



Implementasi *Reed-Solomon* dan *SHA-256* pada Sistem Manajemen Gudang Berbasis Web dengan *QR Code*

Muhamad Rinjani Ramadan¹, Dani Yusuf², Mukhlis³

^{1,2,3} Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Bekasi, Indonesia (8 pt)

Article Info

Article history:

Received Juli 1, 2025
Revised Juli 10, 2025
Accepted Juli 15, 2025

Kata Kunci:

Sistem Manajemen Gudang,
QR Code,
SHA-256,
Reed-Solomon,
Aplikasi Web

Keywords:

Warehouse Management System, QR Code, SHA-256, Reed-Solomon, Web Application

ABSTRAK

Manajemen gudang yang efisien penting untuk mendukung kelancaran distribusi material. PT Globalnine Indonesia menghadapi kendala pencatatan stok manual yang rentan kesalahan, laporan yang terlambat, dan kesulitan pelacakan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem manajemen gudang berbasis web di PT Globalnine Indonesia dengan fitur pemindaian QR Code serta pengamanan data menggunakan algoritma SHA-256. Pendekatan ini mengintegrasikan teknologi QR Code dengan algoritma Reed-Solomon (koreksi kesalahan) dan SHA-256 (hashing) untuk menjamin akurasi pemindaian dan keamanan data. Sistem dikembangkan dengan model waterfall menggunakan PHP dan MySQL. Fitur QR Code diterapkan untuk mempercepat input barang keluar, didukung algoritma Reed-Solomon guna meningkatkan toleransi kesalahan pemindaian. Proses transaksi dicatat otomatis dan stok diperbarui real-time berdasarkan hak akses pengguna. Hasil pengujian black-box menunjukkan seluruh fitur, termasuk ekspor laporan dan cetak QR Code, berjalan sesuai kebutuhan dan spesifikasi yang ditetapkan. Sistem berhasil meningkatkan efisiensi kerja, akurasi pencatatan, dan keamanan data secara signifikan dibandingkan metode manual sebelumnya, sehingga meningkatkan kinerja operasional gudang secara keseluruhan di perusahaan tersebut.

ABSTRACT

Efficient warehouse management is essential for smooth material distribution. PT Globalnine Indonesia faced issues with manual stock recording, including data errors, delayed reports, and tracking difficulties. This study aims to develop a web-based warehouse management system with QR code scanning and data security using the SHA-256 algorithm. The approach integrates QR code technology with the Reed-Solomon error correction algorithm and SHA-256 hashing to ensure scanning accuracy and data integrity. The system was developed using the waterfall model with PHP and MySQL. QR code features were implemented to streamline outbound item input, supported by Reed-Solomon to improve scan accuracy. Transactions are recorded automatically and stock levels are updated in real time based on user roles. Black-box testing indicates that all features, including report export and QR code printing, function as expected. The system improves operational efficiency, data accuracy, and data security over the previous manual methods, effectively providing a more reliable and efficient warehouse management solution for the company.

This is an open access article under the [CC BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license.



Corresponding Author:

Muhamad Rinjani Ramadan
Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya
Bekasi, Indonesia
Email: rinjaniramadhan92@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Manajemen gudang memegang peranan penting dalam kelancaran proses bisnis perusahaan distribusi dan penyimpanan barang. Efisiensi serta ketepatan pengelolaan stok merupakan kunci untuk mencegah kekurangan (stock-out) maupun kelebihan stok (overstock), serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data. Namun, banyak perusahaan masih mengandalkan pencatatan manual menggunakan spreadsheet atau dokumen fisik, yang rentan menimbulkan kesalahan pencatatan, keterlambatan penyusunan laporan, dan kesulitan pemantauan data secara real-time. PT Globalnine Indonesia merupakan contoh perusahaan yang mengalami kendala tersebut; pencatatan data barang di gudang dilakukan secara manual dan dengan aplikasi terpisah, sehingga terjadi kesalahan data, keterlambatan pembaruan stok, serta risiko keamanan dan keterbatasan fitur. Solusi yang dibutuhkan adalah sistem manajemen gudang internal yang terintegrasi dan disesuaikan dengan kebutuhan perusahaan, agar efisiensi operasional dan akurasi data dapat ditingkatkan secara signifikan [6].

