

Implementasi Algoritma Sha-256 dan Reed Solomon pada Quick Response (QR) Code di Sistem Lapas Kelas IIB Kabupaten Pati

Implementation of SHA-256 and Reed-Solomon Algorithms in Quick Response (QR) Codes at the Class IIB Correctional Facility System in Pati Regency

¹Rehan Angger Pradata*, ²Bambang Agus Herlambang ³Khoiriya Latifah

^{1,2,3}Program Studi Informatika, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang
^{1,2,3}Jl. Sidodadi Timur No. 24, Karangtempel, Kec. Semarang Timur, Kota Semarang, Jawa Tengah, Indonesia

*e-mail: 22670148@upgris.ac.id

(received: 27 July 2026, revised: 10 August 2026, accepted: 11 August 2026)

Abstrak

Lembaga Pemasyarakatan (Lapas) merupakan institusi yang memiliki peran penting dalam pembinaan dan pengawasan warga binaan. Dalam pelaksanaannya, proses pendataan jumlah tahanan pada setiap kamar masih banyak dilakukan secara manual, sehingga memerlukan waktu lebih lama, berisiko terjadi kesalahan pencatatan, serta kurang efisien bagi petugas dalam melakukan pengecekan rutin. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang mampu memberikan informasi secara cepat, akurat, dan aman. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan sistem informasi berbasis QR Code pada Lapas Kelas IIB Kabupaten Pati sebagai media pendataan kamar tahanan. QR Code ditempelkan di depan setiap kamar dan berisi informasi mengenai nomor kamar, kapasitas kamar, serta jumlah tahanan yang menempati kamar tersebut. Untuk menjaga keamanan data yang tersimpan, digunakan algoritma SHA-256 yang berfungsi menghasilkan nilai hash guna memastikan integritas data dan mencegah manipulasi informasi. Selain itu, digunakan algoritma Reed Solomon sebagai metode koreksi kesalahan agar QR Code tetap dapat dipindai meskipun mengalami kerusakan sebagian. Sistem dibangun berbasis web dan dapat diakses oleh petugas lapas menggunakan perangkat mobile untuk melakukan pemindaian QR Code. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan QR Code yang dipadukan dengan algoritma SHA-256 dan Reed Solomon mampu meningkatkan efisiensi proses pengecekan data kamar tahanan, mempercepat akses informasi, menjaga keamanan data, serta meminimalkan kesalahan dalam proses pendataan manual.

Kata kunci: lapas IIB, QR code, reed solomon, website, SHA-256

Abstract

Correctional facilities play an important role in the rehabilitation and supervision of inmates. In practice, the process of recording the number of inmates in each room is still largely performed manually, requiring considerable time and increasing the risk of recording errors. This approach also reduces the efficiency of correctional officers in conducting routine checks. Therefore, a system capable of providing fast, accurate, and secure information is needed. This study aims to implement a QR Code-based information system at the Class IIB Correctional Facility in Pati Regency to support inmate-room data management. A QR Code is placed at the entrance of each room and contains information regarding the room number, room capacity, and number of inmates occupying the room. To protect data integrity, the SHA-256 algorithm is employed to generate hash values for verifying data integrity and preventing unauthorized modification of information. In addition, the Reed-Solomon algorithm is implemented as an error-correction mechanism to ensure that QR Codes remain scannable even when partially damaged. The system was developed as a web-based application and can be accessed by correctional officers using mobile devices to scan the QR Codes. The results demonstrate that integrating QR Codes with SHA-256 and Reed-Solomon algorithms

improves the efficiency of inmate-room data verification, accelerates information access, enhances data integrity and security, and reduces errors associated with manual data recording.

Keywords: class IIB correctional institution, QR code, reed-solomon, SHA-256, website.

