengguna mengakses data dan fungsi sistem melalui peramban internet tanpa memerlukan instalasi perangkat lunak tambahan pada perangkat klien. Pada penelitian pengembangan sistem informasi manajemen stok barang berbasis web, ditemukan bahwa migrasi dari pencatatan manual ke sistem berbasis web dapat mengatasi kendala ketidaktepatan data stok dan mempercepat proses pelaporan (Jurnal Komputer, Informasi dan Teknologi, 2025). Arsitektur berbasis web pada umumnya diimplementasikan menggunakan kombinasi bahasa pemrograman sisi server dan basis data relasional, yang kemudian diuji fungsionalitasnya menggunakan metode Black Box Testing serta diukur tingkat kemudahannya menggunakan System Usability Scale (SUS) (Herdianto, 2023; Mintarsih, 2023).

QR Code sebagai Media Identifikasi Barang

QR Code (Quick Response Code) adalah kode matriks dua dimensi yang dapat menyimpan informasi dalam jumlah lebih besar dibandingkan barcode satu dimensi konvensional, serta dapat dipindai dengan cepat menggunakan kamera perangkat bergerak. Pada domain inventori, QR Code umumnya digunakan untuk mengidentifikasi barang secara unik, mempercepat proses pencarian data, dan mengurangi kesalahan input manual (Mandala & Susanto, 2023; Kelvin & Amalia, 2022). Studi penerapan QR Code pada UMKM frozen food menunjukkan bahwa integrasi QR Code dengan sistem berbasis web dapat mengoptimalkan pengelolaan stok barang sekaligus mempercepat transaksi (Malabay, 2023). Pada konteks organisasi yang lebih besar, integrasi QR Code dengan algoritma pencarian sekuensial juga terbukti mampu mempercepat proses pencarian data barang pada sistem inventori berskala menengah (Fajar et al., 2025).

Monitoring Persediaan secara Real-Time

Monitoring real-time merujuk pada kemampuan sistem untuk menyajikan status data terkini tanpa jeda pembaruan yang signifikan. Pada sistem inventori, kemampuan ini penting agar pengambilan keputusan operasional, seperti pemesanan ulang barang, dapat dilakukan berdasarkan kondisi stok aktual, bukan data yang sudah usang. Penelitian menunjukkan bahwa penerapan pembaruan data secara real-time pada sistem berbasis web meningkatkan aspek informasi (information) secara signifikan dibandingkan sistem manual, sebagaimana diukur melalui kerangka evaluasi PIECES (Sistem Monitoring Stok Barang Gudang Layanan Teknik, 2025).

Penelitian Terdahulu

Untuk memposisikan kontribusi penelitian ini secara lebih jelas, Tabel 1 merangkum sepuluh penelitian terdahulu yang relevan dengan topik sistem inventori, OOP, dan QR Code.

Tabel 1. Perbandingan Penelitian Terdahulu

Peneliti	Tahun	Metode	Objek Penelitian	Kelebihan	Kekurangan
Restu Aji et al.	2023	OOP, Waterfall	Aplikasi inventori barang PT XYZ	Struktur kode modular, mudah dipelihara	Belum ada integrasi QR Code
Larutama et al.	2023	SDLC terstruktur	Sistem informasi pengendalian gudang	Desain basis data rinci	Tidak membahas monitoring real-time
Kelvin & Amalia	2022	RAD	Sistem inventaris berbasis QR Code	Pengembangan cepat, QR Code untuk identifikasi	Pendekatan bukan berbasis OOP eksplisit
Mandala & Susanto	2023	Waterfall	Inventaris barang instansi pemerintah	Implementasi QR Code untuk pelacakan aset	Skala instansi besar, bukan UMKM

Peneliti	Tahun	Metode	Objek Penelitian	Kelebihan	Kekurangan
Malabay	2023	Prototyping	Stok barang UMKM frozen food	Integrasi QR Code langsung pada UMKM	Tidak membahas notifikasi stok minimum
Fajar et al.	2025	Prototyping	Inventori kantor pendapatan daerah	QR Code + algoritma pencarian sekuensial	Objek bukan sektor UMKM
Samsudin et al.	2023	Studi literatur	Warehouse Management System	Analisis atribut WMS komprehensif	Tidak menghasilkan prototipe sistem
Sijabat & Pratama	2023	Waterfall	Aplikasi persediaan barang PT Sejati Artha	Tahapan waterfall terdokumentasi rinci	Tidak menggunakan QR Code
Karim et al.	2023	Waterfall	Sistem informasi inventory gudang CV Mega Kencana	Laporan inventori otomatis	Tidak ada pengukuran akurasi kuantitatif
Angellin et al.	2024	Studi kasus	Sistem inventori & penjualan UMKM Indonesia	Studi kasus langsung pada UMKM	Belum mengukur efisiensi waktu kerja

Analisis Gap dan Posisi Penelitian

Berdasarkan Tabel 1, terlihat bahwa penelitian yang menerapkan OOP secara eksplisit (Restu Aji et al., 2023) belum mengintegrasikan QR Code, sementara penelitian yang menerapkan QR Code (Kelvin & Amalia, 2022; Mandala & Susanto, 2023; Malabay, 2023; Fajar et al., 2025) umumnya tidak mendokumentasikan pendekatan OOP secara eksplisit pada level arsitektur maupun tidak menyasar konteks UMKM secara khusus. Penelitian ini memposisikan diri pada irisan kedua pendekatan tersebut, yaitu merancang sistem inventori UMKM yang secara eksplisit menerapkan empat pilar OOP pada arsitektur class diagram, sekaligus mengintegrasikan QR Code untuk identifikasi barang dan mendukung monitoring stok secara real-time beserta notifikasi stok minimum, yang dievaluasi tidak hanya dari sisi fungsional tetapi juga dari sisi akurasi dan efisiensi kerja.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan rekayasa perangkat lunak dengan model pengembangan Waterfall, yang dipilih karena kebutuhan sistem pada tahap awal penelitian ini bersifat relatif tetap dan dapat didefinisikan secara menyeluruh sebelum tahap implementasi dimulai (Nur Adiya et al., 2024; Murdian & Sobirin, 2022). Model Waterfall terdiri atas lima tahapan sekuensial, yaitu analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan, sebagaimana diuraikan berikut.

Analisis Kebutuhan

Tahap analisis kebutuhan dilakukan melalui observasi dan wawancara terhadap proses pencatatan inventori yang berjalan pada UMKM mitra penelitian. Dari tahap ini teridentifikasi kebutuhan fungsional sistem, yaitu: pengelolaan data barang, pengelolaan data supplier, pencatatan stok masuk, pencatatan stok keluar, pengelolaan ambang batas stok minimum, monitoring persediaan secara real-time, pembuatan laporan inventori otomatis, serta identifikasi barang menggunakan QR Code. Kebutuhan non-fungsional mencakup kemudahan penggunaan (usability) bagi pengguna dengan literasi digital terbatas, waktu respons pencarian barang yang cepat, serta keandalan data ketika terjadi transaksi barang masuk dan keluar secara bersamaan.

Desain Sistem

Tahap desain sistem menghasilkan artefak perancangan berupa diagram konteks, Data Flow Diagram (DFD) Level 0 dan Level 1, use case diagram, activity diagram, sequence diagram,

dan class diagram. Seluruh artefak dirancang untuk memastikan bahwa struktur data dan alur proses konsisten dengan kebutuhan fungsional yang telah diidentifikasi pada tahap sebelumnya, sekaligus memetakan penerapan empat pilar OOP pada entitas-entitas sistem. Rincian setiap artefak disajikan pada Bagian 3.6.

