

Sistem Pengelolaan Inventori Real-Time untuk UMKM Berbasis Flutter dan QR Code Menggunakan Metode R&D

Faiz Saputra^{1,*}, Erik Iman Heri Ujianto²

¹ Sains dan Teknologi, Informatika, Universitas Teknologi Yogyakarta, Sleman, Indonesia

² Pascasarjana, Magister Teknologi Informasi, Universitas Teknologi Yogyakarta, Sleman, Indonesia

Email: ^{1,*}faizsaputra775@gmail.com, ²erik.iman@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: faizsaputra775@gmail.com

Submitted 05-11-2025; Accepted 06-12-2025; Published 31-12-2025

Abstrak

Efisiensi dan akurasi pencatatan stok pada UMKM ditingkatkan melalui pengembangan sebuah aplikasi pengelolaan inventori berbasis mobile, menjawab tantangan sistem manual yang rentan terhadap kesalahan manusia dan keterlambatan data. Penelitian ini mengimplementasikan sistem real-time dengan mengintegrasikan tiga teknologi utama: Flutter sebagai framework lintas platform untuk pengembangan yang efisien, QR Code untuk identifikasi barang secara cepat, dan Firebase sebagai basis data untuk sinkronisasi data instan. Dengan menerapkan metode R&D melalui model Waterfall, aplikasi ini dikembangkan dan diuji pada studi kasus Warung Laras. Aplikasi ini dilengkapi fitur-fitur esensial untuk operasional harian, termasuk verifikasi keamanan menggunakan OTP via WhatsApp, pembuatan QR Code unik untuk setiap item, serta kemampuan menghasilkan laporan inventori dalam format PDF secara otomatis. Hasil pengujian Black Box dan uji coba pengguna menunjukkan dampak kuantitatif yang signifikan: akurasi pencatatan data meningkat hingga 95%, sementara waktu rata-rata per transaksi berkurang drastis sebesar 70%, yaitu dari kurang lebih 30 detik menjadi hanya 9 detik. Temuan ini membuktikan bahwa integrasi teknologi tersebut berhasil menciptakan solusi yang reliabel dan efektif untuk mendorong transformasi digital pada pengelolaan stok skala UMKM.

Kata Kunci: Inventori; UMKM; Flutter; QR Code; Firebase

Abstract

The efficiency and accuracy of stock recording in MSMEs are enhanced through the development of a mobile-based inventory management application, addressing the challenges of manual systems, which are prone to human error and data delays. This study implements a real-time system by integrating three key technologies: Flutter as a cross-platform framework for efficient development, QR Codes for rapid item identification, and Firebase as a database for instant data synchronization. By applying the R&D method through the Waterfall model, the application was developed and tested in a case study at *Warung Laras*. The application is equipped with essential features for daily operations, including security verification using OTP via WhatsApp, unique QR code generation for each item, and the ability to automatically generate inventory reports in PDF format. The results from Black Box testing and user trials show a significant quantitative impact: data recording accuracy increased to 95%, while the average time per transaction was drastically reduced by 70%, from approximately 30 seconds to just 9 seconds. This finding proves that the technological integration has successfully created a reliable and effective solution to drive digital transformation in MSME-scale stock management.

Keywords: Inventory; MSMEs; Flutter; QR Code; Firebase

1. PENDAHULUAN

Pengelolaan stok merupakan komponen penting dalam menjaga keberlanjutan operasi usaha, khususnya pada sektor UMKM. Namun, sebagian besar UMKM masih menggandalkan pencatatan konvensional yang rentan terhadap kesalahan input dan keterlambatan pembaruan data. Dengan adanya digitalisasi yang mudah diakses maka kesalahan pada operasional stok dapaturangi. Digitalisasi inventori membantu meningkatkan aksesibilitas data dan efisiensi operasional pada UMKM [1]. Pada dasarnya, kegiatan inventaris di gudang mencakup proses pencatatan dan pengelolaan barang yang masuk, barang yang keluar, serta jumlah stok yang tersisa [2]. Kondisi tersebut dapat menyebabkan terjadinya ketidaksesuaian data persediaan, risiko kehilangan barang, hingga menurunnya kualitas pengambilan keputusan manajerial [3].

Perkembangan teknologi informasi memberikan peluang untuk mengatasi permasalahan tersebut melalui pemanfaatan aplikasi mobile. Salah satu framework populer dalam pengembangan aplikasi mobile lintas platform adalah Flutter, yang dikembangkan oleh Google dan memiliki keunggulan dalam hal efisiensi, kecepatan pengembangan, serta kinerja aplikasi yang tinggi. Untuk mengatasi tantangan tersebut, penelitian ini mengintegrasikan tiga teknologi utama yaitu Flutter, QR Code, dan Firebase kedalam satu sistem inventori real-time yang saling terhubung. Kerangka kerja Flutter dipilih untuk membangun aplikasi karena keunggulannya dalam pengembangan lintas platform, yang memungkinkan satu basis kode untuk dijalankan di perangkat Android maupun iOS secara efisien [4], [5]. Pada sisi fungsional, proses pencatatan stok dioptimalkan melalui penggunaan QR Code. Teknologi ini berfungsi sebagai identitas digital untuk setiap barang, di mana pemindaian cepat menggunakan kamera ponsel dapat menggantikan input manual, yang secara signifikan meningkatkan kecepatan dan akurasi data inventori [3], [6]. Untuk mendukung pembaruan data secara real-time, integrasi dengan Firebase Realtime Database digunakan karena kemampuannya dalam sinkronisasi data langsung antar perangkat [7], [8].