Digitalisasi sistem manajemen gudang berbasis web dengan integrasi teknologi QR Code dipandang sebagai langkah strategis untuk mengatasi permasalahan di atas. Teknologi QR Code dinilai efektif dalam mempercepat proses identifikasi dan pencatatan barang [1][4]. Untuk menjaga keakuratan data meskipun terjadi kerusakan label atau kesalahan pemindaian, algoritma Reed-Solomon dapat diterapkan sebagai mekanisme koreksi kesalahan pada data QR Code [2][5]. Sementara itu, untuk menjamin integritas dan keamanan informasi, algoritma kriptografi Secure Hash Algorithm-256 (SHA-256) digunakan sebagai metode hashing yang menghasilkan kode unik setiap data barang [3]. Integrasi fitur pemindaian QR Code dengan algoritma Reed-Solomon dan SHA-256 tersebut diharapkan dapat meningkatkan kecepatan transaksi, akurasi pencatatan stok, dan keamanan data dalam sistem manajemen gudang PT Globalnine Indonesia secara keseluruhan.

Berdasarkan identifikasi masalah di PT Globalnine Indonesia, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem informasi manajemen gudang berbasis web yang dilengkapi pemindaian QR Code sebagai input transaksi barang keluar, serta penerapan algoritma Reed-Solomon dan SHA-256 untuk meningkatkan ketahanan pembacaan kode dan keamanan data. Sistem yang dibangun akan memfasilitasi pencatatan barang masuk dan keluar secara real-time sesuai hak akses pengguna (admin dan operator), menyediakan pelacakan stok yang akurat, serta menghasilkan laporan persediaan secara otomatis. Dengan terbangunnya sistem ini, diharapkan permasalahan pencatatan manual dapat teratasi dan kinerja operasional gudang PT Globalnine Indonesia menjadi lebih efisien, akurat, dan aman.

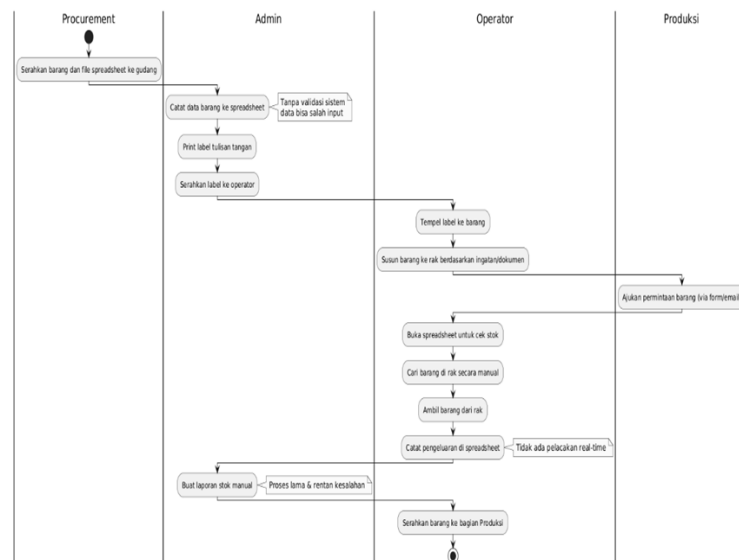
2. METODE

2.1 Metode Pengembangan Sistem

Pendekatan metodologi yang digunakan dalam pengembangan aplikasi manajemen gudang ini adalah model waterfall. Model waterfall menawarkan tahapan yang terstruktur dan berurutan, meliputi: (1) Analisis kebutuhan, di mana kebutuhan fungsional dan non-fungsional sistem diidentifikasi melalui observasi proses gudang dan wawancara dengan pihak terkait; (2) Desain sistem, menggunakan diagram UML seperti diagram aktivitas dan use case untuk memodelkan alur sistem saat ini dan sistem usulan; (3) Implementasi atau pengembangan, yaitu pembuatan aplikasi web menggunakan bahasa pemrograman PHP di sisi backend dan HTML/JavaScript di sisi frontend, dengan basis data MySQL;

(4) Pengujian, melakukan uji fungsionalitas (black-box testing) terhadap setiap fitur; dan (5) Implementasi/ Pemeliharaan. Model waterfall dipilih karena sesuai dengan kebutuhan proyek terstruktur dan memberikan kemudahan monitoring tiap tahap. (Sebagai perbandingan, metode Rapid Application Development pernah digunakan dalam penelitian serupa [8], namun dalam studi ini waterfall dianggap lebih cocok untuk memastikan semua kebutuhan terpenuhi secara berurutan.)