1 Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi saat ini telah memberikan banyak perubahan dalam berbagai bidang, termasuk pada sistem pengelolaan data di instansi pemerintahan. Pemanfaatan teknologi digital mampu meningkatkan efektivitas, efisiensi, serta keamanan dalam proses pengolahan dan penyampaian informasi [1]. Salah satu teknologi yang banyak digunakan adalah Quick Response Code (QR Code), yaitu kode dua dimensi yang dapat menyimpan berbagai jenis data dan diakses secara cepat menggunakan perangkat pemindai seperti smartphone atau scanner [2]. Lembaga Pemasyarakatan (Lapas) sebagai institusi yang memiliki tanggung jawab dalam pembinaan serta pengawasan warga binaan memerlukan sistem informasi yang akurat dan mudah diakses. Pada Lapas Kelas IIB Kabupaten Pati, proses pendataan jumlah tahanan dalam setiap kamar masih dilakukan secara manual melalui pencatatan oleh petugas [3].

Metode tersebut memiliki beberapa kelemahan, seperti membutuhkan waktu lebih lama, berisiko terjadi kesalahan pencatatan, serta kurang efisien dalam proses pengecekan rutin [4]. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan suatu sistem yang mampu menyajikan informasi data kamar tahanan secara cepat dan akurat. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah penggunaan QR Code yang ditempelkan di depan setiap kamar lapas. QR Code tersebut berisi informasi penting, seperti nomor kamar, kapasitas kamar, jumlah tahanan yang menempati kamar, serta data pendukung lainnya [5].

Dengan adanya QR Code, petugas cukup melakukan pemindaian menggunakan perangkat mobile untuk mengetahui kondisi kamar tanpa harus melakukan pengecekan manual secara langsung [6]. Namun, penggunaan QR Code juga memiliki potensi risiko, seperti manipulasi data, pemalsuan kode, atau kerusakan fisik pada media cetak QR Code [7]. Oleh karena itu, diperlukan penerapan sistem keamanan data agar informasi yang tersimpan tetap terjaga keasliannya dan dapat dibaca dengan baik [8].

Pada penelitian ini digunakan algoritma SHA-256 (Secure Hash Algorithm 256-bit) sebagai metode pengamanan data untuk menjaga integritas informasi di dalam QR Code [9]. SHA-256 menghasilkan nilai hash unik yang dapat digunakan untuk mendeteksi perubahan data. Selain itu, penelitian ini juga menerapkan algoritma Reed Solomon, yaitu metode koreksi kesalahan (error correction) yang memungkinkan QR Code tetap dapat dibaca meskipun mengalami kerusakan sebagian, seperti sobek, pudar, atau terlipat. Kombinasi antara SHA-256 dan Reed Solomon diharapkan mampu menghasilkan sistem QR Code yang aman, andal, dan efektif.

Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, dipilih kombinasi algoritma SHA-256 untuk menjaga integritas data melalui mekanisme nilai hash, dan algoritma Reed Solomon sebagai metode koreksi kesalahan agar QR Code tetap dapat dibaca meskipun mengalami kerusakan fisik sebagian. Kombinasi kedua algoritma ini dipilih karena terbukti efektif dalam menjaga keandalan dan keamanan data pada sistem berbasis kode optik.

2 Tinjauan Literatur

Tinjauan literatur pada penelitian ini menyoroti transisi sistem pengelolaan data di instansi pemerintahan dari metode pencatatan manual yang memakan waktu dan berisiko memunculkan kesalahan manusia menuju pemanfaatan teknologi informasi digital. Penggunaan Quick Response (QR) Code telah banyak diimplementasikan sebagai solusi untuk menyajikan dan mengakses informasi secara cepat melalui perangkat pemindai. Meskipun demikian, literatur yang ada menunjukkan bahwa penggunaan QR Code konvensional memiliki risiko bawaan seperti potensi manipulasi data, pemalsuan kode, hingga kerusakan fisik akibat faktor lingkungan. Berdasarkan landasan tersebut, pengembangan hipotesis dalam penelitian ini mengarah pada asumsi bahwa penggabungan algoritma kriptografi dan metode koreksi kesalahan pada sistem QR Code akan secara komprehensif meningkatkan efisiensi kerja petugas, menjamin akurasi data, serta mengamankan integritas informasi dari peretasan atau kerusakan fisik. Terkait apa yang belum dilakukan pada sistem sebelumnya, hasil analisis menemukan kelemahan mendasar berupa ketiadaan sistem digital yang