Beberapa penelitian terdahulu telah dilakukan, di antaranya pengembangan aplikasi E-Stock dengan QR Code untuk pengelolaan stok barang elektronik yang terbukti meningkatkan efisiensi pencatatan persediaan [6], serta implementasi sistem POS dengan integrasi Firebase yang mampu menyinkronkan data transaksi secara real-time [7].

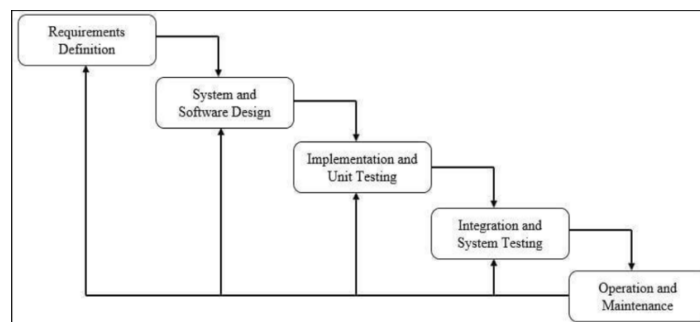
Namun, sebagian besar penelitian sebelumnya masih berfokus pada aplikasi berbasis web [9], atau hanya memanfaatkan satu teknologi tanpa mengintegrasikan seluruh komponen (Flutter, QR Code, dan Firebase) dalam satu sistem yang komprehensif.

GAP penelitian terletak pada belum adanya sistem inventori real-time yang menggabungkan Flutter, QR Code, dan Firebase secara bersamaan dalam satu aplikasi mobile untuk UMKM, sehingga masih terdapat keterbatasan dalam hal mobilitas, kecepatan pembaruan stok, serta akurasi pencatatan. Berdasarkan hal tersebut, tujuan penelitian ini adalah merancang dan membangun aplikasi pengelolaan inventori real-time berbasis Flutter, QR Code, dan Firebase yang mampu meningkatkan akurasi pencatatan, mempercepat proses pembaruan stok, serta menyediakan laporan inventori secara otomatis. Penelitian ini juga berkontribusi dalam memberikan alternatif solusi digital yang praktis dan efisien bagi UMKM dalam meningkatkan kualitas pengelolaan stok barang.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Model Penelitian

Dalam penelitian ini, pendekatan *Research and Development (R&D)* diimplementasikan melalui tahapan model Waterfall yang bersifat sistematis dan berurutan. Ciri utama dari metodologi ini adalah pendekatan yang linier dan sekuensial, dimana setiap fase mulai dari analisis kebutuhan hingga pengujian harus rampung sepenuhnya sebelum fase berikutnya dapat dimulai. Struktur ini dipilih karena kemampuannya dalam menyediakan kerangka kerja yang jelas dan terorganisir, sehingga menjaga konsistensi selama proses pengembangan perangkat lunak [10]. Dengan pola pengembangan yang sekuensial, metode ini mampu meminimalkan risiko kesalahan dan memudahkan evaluasi di setiap tahapannya [11]. Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai alur kerja metode ini, berikut disajikan **Gambar 1** yang menunjukkan tahapan-tahapan dalam model Waterfall. Dapat dilihat bahwa model Waterfall terdiri dari lima tahapan utama. Tahap pertama adalah *Requirements Definition*, yaitu proses mengumpulkan kebutuhan sistem secara lengkap. Selanjutnya adalah *System and Software Design*, di mana kebutuhan tersebut diterjemahkan menjadi rancangan sistem. Setelah itu dilakukan *Implementation and Unit Testing*, yaitu proses pembangunan kode program dan pengujian pada setiap unit fungsional. Tahap keempat adalah *Integration and System Testing*, yaitu penggabungan seluruh unit yang telah diuji untuk memastikan kompatibilitas dan fungsionalitas sistem secara keseluruhan. Terakhir, tahap *Operation and Maintenance* dilakukan untuk memastikan sistem berjalan dengan baik dan memperbaiki masalah yang muncul di kemudian hari. Struktur berurutan pada model Waterfall inilah yang mendukung konsistensi proses pengembangan, sehingga cocok diterapkan pada penelitian ini.



Gambar 1. Model Waterfall, Sumber : [21]

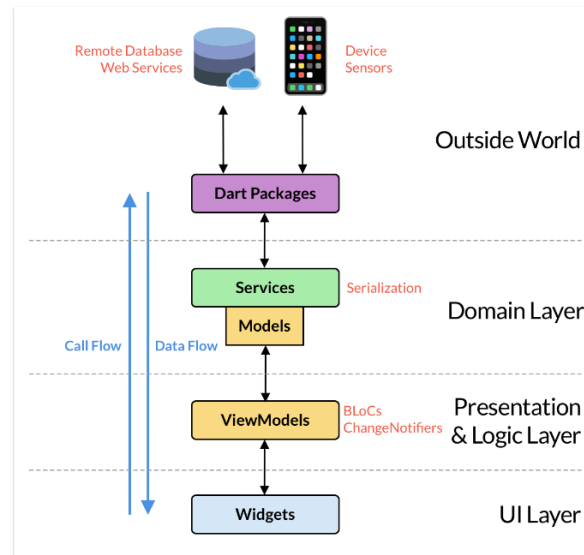
2.2 Pengumpulan Data dan Instrumen Penelitian