Sistem manajemen gudang yang dikembangkan memiliki arsitektur client-server. Pengguna (admin atau operator gudang) mengakses aplikasi melalui web browser (client) yang terhubung ke server web. Aplikasi backend dibangun dengan PHP yang berjalan di web server, berkomunikasi dengan database MySQL untuk penyimpanan data. Gambar 1 menunjukkan arsitektur konseptual sistem secara sederhana.



Gambar 1. Arsitektur sistem

Pada sistem ini, terdapat dua peran pengguna utama, yaitu admin dan operator. Admin memiliki hak akses penuh untuk mengelola data master dan seluruh fitur, termasuk menambahkan data barang baru, mengimpor data barang awal dari file eksternal (misal Excel) ke database, mengedit atau menghapus data barang, serta mencatat transaksi barang masuk. Admin juga bertanggung jawab mencetak label QR Code untuk tiap item barang yang disimpan di gudang. Sementara itu, operator gudang difokuskan pada pencatatan transaksi barang keluar menggunakan pemindaian QR Code. Setiap kali barang akan dikeluarkan dari gudang, operator melakukan scan QR Code yang tertera pada label barang tersebut menggunakan perangkat (misalnya smartphone atau scanner berkamera) yang menjalankan aplikasi web. Hasil pemindaian akan langsung memproses transaksi pengeluaran: sistem memvalidasi data dan mengurangi stok barang secara otomatis apabila pemindaian valid. Seluruh aktivitas pengguna dicatat dalam database beserta timestamp, sehingga jejak histori barang dapat ditelusuri dengan mudah.

Fitur-fitur utama yang disediakan sistem mencakup: (a) Dashboard informasi stok terkini, (b) Manajemen data barang (input/edit/hapus), (c) Pencatatan barang masuk oleh admin, (d) Pencatatan barang keluar oleh operator melalui scan QR Code, (e) Pembuatan dan pencetakan label QR Code untuk setiap item (dapat dicetak per item maupun massal), (f) Modul laporan otomatis yang menghasilkan laporan transaksi keluar-masuk dalam format PDF dan Excel, dan (g) Manajemen pengguna berbasis role (admin/operator). Seluruh fitur ini dikembangkan sesuai kebutuhan fungsional yang telah ditentukan pada tahap analisis.

Dari sisi antarmuka, aplikasi web ini dirancang agar mudah digunakan oleh pengguna non-teknis (userfriendly). Setiap transaksi penting dikonfirmasi melalui notifikasi di layar, dan kesalahan input diminimalkan dengan penggunaan elemen pemindaian QR Code daripada pengetikan manual. Sistem juga dilengkapi mekanisme login dengan autentikasi berbasis password yang disimpan dalam bentuk terenkripsi (hash SHA-256) untuk keamanan.

2.2 Penerapan Algoritma Reed-Solomon

Algoritma Reed-Solomon merupakan teknik error correction yang umum digunakan dalam teknologi QR Code untuk menangani kerusakan atau kekurangan data pada saat pemindaian. Dalam pengembangan sistem ini, implementasi Reed-Solomon memanfaatkan pustaka pembangkit QR Code yang tersedia, yakni phpqrcode di sisi backend PHP. Ketika sistem menghasilkan QR Code untuk suatu data barang, pustaka tersebut secara otomatis menambahkan simbol-simbol error correction Reed-Solomon ke dalam kode QR. Tingkat koreksi kesalahan yang digunakan diset ke level tertinggi (High – mampu memperbaiki hingga $\pm 30\%$ area kode yang rusak) dengan parameter error correction level = H. Potongan kode berikut menunjukkan contoh pemanggilan fungsi pada PHP untuk menghasilkan QR Code dengan parameter tersebut:

```
QRcode::png($dataString, $filePath, QR_ECLEVEL_H, 6, 2);
```

Parameter QR_ECLEVEL_H memastikan QR Code yang dihasilkan memiliki kapabilitas koreksi kesalahan tertinggi. Pustaka phpqrcode secara internal mengimplementasikan algoritma ReedSolomon melalui modul-modul seperti QRrsblock dan QRrs tanpa perlu penanganan manual oleh pengembang. Dengan demikian, setiap QR Code yang dicetak oleh sistem telah memiliki redundansi data yang memungkinkan pembacaan kembali meskipun sebagian kode mengalami kerusakan fisik (misalnya sobek, kotor, atau pudar) hingga batas tertentu.