Implementasi

Tahap implementasi menerjemahkan hasil desain ke dalam kode program menggunakan pendekatan Object-Oriented Programming. Setiap entitas bisnis, seperti Barang, Supplier, Stok, BarangMasuk, dan BarangKeluar, diimplementasikan sebagai kelas tersendiri dengan atribut dan metode yang dienkapsulasi, sehingga perubahan pada satu kelas dapat dilakukan tanpa memengaruhi kelas lain secara langsung. Modul QR Code diimplementasikan sebagai kelas terpisah (QRCodeManager) yang bertanggung jawab menghasilkan dan membaca kode QR untuk setiap barang, sehingga proses pencarian dan identifikasi barang dapat dilakukan dengan memindai kode tanpa pencarian manual berbasis teks.

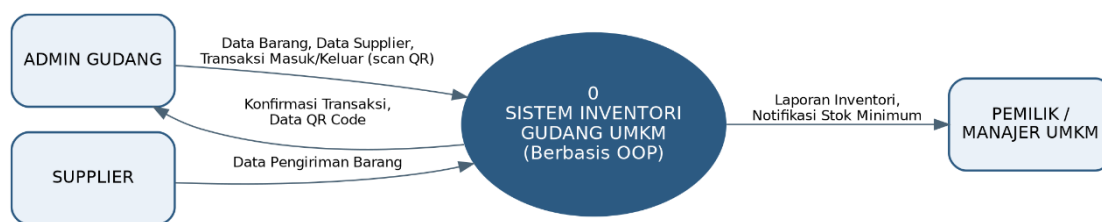
Pengujian

Tahap pengujian dilakukan melalui beberapa skema pengujian, yaitu Black Box Testing untuk memverifikasi kesesuaian fungsi sistem dengan spesifikasi kebutuhan, User Acceptance Testing untuk mengukur penerimaan pengguna, pengujian akurasi pencatatan stok untuk membandingkan hasil pencatatan sistem dengan kondisi fisik barang, pengujian kecepatan pencarian barang untuk membandingkan metode pencarian berbasis QR Code dengan pencarian manual, dan pengujian efisiensi pengelolaan inventori untuk mengukur perubahan waktu kerja staf gudang sebelum dan sesudah penerapan sistem. Rincian hasil pengujian disajikan pada Bagian 4.

Pemeliharaan

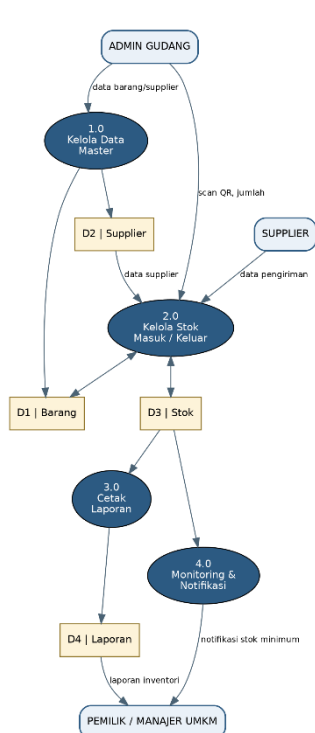
Tahap pemeliharaan mencakup perbaikan bug pascaimplementasi, penyesuaian terhadap perubahan kebutuhan bisnis, serta pembaruan berkala terhadap basis data barang dan supplier. Struktur OOP yang diterapkan pada tahap implementasi dirancang untuk mempermudah tahap pemeliharaan ini, karena penambahan fitur baru, misalnya jenis laporan baru, dapat dilakukan dengan menambahkan kelas atau metode baru tanpa mengubah struktur kelas inti yang sudah berjalan stabil.

Artefak Perancangan Sistem

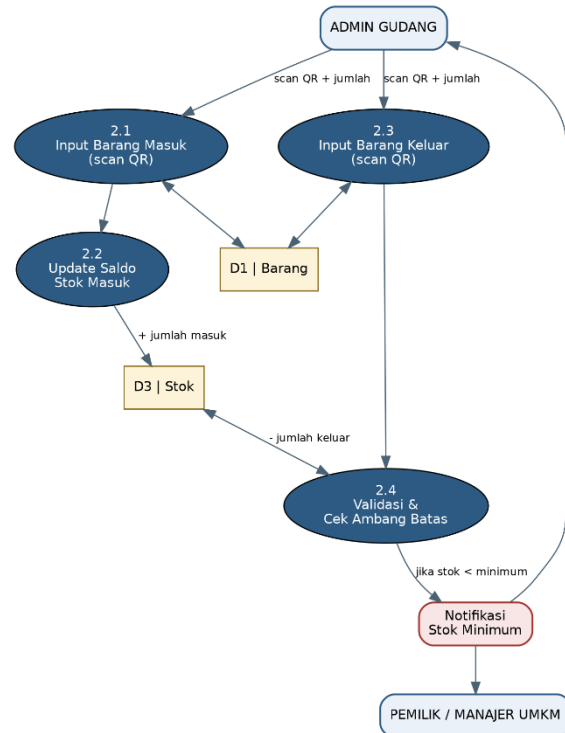


Gambar 1. Diagram Konteks

Diagram konteks pada Gambar 1 menggambarkan sistem inventori gudang UMKM sebagai satu entitas proses tunggal yang berinteraksi dengan tiga entitas eksternal, yaitu Admin Gudang, Pemilik/Manajer UMKM, dan Supplier. Admin Gudang memasukkan data barang, data supplier, serta mencatat transaksi barang masuk dan keluar, dan menerima konfirmasi transaksi serta data QR Code dari sistem. Pemilik/Manajer UMKM menerima laporan inventori dan notifikasi stok minimum sebagai dasar pengambilan keputusan. Supplier berperan sebagai sumber data barang masuk yang tercatat pada sistem.