Data penelitian diperoleh dari catatan inventori Warung Laras yang masih menggunakan buku manual, berisi informasi produk, jumlah stok, harga beli, dan harga jual. Data tersebut kemudian diverifikasi serta dibersihkan dari duplikasi maupun entri yang tidak relevan sebelum dijadikan acuan dalam pengembangan sistem. Selain itu, dilakukan observasi langsung terhadap proses pencatatan manual untuk memperoleh pemahaman mengenai alur pengelolaan stok sehingga rancangan aplikasi dapat disesuaikan dengan kebutuhan nyata di lapangan. Instrumen penelitian meliputi perangkat keras berupa laptop dan smartphone Android, serta perangkat lunak berupa Flutter SDK, Android Studio, dan Firebase Realtime Database. Flutter dipilih Karena Mendukung pengembangan aplikasi lintas platform dengan performa baik [4], sedangkan Firebase digunakan karena berbasis teknologi cloud yang menawarkan keunggulan berupa efisiensi biaya, skalabilitas sumber daya yang dapat diakses dengan cepat sesuai kebutuhan serta peningkatan aksesibilitas data yang memudahkan analisis dan pemrosesan informasi dalam jumlah besar [12].

2.3 Arsitektur Sistem

Gambar 2 memperlihatkan arsitektur sistem yang dikembangkan, berbasis **client server** dengan aplikasi mobile Flutter sebagai client dan Firebase Real-Time Database sebagai server. Setiap data barang diberikan identitas unik dan bentuk QR Code yang dapat digenerate, di scan, dan diperbarui secara langsung oleh pengguna. Desain ini memudahkan sinkronisasi data dan mempercepat proses pengelolaan inventori dibandingkan metode manual atau semi digital [9]. Pada

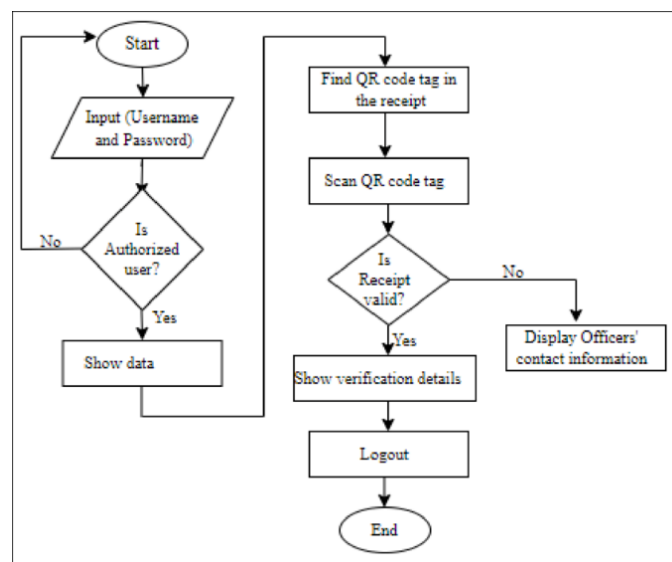
Gambar 2 terlihat bahwa pengguna berinteraksi langsung dengan *Sistem Inventory* melalui aplikasi Flutter. Data yang dimasukkan, seperti informasi barang dan hasil pemindaian QR Code, dikirimkan ke Firebase Realtime Database. Server kemudian menyimpan dan mengelola perubahan data secara langsung, sehingga setiap pembaruan yang dilakukan oleh pengguna dapat segera disinkronkan dan ditampilkan kembali pada aplikasi. Alur ini memastikan bahwa seluruh informasi inventori selalu berada dalam kondisi terbaru tanpa memerlukan proses penyimpanan manual. Selain itu, penggunaan QR Code mempermudah proses identifikasi barang, karena pengguna dapat melakukan *generate*, *scan*, dan *update* secara cepat melalui perangkat mobile.



Gambar 2. Arsitektur model Aplikasi Pengelolaan Inventori Real-Time

2.4 Flowchart

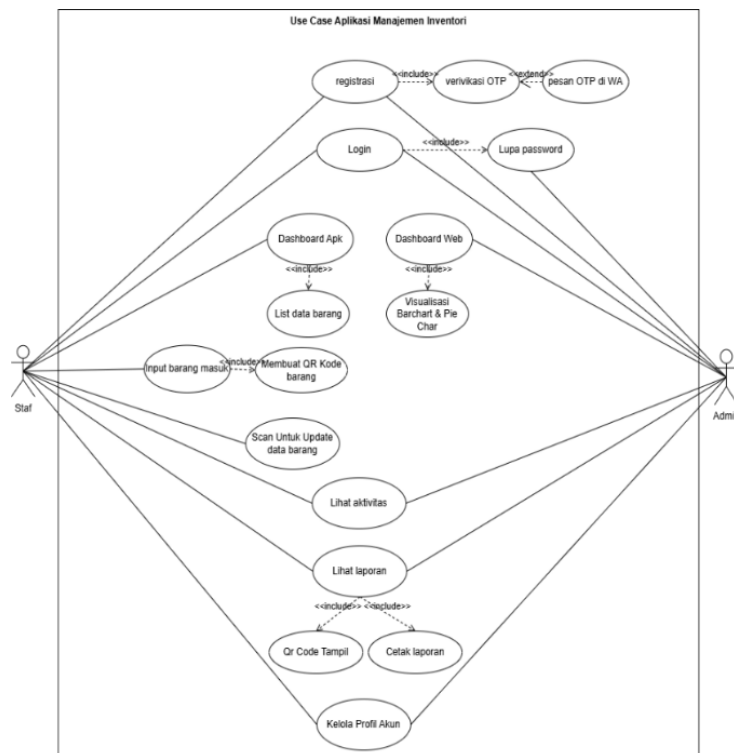
Perancangan sistem divisualisasikan menggunakan Flowchart dan Use Case diagram. Flowchart menggambarkan alur kerja aplikasi mulai dari proses registrasi, login, hingga pengelolaan data inventori dan pembuatan laporan. Flowchart dipilih karena mampu merepresentasikan alur sistem secara visual dan mudah dipahami, sehingga membantu pengembang maupun pengguna dalam memahami proses aplikasi [13]. Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai proses interaksi antara pengguna, sistem inventory, dan server, berikut disajikan Gambar 2 yang menunjukkan arsitektur model aplikasi, bahwa alur aplikasi dimulai dari proses Mulai yang dilanjutkan dengan tahap Registrasi pengguna. Setelah itu, sistem melakukan Authentication & Verifikasi OTP untuk memastikan keamanan dan validitas pengguna baru. Jika proses verifikasi berhasil, pengguna dapat melanjutkan ke tahap Login dan masuk ke halaman Dashboard. Dari dashboard, terdapat tiga alur utama yang dapat dipilih pengguna, yaitu: melihat aktivitas, input data inventori, serta mencetak katalog barang dalam format PDF. Setiap proses tersebut mengarah pada pembaruan data inventori yang kemudian disimpan secara real-time pada sistem. Flowchart ditutup dengan proses Selesai yang menandakan akhir alur interaksi pengguna pada tahap tersebut.