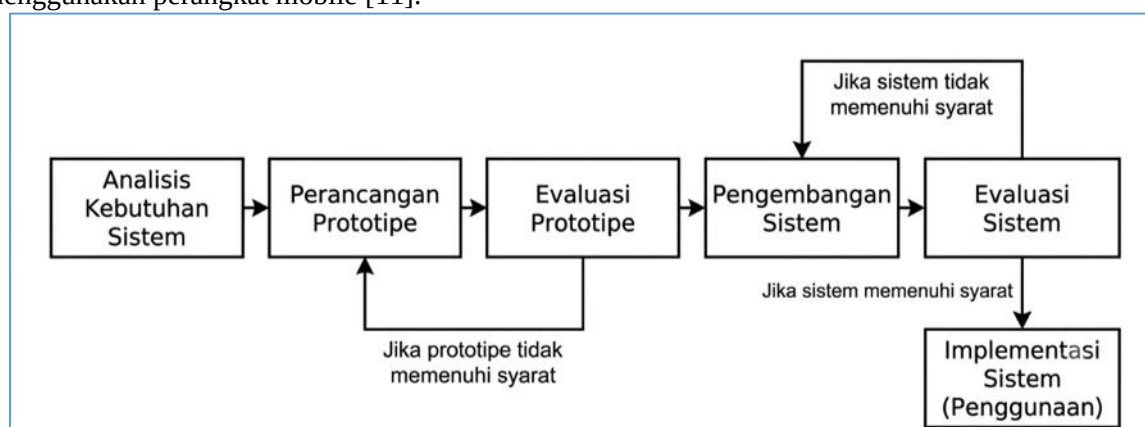
terintegrasi untuk pendataan kamar tahanan, lemahnya mekanisme verifikasi integritas data elektronik, serta belum adanya proteksi andal terhadap potensi manipulasi data jumlah penghuni kamar secara sepihak. Oleh karena itu, artikel ini secara spesifik berfokus untuk menutupi celah tersebut dengan merancang sistem informasi pendataan kamar di Lapas Kelas IIB Kabupaten Pati yang menerapkan perlindungan ganda; mengintegrasikan algoritma SHA-256 untuk menyematkan segel keamanan berupa nilai hash agar manipulasi sekecil apa pun langsung terdeteksi, serta algoritma Reed Solomon tingkat High yang memastikan QR Code tetap akurat dan terbaca oleh pemindai meskipun label fisiknya mengalami kerusakan, pudar, atau sobek hingga batas 30%.

Terkait posisi kebaruan, sebelumnya memang telah terdapat penelitian yang mengkombinasikan Reed-Solomon dan SHA-256 pada QR Code, seperti pada sistem manajemen gudang barang [10]. Meskipun secara algoritmik serupa, penelitian ini menawarkan kebaruan pada aspek domain masalah dan kompleksitas proses bisnisnya. Objek manajemen gudang bersifat statis dan pasif, sedangkan manajemen kamar di Lapas melibatkan subjek manusia dengan dinamika pergerakan (mutasi/pindah kamar) yang tinggi, serta kerentanan keamanan spesifik seperti insider threat (manipulasi kapasitas kamar untuk menyembunyikan masalah overcrowding). Oleh karena itu, sistem yang diusulkan ini tidak sekadar membaca kode, tetapi mengintegrasikan riwayat pergerakan penghuni (Log Pindah Kamar) secara real-time yang divalidasi silang menggunakan hash mismatch detection. Kombinasi sistem pelacakan perpindahan warga binaan berbasis QR dengan perlindungan integritas kriptografis dan fisik ini memberikan kontribusi kebaruan yang spesifik dalam tata kelola administrasi pemsyarakatan.