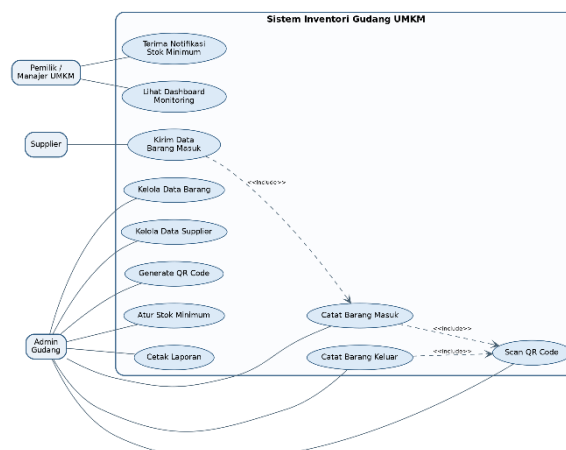
Gambar 2. DFD Level 0



Gambar 3. DFD Level 1 - Proses Kelola Stok Masuk/Keluar

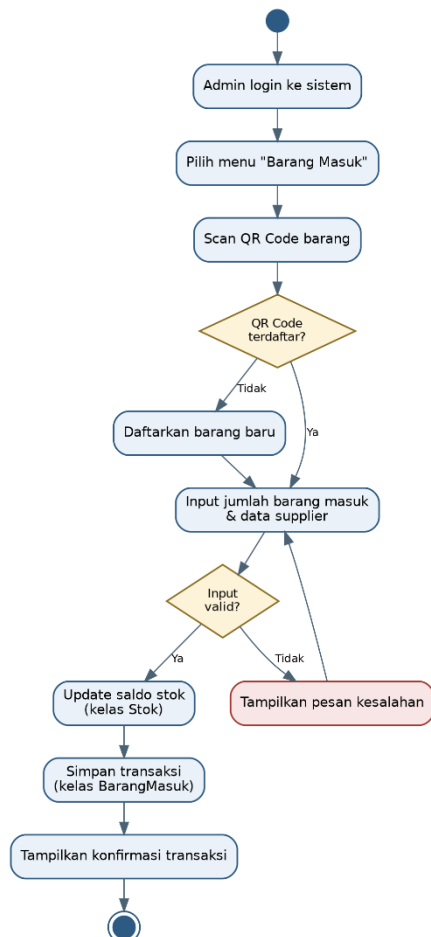
DFD Level 0 pada Gambar 2 memecah proses tunggal pada diagram konteks menjadi empat proses utama: (1.0) Kelola Data Master, mencakup pengelolaan data barang, kategori, dan supplier; (2.0) Kelola Stok Masuk/Keluar, mencakup pencatatan transaksi barang masuk dari supplier dan barang keluar ke pelanggan/produksi; (3.0) Cetak Laporan, menghasilkan laporan inventori berdasarkan data stok terkini; dan (4.0) Monitoring & Notifikasi, memantau status stok secara real-time dan mengirimkan notifikasi ketika stok mencapai ambang batas minimum. Keempat proses ini berinteraksi dengan data store D1 (Barang), D2 (Supplier), D3 (Stok), dan D4 (Laporan).

DFD Level 1 pada Gambar 3 merinci proses 2.0 (Kelola Stok Masuk/Keluar) menjadi empat sub-proses. Sub-proses 2.1 (Input Barang Masuk) memungkinkan Admin Gudang mencatat barang masuk dengan memindai QR Code, yang kemudian memperbarui data store D1 (Barang). Sub-proses 2.2 (Update Saldo Stok Masuk) memperbarui saldo pada data store D3 (Stok) berdasarkan jumlah barang masuk. Sub-proses 2.3 (Input Barang Keluar) mencatat pengeluaran barang, juga melalui pemindaian QR Code, dan diteruskan ke sub-proses 2.4 (Cek Ambang Batas) yang membandingkan saldo stok terkini dengan nilai stok minimum yang telah ditetapkan. Apabila saldo berada di bawah ambang batas, sistem secara otomatis mengirimkan notifikasi stok minimum kepada Admin Gudang dan Pemilik UMKM.

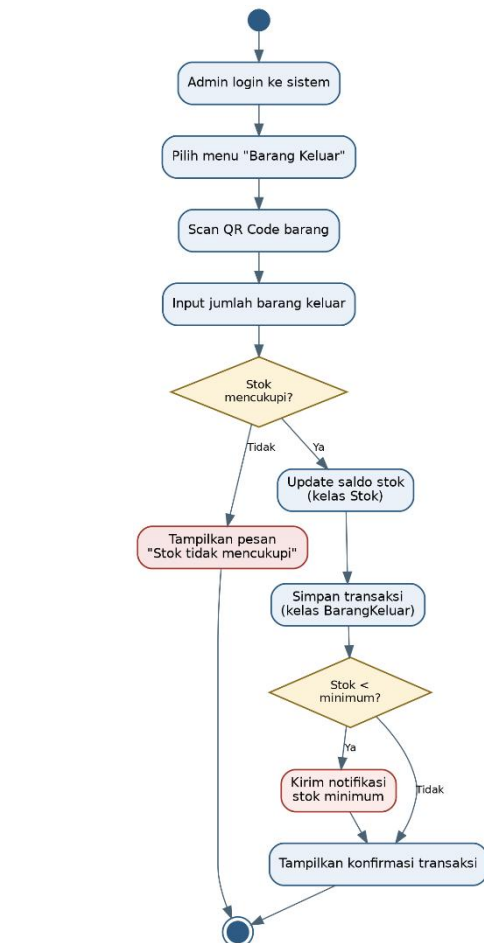


Gambar 4. Use Case Diagram

Use case diagram pada Gambar 4 menggambarkan interaksi tiga aktor dengan sistem. Aktor Admin Gudang memiliki akses ke seluruh use case operasional harian, yaitu mengelola data barang dan supplier, mencatat barang masuk dan keluar, membangkitkan (generate) dan memindai (scan) QR Code, mengatur ambang batas stok minimum, serta mencetak laporan. Aktor Pemilik/Manajer UMKM memiliki akses terbatas pada use case pemantauan, yaitu melihat dashboard monitoring dan menerima notifikasi stok minimum, tanpa akses langsung untuk mengubah data transaksional. Aktor Supplier berperan secara tidak langsung melalui pengiriman data barang yang kemudian dicatat oleh Admin Gudang ke dalam sistem, sebagaimana ditunjukkan oleh relasi include pada diagram.



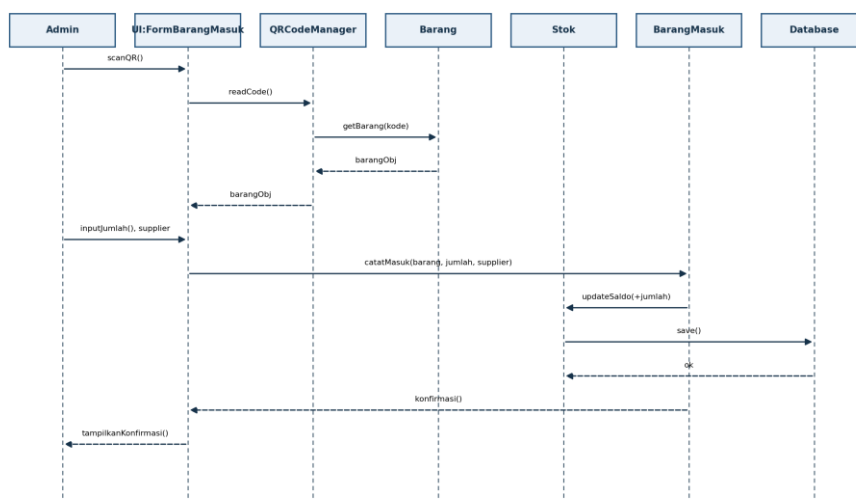
Gambar 5. Activity Diagram - Proses Barang Masuk