Gambar 3. Flowchart Aplikasi Pengelolaan Inventori Real-Time

2.5 Use Case

Use Case Diagram berperan dalam memvisualisasikan interaksi antara pengguna yang berperan sebagai aktor dengan sistem yang dikembangkan, serta menggambarkan fungsi-fungsi utama yang dapat dijalankan melalui aplikasi. Dalam penelitian ini, terdapat dua aktor utama, yaitu Admin dan Staf. Admin memiliki kewenangan akses untuk mengelola akun dan melakukan proses validasi, sedangkan Staf berfokus pada aktivitas operasional seperti input barang, pembuatan QR Code, dan pemindaian QR Code untuk memperbarui stok. Pemilihan Use Case Diagram dilakukan karena termasuk dalam komponen Unified Modeling Language (UML) yang efektif dalam mendefinisikan kebutuhan fungsional perangkat lunak serta memvisualisasikan hubungan antara sistem dan aktor secara terstruktur [14]. Pada **Gambar 4** terlihat bahwa Admin memiliki beberapa hak akses utama, yaitu melakukan *Login*, *Validasi Akun*, *Manajemen Pengguna*, dan *Pengelolaan Data Inventori*. Sementara itu, Staf berinteraksi dengan sistem melalui fungsi-fungsi operasional seperti *Input Data Barang*, *Generate QR Code*, *Scan QR Code*, *Update Data Stok*, *Melihat Aktivitas*, dan *Mencetak Laporan Inventori*. Setiap Use Case mewakili fungsionalitas yang dapat dipilih pengguna ketika berinteraksi dengan aplikasi. Diagram ini memperjelas pembagian tugas antara Admin dan Staf, sekaligus memastikan bahwa seluruh proses penting dalam pengelolaan inventori terdefinisi dengan baik. Dengan demikian, Use Case Diagram berperan penting dalam mendukung perancangan aplikasi yang sistematis dan mudah dipahami oleh seluruh pengembang maupun stakeholder. Untuk memberikan gambaran lebih jelas mengenai hubungan antara aktor dan sistem, berikut ditampilkan **Gambar 4** sebagai representasi Use Case aplikasi.



Gambar 4. Use Case Aplikasi pengelolaan Inventori Real-Time

2.6 Tahap Penelitian

Prosedur penelitian dilaksanakan melalui beberapa tahapan sistematis sesuai model pengembangan Waterfall. Tahap awal berupa analisis kebutuhan berdasarkan data inventori dan hasil observasi. Selanjutnya dilakukan perancangan sistem mencakup alur proses, kebutuhan fungsional, dan rancangan antarmuka. Implementasi dilakukan dengan membangun aplikasi menggunakan Flutter, Firebase, dan integrasi QR Code. Tahap pengujian menggunakan metode Black Box Testing serta uji coba langsung oleh pemilik Warung Laras untuk menilai aspek kemudahan penggunaan. Evaluasi akhir dilakukan dengan membandingkan kinerja aplikasi terhadap metode manual, sehingga diperoleh ukuran peningkatan efisiensi, kecepatan, dan akurasi pengelolaan inventori.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

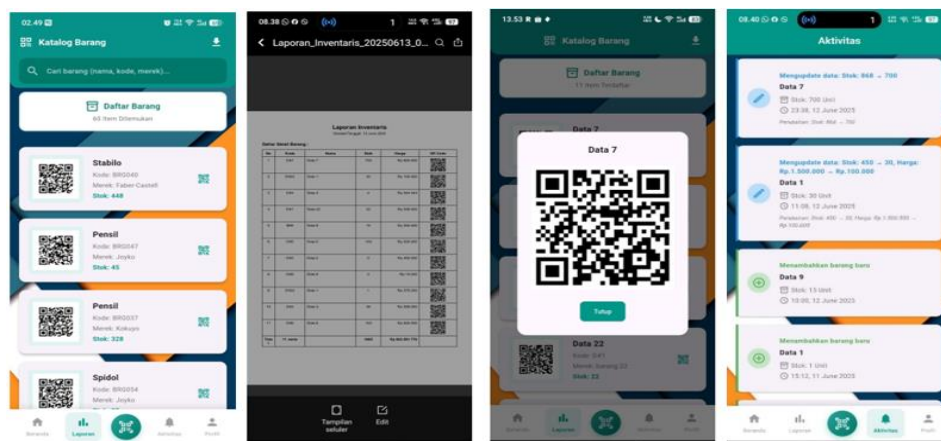
Implementasi rancangan sistem menghasilkan aplikasi inventori real-time berbasis Flutter, QR Code, dan Firebase Real-Time Database yang dirancang untuk menjawab kebutuhan pengelolaan stok pada Warung Laras. Aplikasi ini mampu mengotomatisasi proses pencatatan, meningkatkan akurasi data, dan mempercepat pembaruan stok secara langsung.