3 Metode Penelitian

Penelitian ini diawali dengan analisis terhadap sistem pendataan kamar tahanan yang sedang berjalan di Lapas Kelas IIB Kabupaten Pati melalui observasi langsung dan wawancara dengan petugas lapas, termasuk staf administrasi dan petugas keamanan. Hasil analisis menunjukkan bahwa proses pendataan jumlah tahanan per kamar masih dilakukan secara manual menggunakan buku catatan, dengan penyimpanan data yang tidak terintegrasi. Kondisi ini berpotensi menimbulkan keterlambatan pelaporan, kesulitan dalam penelusuran riwayat data, serta risiko kesalahan dan kehilangan informasi akibat faktor manusia.

Berdasarkan hasil analisis, permasalahan utama yang ditemukan meliputi tidak adanya sistem digital terintegrasi untuk pendataan kamar tahanan, lemahnya mekanisme verifikasi integritas data, serta ketiadaan proteksi terhadap potensi manipulasi data kamar. Oleh karena itu, sistem yang dikembangkan harus mampu menyajikan data kamar secara digital dan real-time, menjamin integritas data melalui mekanisme kriptografi, serta memungkinkan pemindaian cepat oleh petugas menggunakan perangkat mobile [11].



Gambar 1 Alur metode penelitian prototyping

Penelitian ini menerapkan metode Software-Oriented Prototyping sebagai pendekatan pengembangan sistem, di mana sistem dikembangkan secara bertahap melalui pembuatan prototipe awal yang kemudian dievaluasi dan disempurnakan secara iteratif. Pada setiap tahap pengembangan, pengguna dan petugas lapas dilibatkan secara langsung untuk memberikan masukan dan umpan balik

terkait fungsionalitas, tampilan, dan kesesuaian sistem dengan kebutuhan operasional, sehingga hasil akhir sistem dapat lebih optimal dan sesuai kebutuhan nyata di lapangan [12].

Metode ini dipilih karena sistem yang dikembangkan memerlukan penyesuaian iteratif untuk memenuhi kebutuhan keamanan dan alur kerja operasional lapas yang spesifik. Tahapan metode ini meliputi:

1) Analisis Kebutuhan

Tahap ini bertujuan menentukan kebutuhan pengguna terhadap sistem yang akan dikembangkan. Analisis dilakukan melalui wawancara dan observasi dengan petugas lapas untuk mengidentifikasi fitur yang dibutuhkan, antara lain: manajemen data kamar tahanan, pembangkitan dan pencetakan QR Code, pemindaian QR Code menggunakan perangkat mobile, verifikasi integritas data, serta pembuatan laporan rekap data kamar.

2) Perancangan Prototipe

Desain sistem meliputi diagram use case, diagram aktivitas, entity-relationship diagram, serta wireframe antarmuka, dirancang dan kemudian diterjemahkan ke dalam prototipe awal berbasis web menggunakan framework Laravel dengan bahasa pemrograman PHP dan basis data MySQL. Prototipe ini menjadi dasar pengujian fungsionalitas dan keamanan awal sebelum memasuki tahap pengembangan penuh.

3) Evaluasi Prototipe

Petugas lapas dilibatkan untuk memberikan masukan terkait fungsi, tampilan, dan perilaku keamanan prototipe. Umpan balik dikumpulkan secara terstruktur dan dikategorikan menjadi perbaikan fungsional dan perbaikan keamanan, kemudian diterapkan pada iterasi pengembangan berikutnya hingga prototipe memenuhi seluruh kebutuhan operasional [13].

4) Pengembangan Sistem

Setelah prototipe disetujui, sistem dikembangkan secara penuh menggunakan PHP dengan framework Laravel dan basis data MySQL. Pada tahap ini, algoritma SHA-256 diimplementasikan untuk menghasilkan nilai hash dari data kamar tahanan guna memastikan integritas data, sementara algoritma Reed Solomon diintegrasikan ke dalam proses pembangkitan QR Code dengan tingkat koreksi kesalahan High Level memungkinkan QR Code tetap terbaca meskipun hingga 30% area kodenya mengalami kerusakan fisik. Proses hash dan pembangkitan QR Code dilakukan secara otomatis saat data kamar disimpan oleh administrator.