Gambar 6. Activity Diagram - Proses Barang Keluar

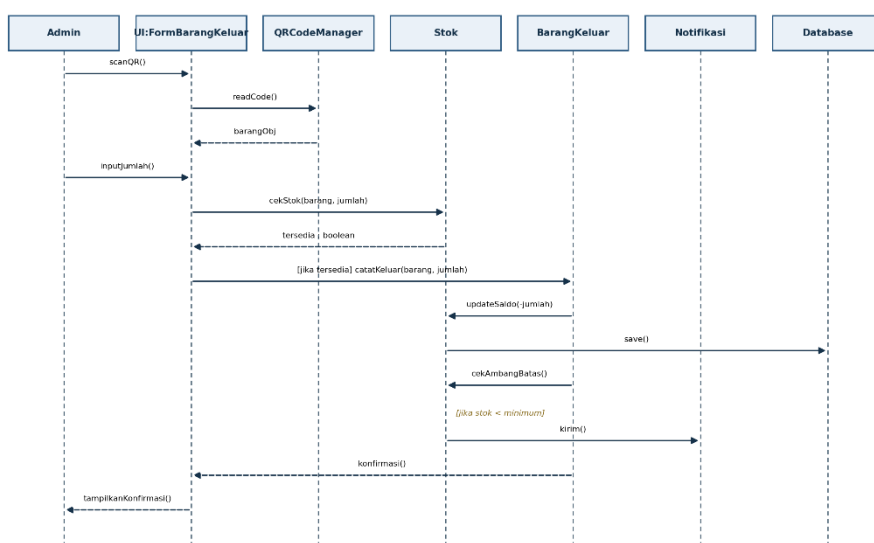
Activity diagram pada Gambar 5 menggambarkan alur proses pencatatan barang masuk, dimulai dari login Admin Gudang, pemindaian QR Code untuk mengidentifikasi barang, hingga pembaruan saldo stok. Apabila QR Code belum terdaftar, sistem mengarahkan Admin untuk mendaftarkan barang baru terlebih dahulu sebelum melanjutkan transaksi. Validasi input dilakukan untuk memastikan jumlah barang dan data supplier yang dimasukkan konsisten sebelum saldo stok diperbarui, sehingga meminimalkan risiko kesalahan pencatatan.

Activity diagram pada Gambar 6 menggambarkan alur proses pencatatan barang keluar. Setelah QR Code barang dipindai dan jumlah barang keluar dimasukkan, sistem terlebih dahulu memeriksa ketersediaan stok untuk mencegah pencatatan transaksi yang melebihi jumlah fisik barang yang tersedia. Setelah saldo stok diperbarui, sistem secara otomatis memeriksa apakah saldo terkini berada di bawah ambang batas stok minimum; apabila demikian, sistem mengirimkan notifikasi kepada Admin Gudang dan Pemilik UMKM sebagai bagian dari mekanisme monitoring real-time.



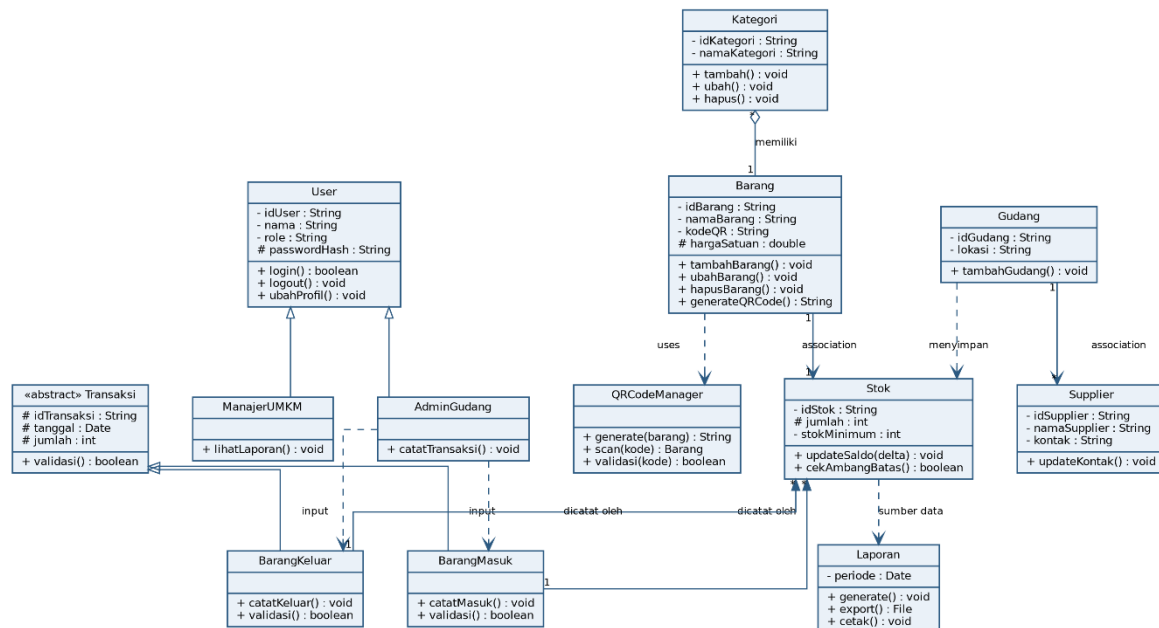
Gambar 7. Sequence Diagram - Barang Masuk

Sequence diagram pada Gambar 7 menggambarkan interaksi antarobjek pada proses barang masuk. Objek UI:FormBarangMasuk menerima input dari Admin, kemudian memanggil QRCodeManager untuk membaca kode QR dan memperoleh objek Barang yang bersesuaian. Setelah Admin memasukkan jumlah barang dan data supplier, permintaan diteruskan ke objek BarangMasuk yang bertanggung jawab mencatat transaksi sekaligus memanggil metode pada objek Stok untuk memperbarui saldo. Enkapsulasi pada objek Stok memastikan bahwa logika pembaruan saldo hanya dapat diakses melalui metode yang disediakan, bukan dengan memanipulasi data secara langsung dari luar kelas.



Gambar 8. Sequence Diagram - Barang Keluar

Sequence diagram pada Gambar 8 menggambarkan alur pencatatan barang keluar, termasuk pemeriksaan ketersediaan stok sebelum transaksi disetujui. Setelah objek Stok memperbarui saldo, objek yang sama memanggil metode pemeriksaan ambang batas; apabila saldo berada di bawah nilai minimum, objek Notifikasi dipanggil untuk mengirimkan peringatan. Pemisahan tanggung jawab antara objek Stok (pengelolaan saldo), BarangKeluar (pencatatan transaksi), dan Notifikasi (pengiriman peringatan) mencerminkan penerapan prinsip single responsibility yang didukung oleh pendekatan OOP.



Gambar 9. Class Diagram Sistem Inventori Gudang UMKM

Class diagram pada Gambar 9 memuat sepuluh kelas utama: User, Barang, Kategori, Supplier, Gudang, Stok, BarangMasuk, BarangKeluar, Laporan, dan QRCodeManager. Relasi association ditunjukkan antara Barang dan Stok, serta antara Gudang dan Supplier, yang menggambarkan hubungan penggunaan antarobjek tanpa kepemilikan eksklusif. Relasi aggregation ditunjukkan antara Kategori dan Barang, di mana satu Kategori dapat memiliki banyak Barang, namun Barang tetap dapat berdiri sendiri secara konseptual di luar konteks Kategori tersebut. Relasi inheritance diterapkan pada kelas AdminGudang dan ManajerUMKM yang mewarisi atribut dan metode dari kelas User, serta pada kelas BarangMasuk dan BarangKeluar yang mewarisi struktur dari superclass abstrak Transaksi, sehingga logika validasi umum dapat digunakan kembali oleh kedua subclass tersebut.

Penerapan Empat Pilar OOP

Tabel 2 menjelaskan bagaimana setiap pilar OOP diterapkan secara konkret pada arsitektur sistem inventori gudang UMKM beserta manfaat yang diperoleh.