Seluruh fungsi utama yang telah dianalisis sebelumnya diwujudkan ke dalam antarmuka aplikasi yang sederhana dan mudah dioperasikan oleh pengguna dengan tingkat literasi digital beragam. Pengembangan aplikasi mengikuti tahapan model Waterfall yang meliputi analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, dan pengujian. Tahap analisis dilakukan dengan meninjau alur pencatatan manual pada Warung Laras untuk mengidentifikasi masalah utama berupa keterlambatan pembaruan stok dan potensi kesalahan input. Tahap perancangan menghasilkan flowchart, use case, rancangan antarmuka, serta struktur database real-time menggunakan Firebase. Hasil perancangan kemudian diimplementasikan melalui pembuatan aplikasi berbasis Flutter yang terintegrasi dengan pemindaian QR Code untuk percepatan proses input. Tahap terakhir adalah pengujian menggunakan Black Box Testing untuk memastikan setiap fungsi berjalan sesuai kebutuhan pengguna. Hasil dari seluruh tahapan tersebut dipaparkan melalui tampilan antarmuka dan hasil pengujian pada bagian berikut



Gambar 5. Tampilan utama Aplikasi Pengelolaan Inventori Real-Time

Antarmuka aplikasi disusun untuk merepresentasikan setiap fitur utama secara jelas. Pada halaman register dan akses lupa password, autentikasi dilakukan melalui kode OTP yang dikirimkan via WhatsApp, sehingga memberikan keamanan sekaligus kemudahan akses bagi pengguna. Setelah berhasil pengguna bisa masuk, pengguna diarahkan ke dashboard inventori, yang menampilkan ringkasan stok barang dan menyediakan navigasi menuju fungsi inti aplikasi. Tampilan ini berperan sebagai pusat kendali bagi pengguna dalam mengakses seluruh fitur. Sebagai ilustrasi, Gambar 5 menunjukkan tampilan utama dashboard aplikasi pengelolaan inventori real-time. Dari gambar ini terlihat tata letak fitur yang jelas, navigasi menu yang mudah dipahami, serta ringkasan informasi stok yang langsung terlihat oleh pengguna.

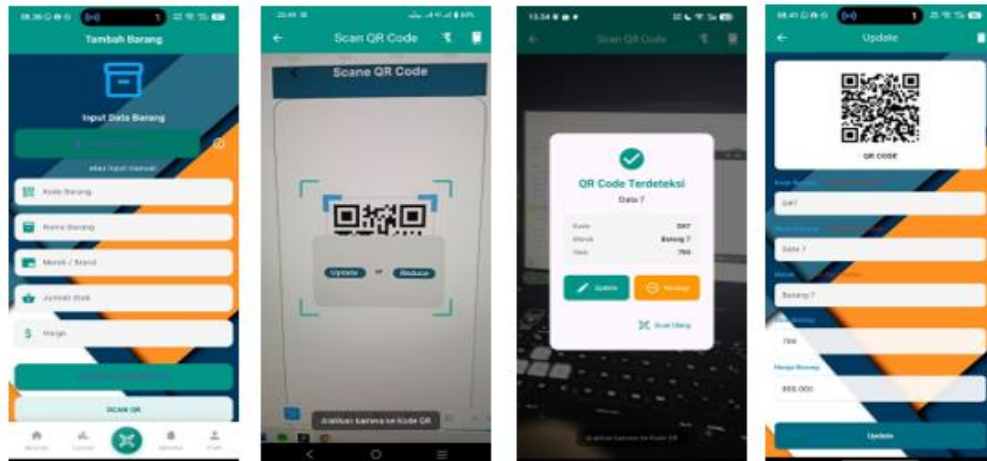


Gambar 6. Tampilan Fitur Input Data Barang Aplikasi pengelolaan Inventori Real-Time

Fitur form input memungkinkan penambahan produk baru dengan informasi nama, jumlah, dan harga. Setiap entri secara otomatis menghasilkan QR Code unik sebagai identitas barang yang dapat dipindai melalui kamera ponsel untuk memperbarui stok secara instan. Untuk memberikan gambaran visual, Gambar 6 menampilkan tampilan fitur input data barang. Dari gambar ini dapat dilihat bagaimana pengguna dapat menambahkan informasi produk, menghasilkan QR Code secara otomatis, dan menyimpan data langsung ke database secara real-time.