Pada sisi pengguna (operator), proses pemindaian QR Code dilakukan menggunakan library JavaScript HTML5-QRCODE yang diintegrasikan dalam antarmuka web. Ketika kamera memindai QR Code, library tersebut akan mendeteksi pola QR dan menerapkan algoritma Reed-Solomon secara otomatis untuk mencoba memperbaiki data jika terdapat bagian kode yang tidak terbaca. Reed-Solomon bekerja dengan cara menambahkan sejumlah parity symbols ke data asli, sehingga apabila beberapa simbol data hilang atau rusak, ia dapat merekonstruksi kembali data asli melalui perhitungan polinomial di Galois Field $GF(2^8)$ [2]. Dengan mekanisme ini, sistem mampu mendapatkan kembali string data barang yang utuh dari QR Code selama kerusakan tidak melebihi kapasitas koreksi. Hasil decode QR Code kemudian diberikan ke aplikasi untuk tahap validasi berikutnya.

2.2 Penerapan Algoritma Reed-Solomon

Algoritma SHA-256 yang digunakan dalam sistem ini berfungsi sebagai hash function satu arah untuk menjamin integritas data barang. Setiap entitas data barang diberikan hash unik 256-bit yang dihasilkan dari kombinasi informasi kunci (misalnya ID barang, kode barang, timestamp, dan salt acak). Penerapan SHA-256 tidak memerlukan library eksternal karena PHP telah menyediakan fungsi bawaan melalui ekstensi hash. Pada implementasinya, setiap kali admin menambahkan atau memperbarui data barang, sistem secara otomatis menggabungkan sejumlah parameter penting (misal: ID barang, kode barang, waktu pencetakan QR, dan 8 byte acak) menjadi sebuah string, lalu menghitung nilai hash SHA-256 dari string tersebut dengan perintah:

```
$hashValue = hash('sha256', $stringData);
```

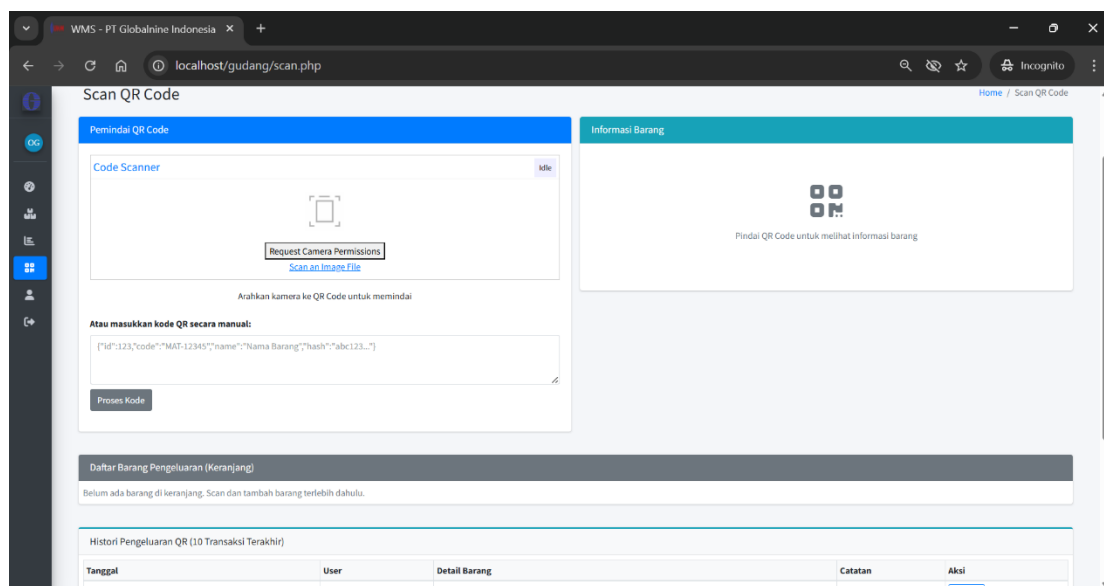
Hasil hash (berupa 64 karakter heksadesimal) disimpan di kolom qr_hash dalam database bersamaan dengan data barang, dan juga disisipkan ke dalam data yang terencode di QR Code. Dengan demikian, QR Code setiap barang memuat dua komponen utama: informasi barang (ID, kode, dll.) dan nilai hash SHA-256 atas informasi tersebut.