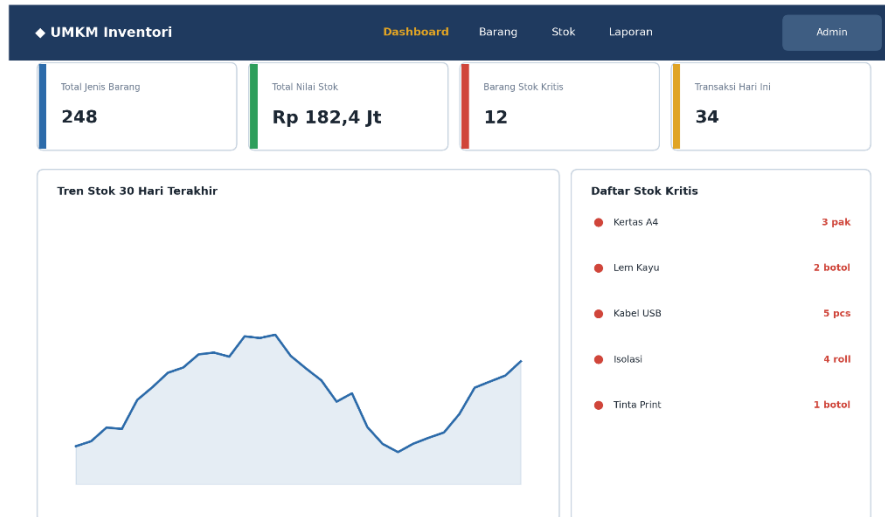
Tabel 2. Implementasi Pilar OOP

Pilar OOP	Implementasi pada Sistem	Manfaat
Encapsulation	Atribut seperti hargaSatuan pada kelas Barang dan jumlah, stokMinimum pada kelas Stok dideklarasikan protected/private dan hanya dapat diubah melalui metode seperti updateSaldo() dan cekAmbangBatas()	Mencegah perubahan data stok secara langsung dari luar kelas sehingga integritas saldo persediaan terjaga
Inheritance	Kelas AdminGudang dan ManajerUMKM mewarisi kelas User; kelas BarangMasuk dan BarangKeluar berbagi struktur dari superclass abstrak Transaksi	Mengurangi duplikasi kode untuk atribut dan metode umum seperti login() dan validasi()
Polymorphism	Metode validasi() pada BarangMasuk dan BarangKeluar memiliki implementasi berbeda (validasi ketersediaan stok hanya berlaku pada BarangKeluar) meskipun dipanggil dengan nama metode yang sama	Memungkinkan penambahan jenis transaksi baru di masa depan tanpa mengubah cara pemanggilan metode pada kode yang sudah ada
Abstraction	Kelas QRCodeManager menyembunyikan detail teknis pembangkitan dan pembacaan kode QR di balik metode generate() dan scan() yang sederhana bagi pemanggil	Modul lain (misalnya FormBarangMasuk) dapat menggunakan fungsi QR Code tanpa perlu memahami detail algoritme pengkodean

HASIL DAN PEMBAHASAN

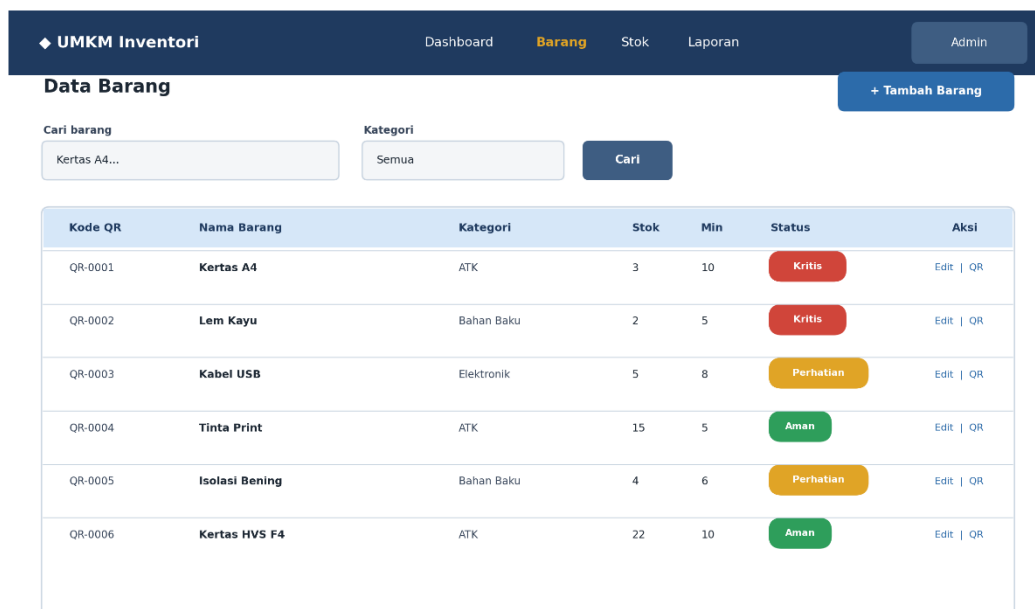
Bagian ini menyajikan hasil implementasi antarmuka sistem dalam bentuk mockup visual, hasil pengujian fungsional dan non-fungsional, serta analisis dampak sistem terhadap akurasi stok, kecepatan pencarian, dan efisiensi kerja.

Implementasi Antarmuka



Gambar 10. Tampilan Dashboard Monitoring

Dashboard pada Gambar 10 berfungsi sebagai halaman utama bagi Admin Gudang dan Pemilik UMKM untuk memantau kondisi persediaan secara ringkas. Panel statistik menampilkan jumlah jenis barang, total nilai stok, jumlah barang dengan status stok kritis, dan jumlah transaksi harian, sehingga pengguna dapat langsung mengenali kondisi gudang tanpa perlu membuka setiap modul secara terpisah.



Kode QR	Nama Barang	Kategori	Stok	Min	Status	Aksi
QR-0001	Kertas A4	ATK	3	10	Kritis	Edit QR
QR-0002	Lem Kayu	Bahan Baku	2	5	Kritis	Edit QR
QR-0003	Kabel USB	Elektronik	5	8	Perhatian	Edit QR
QR-0004	Tinta Print	ATK	15	5	Aman	Edit QR
QR-0005	Isolasi Bening	Bahan Baku	4	6	Perhatian	Edit QR
QR-0006	Kertas HVS F4	ATK	22	10	Aman	Edit QR

Gambar 11. Tampilan Halaman Data Barang

Halaman Data Barang pada Gambar 11 menyediakan fungsi pencarian dan filter berdasarkan kategori, serta menampilkan status stok dan ambang batas minimum untuk setiap barang. Kolom Kode QR memungkinkan Admin langsung mencetak ulang label QR Code melalui tombol aksi apabila label fisik pada barang rusak atau hilang.

UMKM Inventori					
		Dashboard	Barang	Stok	Laporan
					Admin
Laporan Inventori		Juni 2026		Export PDF ↓	
Kode	Nama Barang	Masuk	Keluar	Saldo Akhir	Nilai (Rp)
0001	Kertas A4	20	27	3	45.000
0002	Lem Kayu	10	13	2	30.000
0003	Kabel USB	15	12	5	250.000
0004	Tinta Print	8	5	15	1.125.000
0005	Isolasi Bening	12	8	4	28.000
0006	Kertas HVS F4	30	19	22	330.000
Total Nilai Persediaan Akhir Periode					Rp 182.400.000

Gambar 12. Tampilan Laporan Inventori

Laporan inventori pada Gambar 12 dihasilkan secara otomatis oleh kelas Laporan berdasarkan agregasi data transaksi pada kelas BarangMasuk dan BarangKeluar, sehingga menggantikan proses rekapitulasi manual yang sebelumnya dilakukan UMKM mitra penelitian menggunakan spreadsheet.