Aplikasi juga menyediakan laporan inventori dalam format PDF yang berisi data barang masuk, keluar, dan stok akhir, yang dapat diunduh atau dicetak sebagai dokumen administrasi resmi. Fitur ini mempermudah pemantauan stok serta mendukung proses audit usaha, setiap barang ditampilkan bersama QR Code yang dapat dipindai untuk memperbarui

stok. Penyajian katalog ini mempermudah pelacakan barang oleh pengguna.. Fitur katalog barang yang berfungsi menampilkan daftar produk ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Tampilan Fitur Katalog Barang Aplikasi pengelolaan Inventori Real-Time

Untuk memastikan bahwa seluruh fungsi aplikasi berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna, dilakukan pengujian menggunakan metode Black Box Testing. Pengujian ini memfokuskan pada kesesuaian keluaran sistem terhadap skenario masukan tanpa melihat struktur internal kode. Ringkasan hasil pengujian tersebut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Fungsional (Black Box Testing)

No.	Skenario Pengujian	Masukan(Input)	Hasil yang Diharapkan	Status
1.	Registrasi Akun Baru	Nama Lengkap, Email, Password, Nomor WhatsApp valid.	Akun berhasil dibuat dan sistem mengirimkan OTP ke nomor WhatsApp.	Berhasil
2	Login Pengguna Berhasil	Email dan Password terdaftar.	Pengguna berhasil masuk ke halaman Dashboard	Berhasil
3	Reset password	Email terdaftar dan permintaan lupa password.	Sistem mengirimkan Link Ke Email pengguna untuk verifikasi dan melakukan Perubahan Password	Berhasil
4	Menambah Data Barang Baru	Mengisi form: Kode, Nama, Merek, Stok, Harga barang.	Data barang baru berhasil tersimpan di sistem.	Berhasil
5	Memindai QR Code untuk Update Stok (Tambah)	Memindai QR Code barang yang sudah ada, memilih opsi "Update", dan menambah jumlah stok.	Stok barang di sistem terupdate sesuai penambahan, dan data tersinkronisasi real-time.	Berhasil
6	Memindai QR Code untuk Kurangi Stok	Memindai QR Code barang yang sudah ada, memilih opsi "Kurangi", dan mengurangi jumlah stok.	Stok barang di sistem terupdate sesuai pengurangan, dan data tersinkronisasi real-time.	Berhasil
7	Melihat Laporan Inventaris	Mengakses menu "Laporan".	Sistem menampilkan daftar barang dengan informasi lengkap (nama, kode, merek, stok) dan ikon QR Code.	Berhasil
8	Mengunduh Laporan dalam Bentuk PDF	Mengakses menu "Laporan" dan memilih opsi unduh PDF.	Mengakses menu "Laporan" dan memilih opsi unduh PDF.	Berhasil
9	Melihat Riwayat Aktivitas Barang	Mengakses menu "Aktivitas".	Sistem menampilkan riwayat barang masuk dan keluar.	Berhasil
10	Pencarian Produk di Dashboard	Memasukkan kata kunci pencarian pada kolom "Search your product".	Sistem menampilkan daftar produk yang relevan dengan kata kunci pencarian.	Berhasil

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa seluruh fitur utama aplikasi, mulai dari registrasi, login, reset password, input data barang, pemindaian QR Code, hingga pembuatan laporan dan pencarian produk, berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Status pengujian menunjukkan bahwa sistem telah siap digunakan oleh pengguna dengan proses pengelolaan inventori yang cepat, akurat, dan real-time.

Untuk menilai efektivitas aplikasi pengelolaan inventori real-time dibandingkan metode manual, dilakukan pengujian pada tiga aspek utama, yaitu akurasi pencatatan, efisiensi waktu, dan kemudahan penggunaan. Pengujian ini bertujuan untuk melihat sejauh mana aplikasi mampu meningkatkan kinerja pengelolaan inventori dibandingkan pencatatan manual yang selama ini digunakan di Warung Laras. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Perbandingan Efisiensi dan Akurasi Sistem Manual dan Aplikasi

Aspek	Sistem Manual	Aplikasi	Peningkatan
Akurasi Pencatatan	75%	95%	20%
Rata-rata waktu per transaksi	30 detik	9 detik	70% lebih cepat
Kemudahan penggunaan	3.8	4.5	Meningkat signifikan

Dari Tabel 2 terlihat bahwa penggunaan aplikasi meningkatkan akurasi pencatatan hingga 20%, dibandingkan metode manual. Selain itu, rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk setiap transaksi berkurang dari 30 detik menjadi 9 detik, menunjukkan peningkatan efisiensi sekitar 70%. Aspek kemudahan penggunaan juga mengalami peningkatan signifikan, dari skor 3,8 pada metode manual menjadi 4,5 pada aplikasi, yang menunjukkan bahwa aplikasi lebih mudah digunakan oleh pengguna dengan berbagai tingkat literasi digital. Hasil ini membuktikan bahwa sistem aplikasi inventori real-time tidak hanya mempercepat proses pengelolaan stok, tetapi juga meningkatkan akurasi dan kenyamanan bagi penggunaannya.

3.2 Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Aplikasi Pengelolaan inventori real-time berbasis Flutter, QR Code, dan Firebase yang dikembangkan telah memenuhi tujuan penelitian, yaitu meningkatkan akurasi, efisiensi, dan kemudahan pencatatan stok pada UMKM Warung Laras. Seluruh fitur utama telah diuji menggunakan metode Black Box Testing dan berjalan dengan baik, sehingga sistem dapat dinyatakan valid secara fungsional. Pemanfaatan QR Code pada aplikasi ini terbukti mempercepat proses pencatatan barang masuk maupun keluar serta mengurangi risiko kesalahan input. Temuan penelitian ini, dimana terjadi percepatan proses pencatatan barang, menguatkan kesimpulan dari Saputra et al., (2024)[15] mengenai efektivitas QR Code dalam menekan kesalahan input manual. Lebih lanjut, kapabilitas sinkronisasi data secara instan yang di capai aplikasi juga mendukung hasil penelitian Wairooy et al., (2024) [16] yang membuktikan bahwa kombinasi Flutter dan Firebase pada aplikasi inventori berbasis mobile mampu meningkatkan sinkronisasi data secara real-time. Implikasi dari temuan ini adalah meningkatnya reliabilitas sistem yang sangat dibutuhkan dalam operasional harian UMKM.