Saat operator memindai QR Code untuk mengeluarkan barang, sistem akan memisahkan komponen data dan hash. Aplikasi kemudian menghitung kembali hash dari data barang yang terbaca dan membandingkannya dengan hash yang terkandung dalam QR Code/database. Jika kedua nilai hash cocok, berarti data valid dan belum mengalami perubahan (integritas terjamin); sistem akan memproses transaksi pengeluaran barang dan pengurangan stok. Namun, jika hash tidak cocok, sistem akan menolak transaksi tersebut karena menandakan adanya perubahan/tampering pada data barang yang di-scan. Proses validasi hash ini berjalan otomatis di backend tanpa interaksi pengguna. Skema ini memastikan bahwa data barang tidak dapat dimanipulasi secara tidak sah: misalnya, QR Code palsu atau data yang diubah manual tidak akan lolos validasi sistem. Penerapan hashing SHA-256 sebagai mekanisme pengecekan integritas menambah lapisan keamanan pada sistem manajemen gudang, terutama dalam mencegah penipuan atau kesalahan pencatatan data [3][7]

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Implementasi Sistem

Setelah melalui tahap pengembangan, dihasilkan sebuah aplikasi manajemen gudang berbasis web yang sesuai dengan spesifikasi. Aplikasi ini telah di-deploy dalam lingkungan lokal untuk diuji coba dengan data gudang PT Globalnine Indonesia. Gambar 2 memperlihatkan tangkapan layar antarmuka modul pencatatan barang keluar dengan pemindaian QR Code.



Gambar 2. Antarmuka pemindaian QR Code untuk transaksi barang keluar

Pada skenario penggunaan sistem, alur operasionalnya adalah sebagai berikut: Admin login ke aplikasi dan memasukkan data barang baru atau mengimpor data awal. Sistem kemudian menghasilkan QR Code unik untuk setiap barang, yang dicetak dan ditempelkan pada barang fisik di gudang. Ketika ada permintaan barang keluar, operator melakukan login dan memilih mode pemindaian, lalu memindai QR Code di barang yang akan diambil. Setelah QR Code berhasil di-scan, sistem menampilkan informasi barang tersebut dan meminta konfirmasi. Jika dikonfirmasi, sistem otomatis mencatat transaksi barang keluar, mengurangi stok, dan menyimpan log transaksi dengan

mencantumkan pengguna serta timestamp. Operator dapat mencetak bukti transaksi jika diperlukan. Semua data stok dapat dipantau oleh admin secara real-time melalui dashboard. Pihak manajemen juga dapat mengunduh laporan barang masuk/keluar dalam bentuk PDF atau Excel dari modul laporan tanpa perlu menyusun secara manual.

Fitur keamanan yang tertanam memastikan bahwa hanya pengguna terotorisasi yang dapat melakukan aksi tertentu. Admin memiliki kontrol penuh, sedangkan operator dibatasi hanya pada fungsi operasional (scan barang keluar dan melihat stok). Setiap perubahan data (penambahan, pengurangan stok) menghasilkan nilai hash baru yang disimpan sistem. Apabila terjadi upaya mengubah data barang langsung di database tanpa melalui aplikasi, ketidaksesuaian hash akan terdeteksi sehingga data tersebut dianggap tidak valid. Dengan demikian, integritas data dalam sistem terjaga dengan baik.

Pengujian black-box telah dilakukan untuk memverifikasi bahwa setiap fungsi bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Tabel 1 merangkum beberapa kasus uji penting dan hasilnya.