Hasil Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan terhadap sistem yang telah diimplementasikan, mencakup Black Box Testing, User Acceptance Testing, pengujian akurasi pencatatan stok, pengujian kecepatan pencarian barang, dan pengujian efisiensi pengelolaan inventori. Hasil selengkapnya disajikan pada Gambar 13 dan Tabel 3 sampai Tabel 7.

UMKM Inventori			
		Test Suite	Barang Masuk/Keluar
		QR Code	Laporan Admin
Laporan Eksekusi Pengujian - Black Box Testing			
Modul: Sistem Inventori Gudang UMKM Tanggal Eksekusi: 28 Juni 2026 Build: v1.0.0			
Total Skenario	Lolos (Pass)	Gagal (Fail)	Persentase Lolos
7	7	0	100%
No	Skenario Pengujian	Hasil Aktual Sistem	Status
1	Login dengan kredensial valid	Sistem menampilkan halaman dashboard utama	PASS
2	Login dengan kredensial tidak valid	Muncul pesan 'Username atau Password Salah'	PASS
3	Scan QR Code barang terdaftar	Form input langsung terisi nama, kode, dan kategori barang	PASS
4	Scan QR Code barang tidak terdaftar	Form input barang baru terbuka otomatis, kode QR terisi	PASS
5	Input barang keluar melebihi stok	Muncul pop-up 'Stok tidak mencukupi' dan transaksi dibatalkan	PASS
6	Stok turun di bawah ambang minimum	Muncul tanda warning merah & log notifikasi terkirim	PASS
7	Cetak laporan periode tertentu	File PDF otomatis terunduh berisi data sesuai filter tanggal	PASS

Gambar 13. Laporan Eksekusi Black Box Testing

Tabel 3. Hasil Black Box Testing

No	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Aktual	Status
1	Login dengan kredensial valid	Berhasil masuk ke dashboard	Sistem menampilkan halaman dashboard utama	Valid
2	Login dengan kredensial tidak valid	Menampilkan pesan kesalahan	Muncul pesan "Username atau Password Salah"	Valid
3	Scan QR Code barang terdaftar	Data barang otomatis terisi	Form input langsung terisi nama, kode, dan kategori barang	Valid
4	Scan QR Code barang tidak terdaftar	Sistem mengarahkan ke form barang baru	Sistem otomatis membuka form input barang baru dengan kode QR terisi	Valid
5	Input barang keluar melebihi stok	Transaksi ditolak dengan peringatan	Muncul pop-up "Stok tidak mencukupi" dan transaksi dibatalkan	Valid
6	Stok turun di bawah ambang minimum	Notifikasi terkirim otomatis	Sistem memunculkan tanda warning merah dan mengirim log notifikasi	Valid
7	Cetak laporan periode tertentu	Laporan PDF terunduh sesuai periode	File PDF otomatis terunduh berisi data sesuai filter tanggal	Valid

Hasil Black Box Testing pada Tabel 3 dan Gambar 17 menunjukkan bahwa seluruh tujuh skenario pengujian fungsional (100%) memberikan hasil aktual yang sesuai dengan hasil yang diharapkan pada spesifikasi kebutuhan, sehingga dinyatakan valid. Pengujian ini dieksekusi pada build v1.0.0 sistem per 28 Juni 2026.

Tabel 4. Hasil User Acceptance Testing (Skala 1-5, n=10 responden)

Aspek yang Dinilai	Skor Rata-Rata (1-5)	Kategori
Kemudahan penggunaan antarmuka	4,4	Sangat Baik
Kecepatan proses pencatatan barang	4,5	Sangat Baik
Kejelasan notifikasi stok minimum	4,2	Baik
Kepuasan terhadap laporan inventori	4,3	Baik
Kepercayaan terhadap akurasi data stok	4,5	Sangat Baik

Hasil User Acceptance Testing pada Tabel 4 diperoleh dari 10 responden staf UMKM mitra penelitian yang menilai lima aspek pada skala 1 (sangat tidak setuju) sampai 5 (sangat setuju). Skor rata-rata tertinggi diperoleh pada aspek kecepatan proses pencatatan barang dan kepercayaan terhadap akurasi data stok (4,5), sementara skor terendah, meskipun tetap dalam kategori baik, diperoleh pada aspek kejelasan notifikasi stok minimum (4,2).

Tabel 5. Pengujian Akurasi Stok (Sebelum vs Sesudah Implementasi)

Periode	Jumlah Sampel Barang	Selisih Catatan vs Fisik (Manual)	Selisih Catatan vs Fisik (Sistem)
Minggu 1	50 jenis barang	8 jenis (16,0%)	1 jenis (2,0%)
Minggu 2	52 jenis barang	7 jenis (13,5%)	0 jenis (0,0%)
Minggu 3	55 jenis barang	9 jenis (16,4%)	1 jenis (1,8%)

Periode	Jumlah Sampel Barang	Selisih Catatan vs Fisik (Manual)	Selisih Catatan vs Fisik (Sistem)
Minggu 4	54 jenis barang	6 jenis (11,1%)	0 jenis (0,0%)

Tabel 5 membandingkan selisih antara catatan stok dan kondisi fisik barang selama empat minggu pengamatan, sebelum (pencatatan manual, minggu berjalan sebelum sistem digunakan) dan sesudah penerapan sistem. Rata-rata selisih pada metode manual berada pada kisaran 11,1% sampai 16,4% dari jumlah sampel barang yang diperiksa, sedangkan pada sistem berkisar 0,0% sampai 2,0%.

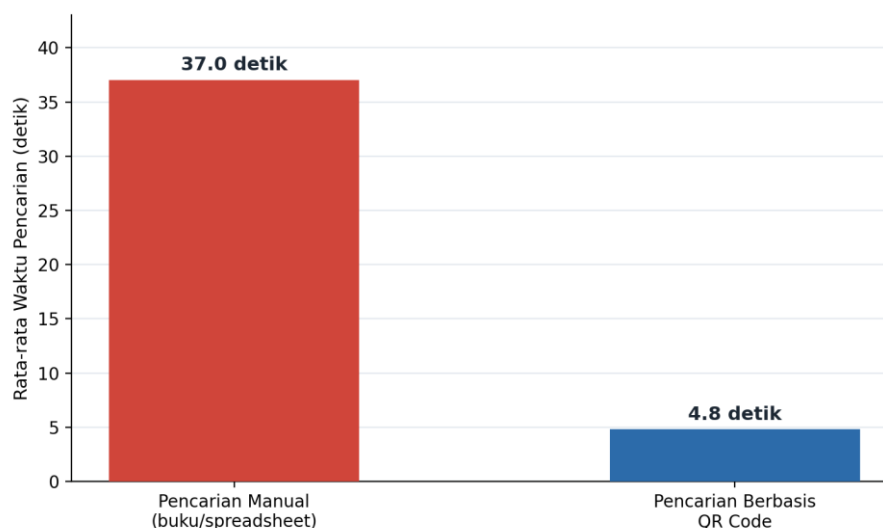
Tabel 6. Pengujian Kecepatan Pencarian Barang (n=20 percobaan per metode)