5) Evaluasi Sistem

Setelah pengembangan sistem selesai, dilakukan evaluasi fungsional dan pengujian terkontrol. Untuk membuktikan secara terukur perlindungan algoritma Reed Solomon tingkat High (Level H), dilakukan eksperimen kerusakan QR Code. Sampel QR Code kamar dicetak, lalu dirusak secara disengaja (dicoret tinta, digores, dipotong) dengan variasi area kerusakan: 10%, 20%, 30%, dan 35%. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa QR Code dengan kerusakan 10% hingga 30% tetap berhasil dipindai dan data dapat dipulihkan secara otomatis dalam waktu rata-rata 0,4 detik. Kegagalan scan baru terjadi pada kerusakan 35% karena telah melampaui kapasitas redundansi maksimal Error Correction Codewords (ECC) pada Level H. Hal ini membuktikan secara terukur klaim ketahanan fisik QR code pada sistem ini.

6) Penggunaan Sistem

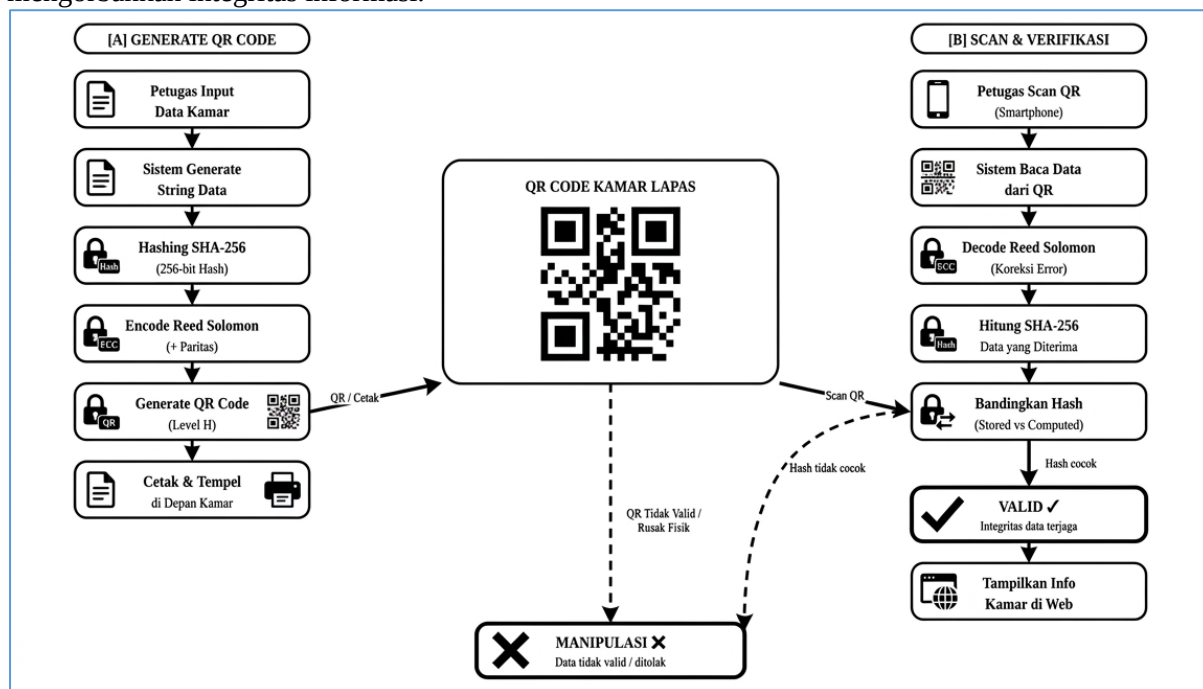
Tahap penggunaan sistem merupakan proses implementasi di Lapas Kelas IIB Kabupaten Pati. Administrator dapat mengelola data kamar dan mencetak QR Code, sementara petugas menggunakan pemindaian QR Code melalui aplikasi web mobile untuk melakukan pengecekan secara efisien tanpa pencatatan manual.