Tabel 1. Contoh kasus uji black-box sistem manajemen gudang

Kasus Uji	Langkah Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Status
Login admin (akun valid)	Masukkan username & password admin yang terdaftar	Berhasil login, menuju halaman dashboard admin	Lulus
Tambah data barang baru	Isi form tambah barang dengan data valid, simpan	Data tersimpan di DB, QR Code barang tercetak	Lulus
Scan QR Code barang keluar (operator)	Scan QR dengan kamera, konfirmasi pengeluaran	Stok berkurang, transaksi tercatat, tampilan sukses	Lulus
Scan QR Code dengan kerusakan 20%	Scan kode QR yang disobek sebagian (20% area rusak)	Data barang berhasil terbaca (error correction aktif)	Lulus
Validasi hash gagal	Ubah data barang di DB secara manual, lalu scan QR	Sistem menolak transaksi (hash tidak sesuai)	Lulus
Ekspor laporan PDF	Klik tombol Export PDF pada modul laporan	File PDF laporan terunduh dan dapat dibuka	Lulus

Dari pengujian di atas, seluruh fungsionalitas utama sistem dinyatakan berjalan sesuai kebutuhan. Fitur pemindaian QR Code mampu beroperasi bahkan saat kode mengalami kerusakan fisik dalam batas toleransi (terbukti pada kasus uji kerusakan 20% QR Code, data masih dapat direkonstruksi dengan baik oleh algoritma Reed-Solomon). Fitur keamanan hashing juga berfungsi, terbukti saat dilakukan simulasi manipulasi data langsung di database, sistem mendeteksi inkonsistensi melalui hash mismatch dan mencegah operasi tidak sah tersebut. Seluruh modul tambahan seperti cetak QR Code, impor data, dan ekspor laporan bekerja dengan output yang sesuai harapan.

3.2 Peningkatan Efisiensi, Akurasi, dan Keamanan

Implementasi sistem ini memberikan dampak positif dibandingkan metode manual sebelumnya. Dari segi efisiensi kerja, proses pencatatan yang dulunya memakan waktu karena penulisan manual kini berlangsung lebih cepat dan otomatis. Transaksi barang keluar dapat diproses hanya dengan memindai QR Code, tanpa perlu mengetik detail barang, sehingga mengurangi waktu pelayanan permintaan barang. Laporan stok yang sebelumnya terlambat disusun kini dapat diunduh sewaktu-waktu secara real-time. Pekerjaan admin dalam merekap data bulanan menjadi lebih ringan karena sistem sudah menyediakan laporan terstruktur.

Dari segi akurasi pencatatan, penggunaan input berbasis QR Code menghilangkan kesalahan penulisan atau kelalaian manusia. Setiap transaksi yang terjadi langsung tercatat dan memperbarui

database secara otomatis, sehingga data stok selalu terkini dan sinkron dengan kondisi fisik. Hal ini mengurangi risiko selisih antara catatan dan stok aktual yang kerap terjadi pada sistem manual. Selain itu, mekanisme koreksi kesalahan Reed-Solomon memastikan bahwa kendala teknis seperti kerusakan label kode tidak serta-merta menyebabkan data gagal tercatat – selama kerusakan tidak melebihi 30%, data barang masih dapat dipulihkan dari QR Code [2][5]. Konsistensi data antar divisi (gudang dan manajemen) juga lebih terjamin karena sistem bersifat terpusat.

Dari segi keamanan data, sistem baru jauh lebih andal. Pada sistem lama, data tersebar di file spreadsheet dan rentan diubah tanpa jejak. Dalam sistem ini, setiap perubahan data terekam dan dilindungi dengan fungsi hash SHA-256. Hash memberikan fingerprint unik untuk data barang; jika ada upaya mengubah data di luar prosedur (misalnya manipulasi database oleh pihak tidak berwenang), nilai hash tidak akan cocok dan akan terdeteksi saat proses validasi. Dengan kata lain, integritas data dapat dijaga sepanjang waktu. Selain itu, kredensial pengguna disimpan dalam bentuk terenkripsi (dihash), sehingga keamanan autentikasi meningkat. Kombinasi pemanfaatan QR Code dan algoritma kriptografi dalam sistem ini telah meningkatkan reliabilitas proses manajemen gudang sesuai ekspektasi.