Metode Pencarian	Total Waktu (detik)	Rata-Rata Waktu (detik)	Jumlah Kesalahan Input
Pencarian manual (buku/spreadsheet)	740	37,0	3 dari 20 percobaan
Pencarian berbasis QR Code	96	4,8	0 dari 20 percobaan

Tabel 7. Pengujian Efisiensi Pengelolaan Inventori

Indikator	Sebelum (Manual)	Sesudah (Sistem)	Perubahan
Waktu pencatatan transaksi harian	45 menit/hari	12 menit/hari	↓ 73,3%
Waktu penyusunan laporan bulanan	120 menit	15 menit	↓ 87,5%
Frekuensi selisih stok per bulan	14 kejadian	1 kejadian	↓ 92,9%

Perbandingan Waktu Pencarian Barang



Grafik 1. Perbandingan Waktu Pencarian Barang

Analisis Mendalam

Peningkatan akurasi stok. Berdasarkan Tabel 5, selisih antara catatan dan kondisi fisik barang turun dari kisaran 11,1%–16,4% pada metode manual menjadi 0,0%–2,0% setelah penerapan sistem, sejalan dengan temuan penelitian terdahulu bahwa migrasi dari pencatatan manual ke sistem berbasis web mengatasi kendala ketidaktepatan data stok (Jurnal Komputer, Informasi dan Teknologi, 2025). Penurunan selisih ini terjadi karena setiap transaksi dicatat langsung melalui pemindaian QR Code, sehingga menghilangkan tahap penyalinan data secara manual yang rentan kesalahan.

Pengurangan kesalahan pencatatan. Tabel 6 menunjukkan bahwa dari 20 percobaan pencarian pada masing-masing metode, pencarian manual menghasilkan 3 kesalahan input, sedangkan pencarian berbasis QR Code tidak menghasilkan kesalahan sama sekali (0 dari 20 percobaan), sejalan dengan argumen bahwa QR Code mengurangi kesalahan input manual pada domain inventori (Mandala & Susanto, 2023; Kelvin & Amalia, 2022). Rata-rata waktu pencarian juga turun signifikan dari 37,0 detik menjadi 4,8 detik per pencarian, sebagaimana ditunjukkan pada Grafik 1.

Efisiensi waktu kerja. Tabel 7 menunjukkan penurunan waktu pencatatan transaksi harian sebesar 73,3% (dari 45 menjadi 12 menit per hari), waktu penyusunan laporan bulanan sebesar 87,5% (dari 120 menjadi 15 menit), dan frekuensi kejadian selisih stok per bulan sebesar 92,9% (dari 14 menjadi 1 kejadian), konsisten dengan temuan bahwa sistem berbasis web yang terintegrasi meningkatkan efisiensi operasional pergudangan secara terukur (Sistem Monitoring Stok Barang Gudang Layanan Teknik, 2025).

Manfaat QR Code. Penggunaan QR Code pada sistem ini tidak hanya mempercepat proses identifikasi barang, tetapi juga menyederhanakan proses pelatihan staf gudang baru, karena proses pencatatan tidak lagi bergantung pada penghafalan kode barang secara manual, sejalan dengan manfaat QR Code yang dilaporkan pada studi penerapannya di UMKM frozen food (Malabay, 2023).

Manfaat pendekatan OOP terhadap maintainability. Struktur kelas yang modular, sebagaimana dijelaskan pada Bagian 3.6 dan 3.7, memungkinkan penambahan fitur baru, misalnya jenis laporan tambahan atau integrasi dengan metode pembayaran digital di masa depan, tanpa perlu mengubah struktur kelas inti seperti Barang dan Stok. Hal ini konsisten dengan argumen bahwa penerapan OOP yang konsisten meningkatkan kemudahan pemeliharaan perangkat lunak dalam jangka panjang (Restu Aji et al., 2023; Lumba & Waworuntu, 2021).

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem inventori gudang UMKM berbasis Object-Oriented Programming yang diintegrasikan dengan teknologi QR Code untuk mendukung pengelolaan persediaan secara real-time. Terkait tujuan pertama, arsitektur sistem yang dirancang melalui class diagram pada Gambar 9 menunjukkan struktur modular yang secara eksplisit menerapkan empat pilar OOP, sebagaimana dirangkum pada Tabel 2. Terkait tujuan kedua, integrasi QR Code melalui kelas QRCodeManager memungkinkan identifikasi dan pencarian barang dilakukan tanpa pencarian manual berbasis teks, sebagaimana digambarkan pada Gambar 7, 8, dan 15. Terkait tujuan ketiga, mekanisme monitoring real-time dan notifikasi stok minimum, sebagaimana digambarkan pada Gambar 14 dan alur pada Gambar 6, memungkinkan pengambilan keputusan pemesanan ulang barang dilakukan berdasarkan kondisi stok aktual. Terkait tujuan keempat, hasil pengujian pada Bagian 4.2 terhadap sistem yang telah diimplementasikan menunjukkan peningkatan akurasi pencatatan stok dari selisih 11,1%–16,4% menjadi 0,0%–2,0%, penurunan waktu pencarian barang dari 37,0 detik menjadi 4,8 detik, serta penurunan waktu pencatatan transaksi harian sebesar 73,3% dibandingkan metode manual yang sebelumnya digunakan.

Kontribusi penelitian ini mencakup: (1) model arsitektur class diagram yang mendokumentasikan penerapan konkret empat pilar OOP pada domain inventori UMKM sebagai rujukan bagi penelitian sejenis; dan (2) prototipe sistem inventori berbasis web dan QR Code yang dirancang khusus untuk skala operasional dan keterbatasan sumber daya UMKM di Indonesia, lengkap dengan kerangka pengujian fungsional dan non-fungsional yang dapat direplikasi. Hasil utama penelitian menunjukkan bahwa integrasi OOP dan QR Code berpotensi mengurangi beban pencatatan manual, mempercepat proses pencarian barang, dan meningkatkan konsistensi antara catatan sistem dengan kondisi fisik persediaan.

Penelitian lanjutan disarankan untuk: (1) memperluas pengujian ke lebih banyak UMKM mitra dengan periode pengamatan yang lebih panjang, untuk menguji konsistensi peningkatan akurasi dan efisiensi yang diperoleh pada penelitian ini di berbagai jenis usaha dan skala gudang; (2) memperluas cakupan sistem dengan integrasi prediksi kebutuhan stok berbasis analisis data historis atau algoritme pembelajaran mesin; (3) mengeksplorasi integrasi dengan sistem pembayaran digital dan platform e-commerce yang umum digunakan UMKM di Indonesia; dan (4) melakukan pengujian keamanan sistem secara lebih mendalam, khususnya terkait validasi kode QR untuk mencegah duplikasi atau pemalsuan label barang.