Dari segi metode pengembangan, penelitian ini memanfaatkan model Waterfall yang menekankan alur kerja sistematis melalui beberapa fase bertahap, dimulai dari identifikasi kebutuhan hingga proses pengujian akhir sistem. Pendekatan ini sejalan dengan penelitian Hudiya et al.,(2021)[17] yang mengembangkan aplikasi e-inventory berbasis digital menggunakan metode waterfall untuk memastikan kesesuaian rancangan dengan kebutuhan pengguna. Relevansi ini memperlihatkan bahwa metode waterfall masih dapat diandalkan dalam pengembangan sistem inventori yang bersifat fungsional dan terstruktur.

Pengujian aplikasi pada penelitian ini dilakukan dengan menerapkan metode Black Box Testing, yang dinilai efektif dalam memverifikasi kesesuaian fungsi sistem terhadap kebutuhan pengguna. Pendekatan ini sejalan dengan penelitian Listiyan & Subhiyakti (2021) [18], yang juga menggunakan metode serupa pada sistem inventori gudang berbasis Android dan memperoleh hasil valid di seluruh fitur utamanya. Dengan demikian, penggunaan Black Box Testing mampu memastikan bahwa sistem yang dikembangkan beroperasi sesuai rancangan serta memiliki tingkat keandalan tinggi dalam penerapannya. Selain itu, hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi yang dihasilkan dapat berfungsi secara optimal dan memberikan tingkat ketepatan pencatatan yang tinggi. Hasil ini konsisten dengan temuan Sofia et al. (2022) [19], yang mengindikasikan bahwa aplikasi pengendalian stok berbasis Android mencapai akurasi hingga 95% setelah melalui pengujian menggunakan metode Black Box Testing. Konsistensi hasil tersebut memperkuat bukti bahwa pendekatan mobile-based inventory system memiliki keunggulan dalam mengurangi kesalahan pencatatan sekaligus meningkatkan efisiensi akses data.

Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu, aplikasi yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki kebaruan karena mengintegrasikan tiga komponen utama sekaligus, yaitu Flutter, QR Code, dan Firebase, dalam satu sistem yang terintegrasi. Penelitian Saputra & Hirzan, (2024) [20], misalnya, masih berfokus pada pengembangan aplikasi inventori berbasis mobile dengan Flutter dan Firebase tanpa integrasi QR Code sebagai media identifikasi barang. Secara keseluruhan, aplikasi yang dikembangkan tidak hanya memberikan solusi teknis terhadap permasalahan pencatatan inventori pada Warung Laras, tetapi juga memperluas kajian akademis terkait pengembangan sistem informasi inventori berbasis mobile. Kebaruan yang ditawarkan berupa integrasi tiga teknologi utama menjadikan penelitian ini relevan untuk mendorong transformasi digital UMKM, sejalan dengan arah pengembangan sistem informasi yang menekankan efisiensi, akurasi, dan kemudahan akses data di era digital.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa aplikasi Pengelolaan Inventori Real-Time berbasis Flutter dan QR Code berhasil dibangun sesuai tujuan penelitian. Temuan menunjukkan bahwa aplikasi ini mampu meningkatkan akurasi pencatatan stok dari 75% pada metode manual menjadi 95%, serta mempercepat rata-rata waktu transaksi dari 30 detik menjadi 9 detik, menunjukkan peningkatan efisiensi sekitar 70%. Integrasi QR Code terbukti mempercepat pencatatan dan meminimalkan kesalahan manual, sementara penggunaan OTP melalui WhatsApp meningkatkan keamanan akses pengguna. Seluruh fitur utama, termasuk registrasi/login OTP, pemindaian dan pembuatan QR Code, pembaruan stok secara real-time, serta visualisasi laporan PDF, telah diuji melalui Black Box Testing dan berjalan sesuai harapan. Hasil ini menunjukkan bahwa aplikasi efektif membantu pelaku UMKM dalam memantau stok barang secara cepat, akurat, dan praktis kapan saja dan di mana saja. Keterbatasan penelitian ini terletak pada penggunaan studi kasus tunggal, sehingga generalisasi hasil masih terbatas; penelitian selanjutnya disarankan menguji sistem pada berbagai jenis UMKM dengan karakteristik berbeda untuk validasi eksternal.