Secara keseluruhan, implementasi sistem manajemen gudang berbasis web di PT Globalnine Indonesia terbukti efektif dalam mengatasi permasalahan sistem manual. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tujuan utama penelitian – yaitu meningkatkan kecepatan, ketepatan, dan keamanan pengelolaan gudang – telah tercapai. Sistem yang dibangun mampu mengurangi potensi kesalahan input dan mempercepat transaksi melalui otomasi QR Code, serta menjamin integritas data melalui hashing. Dengan demikian, perusahaan memperoleh solusi yang lebih efisien, akurat, dan andal untuk operasional gudangnya, yang pada gilirannya mendukung kelancaran distribusi material dan pengambilan keputusan manajerial berbasis data yang lebih baik.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan sebuah aplikasi sistem manajemen gudang berbasis web dengan fitur pemindaian QR Code serta keamanan data SHA-256, yang diterapkan sebagai studi kasus di PT Globalnine Indonesia. Sistem yang dibangun mampu menggantikan proses pencatatan manual dengan otomasi digital yang terintegrasi. Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian, dapat disimpulkan bahwa: (1) Seluruh fungsi sistem – mulai dari pencatatan barang masuk/keluar, pencetakan dan pemindaian QR Code, hingga pembuatan laporan otomatis – berjalan sesuai dengan kebutuhan operasional gudang; (2) Penerapan algoritma Reed-Solomon efektif meningkatkan kehandalan pemindaian QR Code dalam kondisi label rusak, sehingga mengurangi kegagalan input data; (3) Penerapan algoritma SHA-256 berhasil menjaga integritas dan keamanan data barang, terbukti mampu mendeteksi upaya manipulasi data secara dini; (4) Dibandingkan metode manual, sistem ini meningkatkan efisiensi kerja (proses lebih cepat, laporan real-time), akurasi pencatatan stok (minim kesalahan dan sinkron dengan kondisi aktual), serta keamanan informasi (data tersimpan terpusat terproteksi). Dengan demikian, tujuan penelitian untuk menciptakan solusi manajemen gudang yang lebih efisien, akurat, dan aman telah tercapai.

REFERENSI

- [1] F. H. Hasibuan and P. S. Simanjuntak, “Implementasi Aplikasi Pengelolaan Gudang Warehouse Menggunakan QR Kode Berbasis Android,” *Jurnal Comasie*, vol. 6, no. 2, pp. 107–118, 2020.
- [2] J. Jumari, F. Fauziah, and N. Hayati, “Algoritma Reed Solomon Codes pada Sistem Informasi Pemanggilan Data Peserta Wisudawan-Wisudawati menggunakan QR Codes,” *J. JTIK*, vol. 6, no. 1, pp. 152–160, 2022, doi: 10.35870/jtik.v6i1.388.
- [3] S. Sulastri and R. D. M. Putri, “Implementasi Enkripsi Data Secure Hash Algorithm (SHA-256) dan Message Digest Algorithm (MD5) pada Proses Pengamanan Kata Sandi Sistem Penjadwalan Karyawan,” *J. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 2, pp. 70–74, 2018, doi: 10.15294/jte.v10i2.18628.
- [4] Hery, J. R. Laih, C. A. Haryani, and A. E. Widjaja, “Penerapan Teknologi QR Code Berbasis Web

- pada Sistem Manajemen Inventaris di Gudang PT XYZ,” Technomedia Journal, vol. 7, no. 2, pp. 202–215, 2022, doi: 10.33050/tmj.v7i2.1903.
- 5] A. Apriansyah, F. Fauziah, and N. Hayati, “Implementasi Algoritma Reed Solomon Codes Pada Proses Encoding QR Code pada Sistem Absensi,” J. Infomedia, vol. 4, no. 2, p. 75, 2020, doi: 10.30811/jim.v4i2.1572.
- 6] W. H. Ellisa Adelia, “Rancang Bangun Sistem Informasi Manajemen Gudang di PT Boma Bisma Indra Pasuruan,” Jurnal ??, vol. 4, no. 1, pp. 1–23, 2025.
- [7] J. Hutagalung, P. S. Ramadhan, and S. J. Sihombing, “Keamanan Data Menggunakan Secure Hashing Algorithm (SHA)-256 dan Rivest Shamir Adleman (RSA) pada Digital Signature,” J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput., vol. 10, no. 6, pp. 1213–1222, 2023, doi: 10.25126/jtiik.1067319.
- [8] R. D. Kurniawan, D. F. Fahirah, and G. Gunawan, “Penerapan QR-Code untuk Aplikasi Inventaris dengan Metode Rapid Application Development,” J. Review Pendidikan dan Pengajaran, vol. 6, no. 4, pp. 2614–2620, 2023.