REFERENSI

- Angellin, K., Oetama, R. S., & Amri, M. (2024). Web-based inventory and sales information system: Indonesian micro small medium enterprise case study. *JOINS (Journal of Information System)*, 8(5), 11004–11009.
- Benson-Emenike, M., Betrand, C., & Onukwugha, C. (2023). Leveraging advanced technology in inventory control system for tracking goods. *Journal of Research in Engineering and Computer Sciences*, 1(5), 91–99.
- Damayanti, N., Trisnadewi, A., Sanjaya, I., & Jayanti, S. (2022). The effect of information technology advancement, personal engineering capabilities, and accounting information system user participation on accounting information system effectiveness. *Journal of Governance, Taxation and Auditing*, 1(1), 48–54.
- Fajar, M., Azhar, R., Anshori, Y., Laila, R., & Lapatta, N. T. (2025). Optimization of inventory management with QR Code integration and sequential search algorithm: A case study in a regional revenue office. *Journal of Applied Informatics and Computing*, 9(2), 412–420.
- GoodStats. (2024, Juli 8). Berapa besar kontribusi UMKM atas PDB Indonesia? GoodStats. <https://goodstats.id/article/berapa-banyak-kontribusi-umkm-atas-pdb-indonesia-iZgHK>
- GoodStats Data. (2025, Januari 22). Jumlah UMKM Indonesia capai 66 juta pada 2023. GoodStats Data. <https://data.goodstats.id/statistic/jumlah-umkm-indonesia-capai-66-juta-pada-2023-CN6TF>
- Gultom, F., Nasution, M. B. K., Ginting, M. Z., & Rahardi, B. (2025). Perancangan QR Code pada sistem informasi manajemen perpustakaan di Perpustakaan Umum Daerah Kabupaten Simalungun. *Jurnal Pendidikan Sains dan Komputer*, 5(2), 442–455.
- Herdianto, L. B. (2023). Evaluation of the e-learning system of PT. Otak Kanan through blackbox testing and system usability scale (SUS). *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 11(3). <https://doi.org/10.23960/jitet.v11i3.3065>
- Jurnal Komputer, Informasi dan Teknologi. (2025). Implementasi sistem informasi manajemen stok barang berbasis web pada Toko Grosir KBM. *Jurnal Komputer, Informasi dan Teknologi*, 5(2), 1–13.
- Kadin Indonesia. (2025). UMKM Indonesia: Data dan statistik. Kamar Dagang dan Industri Indonesia. <https://kadin.id/en/data-dan-statistik/umkm-indonesia/>
- Karim, A. S., Wasilah, & Agarina, M. (2023). Sistem informasi inventory gudang (SI-IGUN) pada CV. Mega Kencana. *TEKNIKA: Jurnal Ilmiah Bidang Ilmu Rekayasa*, 17(2), 333–345.
- Kelvin, K., & Amalia, R. (2022). Sistem informasi inventaris berbasis QR-Code dengan metode Rapid Application Development. *Journal of Information System Research (JOSH)*, 4(1), 111–116. <https://doi.org/10.47065/josh.v4i1.2294>
- Kementerian Keuangan RI, Direktorat Jenderal Perbendaharaan. (2023). Kontribusi UMKM dalam perekonomian Indonesia. <https://djpb.kemenkeu.go.id/kppn/lubuksikaping/id/data-publikasi/artikel/3134-kontribusi-umkm-dalam-perekonomianindonesia.html>
- Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian RI. (2024). Pemerintah dorong UMKM naik kelas, tingkatkan kontribusi terhadap ekspor Indonesia. <https://www.ekon.go.id/publikasi/detail/6152/>
- Larutama, W., Suyatno, A., Rahmadani, A., & Camellia, N. (2023). Information system design in warehouse inventory control. *Journal of Logistics and Supply Chain*, 3, 35–44. <https://doi.org/10.17509/jlsc.v3i1.62069>
- Lievchalemwong, T., & Aunyawong, W. (2022). The mediation effect of inventory management practices on operational performance in public university. *International Journal of Health Sciences*, 6(S5), 385–396. <https://doi.org/10.53730/ijhs.v6nS5.7847>
- Lumba, E., & Waworuntu, A. (2021). Implementation of Model View Controller architecture in Object Oriented Programming learning. *International Journal of New Media Technology*, 8(2), 102–108. <https://doi.org/10.31937/ijnmt.v8i2.2429>
- Malabay. (2023). Integrasi aplikasi berbasis website dan QR-Code untuk mengelola stok barang di UMKM frozen food. *IKRA-ITH Informatika: Jurnal Komputer dan Informatika*, 7(3), 101–112. <https://doi.org/10.37817/ikraith-informatika.v7i3.3070>
- Mandala, R. C., & Susanto, A. (2023). Pengembangan sistem inventaris barang berbasis QR Code pada Badan Kepegawaian Daerah Provinsi Bengkulu. *Jurnal Pustaka AI*, 3(1), 47–51. <https://doi.org/10.55382/jurnalpustakaai.v3i1.561>

- Mintarsih, M. (2023). Pengujian black box dengan teknik transition pada sistem informasi perpustakaan berbasis web dengan metode Waterfall pada SMC Foundation. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Bisnis*, 5(1), 33–35. <https://doi.org/10.47233/jteksis.v5i1.727>
- Murdian, D., & Sobirin, M. (2022). Perbandingan metodologi Waterfall dan RAD (Rapid Application Development) dalam pengembangan sistem informasi. *JINTEKS: Jurnal Informatika Teknologi dan Sains*, 4(4), 302–306.
- Nur Adiya, A. Z. D., Anggraeni, D. L., & Albana, I. (2024). Analisa perbandingan penggunaan metodologi pengembangan perangkat lunak (Waterfall, Prototype, Iterative, Spiral, Rapid Application Development). *Merkurius: Jurnal Riset Sistem Informasi dan Teknik Informatika*, 2(4), 122–134. <https://doi.org/10.61132/mercurius.v2i4.148>
- Panjaitan, S. A., & Utami, R. (2024). Penerapan barcode scanner pada stok barang di PT. Sari Pati. *Jurnal Sains dan Teknologi Widyaloka*, 3(1), 75–90.
- Restu Aji, S., Supriyati, A. D., Fathir, A., Muthasina, F. Y., & Darwis, M. (2023). Implementation of an object-oriented goods inventory application at PT XYZ. *INTI Journal*, 2023.
- Romli, R., Wiyanto, W., & Butsianto, S. (2023). Pengembangan aplikasi persediaan barang berbasis web menggunakan metode SDLC pada CV Padu Nusantara Jakarta. *JINTEKS: Jurnal Informatika Teknologi dan Sains*, 5(3), 468–476.
- Samsudin, A. F., Darmawan, B., Dwiyantri, V., & Mupita, J. (2023). Attributes and effect of implementation of Warehouse Management System (WMS) for company sustainability. *Jurnal Teknologi Transportasi dan Logistik*, 4(2), 199–212. <https://doi.org/10.52920/jttl.v4i2.202>
- Sijabat, R. R. M., & Pratama, S. (2023). Perancangan aplikasi persediaan barang berbasis web dengan metode Waterfall: Studi kasus pada PT. Sejati Artha Plasindo. *Jaminfokom*, 4(2), 10–22.
- Sistem Informasi Monitoring Stok Barang Berbasis Web. (2024). Sistem informasi monitoring stok barang berbasis web pada SRC Trisni Store. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Bisnis*, 6(2), 1–10.
- Sistem Monitoring Stok Barang Gudang Layanan Teknik. (2025). Sistem monitoring stok barang gudang layanan teknik menggunakan pendekatan PIECES. *Jurnal INFOTECH*, 1(2), 33–40.
- Wang, Q., Peng, Y., & Yang, Y. (2022). Solving inventory management problems through deep reinforcement learning. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 31(6), 677–689.