REFERENCES

- [1] N. Abdul Rahman, N. S. Ahmad Jefiruddin, Z. Ahmad Zukarnain, and N. A. Mohd Zin, "A Systematic Mapping On Android-Based Platform For Smart Inventory System," *International Journal of Software Engineering and Computer Systems*, vol. 9, no. 2, pp. 76–81, Jul. 2023, doi: 10.15282/ijsecs.9.2.2023.1.0112.
- [2] A. P. Fadillah and D. Fitriana, "Design of Project Data Management Information System," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Institute of Physics Publishing, Nov. 2019, doi: 10.1088/1757-899X/662/2/022014.
- [3] I. M. P. P. Wijaya, I. K. P. Suniantara, and L. P. S. Pratiwi, "Perancangan Sistem Informasi Stok Barang Pada Meka Tailor Berbasis Website," *SIMKOM*, vol. 8, no. 2, pp. 95–105, Jul. 2023, doi: 10.51717/simkom.v8i2.142.
- [4] S. A. Bhagat, "Review on Mobile Application Development Based on Flutter Platform," *Int J Res Appl Sci Eng Technol*, vol. 10, no. 1, pp. 803–809, Jan. 2022, doi: 10.22214/ijraset.2022.39920.
- [5] N. Sofi and R. Dharmawan, "Perancangan Aplikasi Bengkel Csm Berbasis Android Menggunakan Framework Flutter (Bahasa Dart)," *JTS*, vol. 1, no. 2, 2022.
- [6] F. , Nugraha and A. Kalifia, "Aplikasi E-Stock Mobile Dengan QR Code Untuk Pengelolaan Persediaan Barang Elektronik," *Jutisi : Jurnal Ilmiah Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, vol. 13, no. 3, 2024.
- [7] F. N. Azhari and S. Sutarnan, "Transforming SME operations with real-time mobile POS and Firebase integration," *International Journal of Science, Technology, Engineering & Mathematics*, vol. 4, no. 4, pp. 108–135, Dec. 2024, doi: 10.53378/ijstem.353134.
- [8] V. K. S. Pandit, S. K. Yogeshwar, R. Priya, T. Ramesh, and P. Ranjitha, "Real-time database synchronization techniques in firebase for mobile app development," *International Journal of Scientific Research in Engineering and Management (IJSREM)*, vol. 7, no. 5, pp. 1–7, 2023.
- [9] H. A. Pratama and S. Wulandari, "Mobile Web-Based Cassava Inventory Management System: A Case Study at CV Panca Yoga, Purbalingga," *International Journal Software Engineering and Computer Science (IJSECS)*, vol. 3, no. 3, pp. 467–473, Dec. 2023, doi: 10.35870/ijsecs.v3i3.1866.
- [10] K. N. M. Ngafidin, A. Arista, and R. N. S. Amriza, "Implementasi Firebase Realtime Database pada Aplikasi FeedbackMe sebagai Penghubung Guru dan Orang Tua," *Jurnal RESTI*, vol. 5, no. 2, pp. 327–334, Apr. 2021, doi: 10.29207/resti.v5i2.2909.
- [11] A. Harisnur and D. Gunawan, "Design And Implementation Of Inventory Information System In Putra Mariyo Trading Business," *JITK (Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Komputer)*, vol. 7, no. 2, pp. 45–52, Feb. 2022, doi: 10.33480/jitk.v7i2.2730.
- [12] C. Aguedo, J. Espinoza, and A. Pacheco, "Improving Inventory Control Through a Web-Based System in a Retail Company," *FI000Res*, vol. 13, p. 252, Apr. 2024, doi: 10.12688/fi000research.145178.1.
- [13] N. Nursobah, M. I. Saad, and J. A. J. Kansil, "Implementation of the Flutter Framework for Developing an E-Commerce Application," *TEPIAN*, vol. 5, no. 4, pp. 127–135, Dec. 2024, doi: 10.51967/tepi.v5i4.3110.
- [14] J. S. Pasaribu, "Development of a Web Based Inventory Information System," *International Journal of Engineering, Science and Information Technology*, vol. 1, no. 2, pp. 24–31, Mar. 2021, doi: 10.52088/ijesty.v1i2.51.
- [15] M. H. K. Saputra, P. Anggraeni, and W. A. Candra, "Optimizing Book Stocktaking Process: Integration of Mobile Robot QRCode Commands with SLiMS," *Jurnal RESTI*, vol. 8, no. 5, pp. 615–622, Oct. 2024, doi: 10.29207/resti.v8i5.5638.
- [16] I. K. Wairooy, I. Dillwyn, K. P. Yonathan, and A. Lay, "Development of Mobile QR Warehouse Management Application Based on Flutter and Firebase," *Engineering, Mathematics and Computer Science Journal (EMACS)*, vol. 6, no. 1, pp. 39–44, Jan. 2024, doi: 10.21512/emacsjournal.v6i1.10921.
- [17] N. Hudiya, A. N. Ghea Puspita, A. Kawigraha, and A. Hapid, "Pengembangan Aplikasi E-Inventori Barang Inventaris Negara Di Ptpsm-Bppt," vol. 8, no. 4, 2021, doi: 10.25126/jtiik.202184504.
- [18] E. , Listiyan and E. R. Subhiyakto, "Rancang Bangun Sistem Inventory Gudang Menggunakan Metode Waterfall Studi Kasus Di Cv. Aqualux Duspha Abadi Kudus Jawa Tengah," *KONSTELASI: Konvergensi Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 1, no. 1, pp. 74–82, 2021.
- [19] S. Sofia, A. Larasati, M. Maariful Huda, and M. L. Ashari, "Pembangunan Aplikasi Pengendalian Stok Barang Berbasis Android Development Of Android-Based Stock Control Application," 2022.
- [20] A. Saputri and A. M. Hirzan, "Aplikasi Manajemen Inventori Berbasis Mobile Menggunakan Flutter Dan Firebase Realtime Database," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 3, Aug. 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i3.4324.
- [21] M. Satria and H. Ardiansyah, "Analisis dan Perancangan Sistem Raport Digital Metode Waterfall," *Journal on Education*, vol. 5, pp. 5143–5151, Sep. 2023, doi: 10.31004/joe.v5i2.1253.