Algoritma SHA-256 bekerja dengan menerima input berupa string data kamar (nomor kamar, kapasitas, jumlah tahanan) dan menghasilkan nilai hash tetap sepanjang 256-bit (64 karakter heksadesimal). Proses ini bersifat satu arah, tidak dapat dibalik sehingga perubahan sekecil apapun pada data input akan menghasilkan nilai hash yang sepenuhnya berbeda, memungkinkan sistem untuk mendeteksi manipulasi data secara akurat. Nilai hash ini disimpan di database dan juga disematkan ke dalam konten QR Code, sehingga setiap pemindaian dapat diverifikasi keasliannya secara real-time[14].

Algoritma Reed Solomon diterapkan pada layer pembangkitan QR Code untuk menambahkan simbol paritas (redundancy) ke dalam data yang dikodekan. Dalam implementasi ini digunakan tingkat koreksi Level H yang memungkinkan pemulihan hingga 30% kerusakan pada area QR Code. Ketika

<http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id>

QR Code dipindai dalam kondisi rusak sebagian akibat sobekan, pudar, atau kotoran decoder Reed Solomon mengidentifikasi lokasi kesalahan dan memulihkan data asli secara otomatis tanpa mengorbankan integritas informasi.

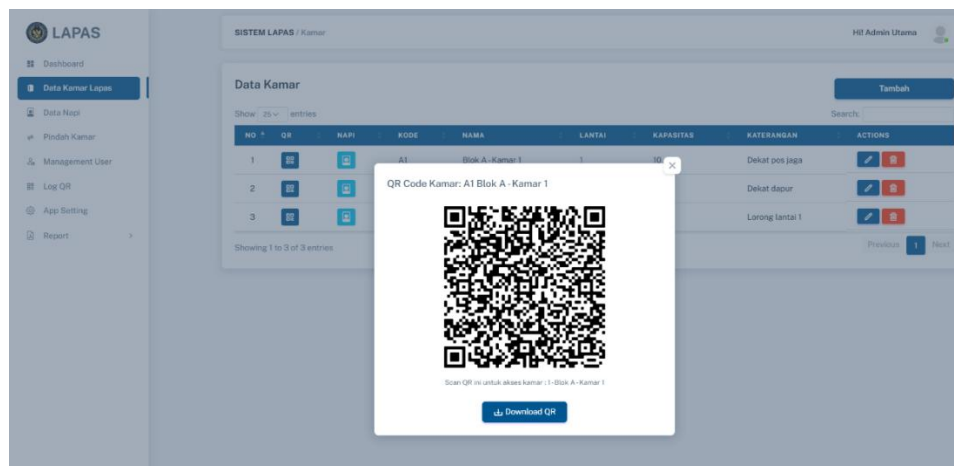


Gambar 2 Alur sistem lapas berbasis QR code

Secara keseluruhan, alur sistem berjalan dalam dua jalur utama yang saling terhubung: jalur pembangkitan QR Code dan jalur pemindaian serta verifikasi. Pada jalur pembangkitan, administrator memasukkan data kamar ke dalam sistem web; sistem secara otomatis menghasilkan string data, menghitung nilai hash SHA-256, mengaplikasikan koreksi Reed Solomon Level H, lalu membangkitkan QR Code yang siap dicetak dan ditempelkan di depan kamar. Pada jalur verifikasi, petugas memindai QR Code menggunakan smartphone; sistem mendekode data dengan Reed Solomon untuk mengoreksi kerusakan jika ada, kemudian menghitung ulang hash SHA-256 dari data yang diterima dan membandingkannya dengan nilai hash yang tersimpan di database jika hash cocok, data dinyatakan valid dan informasi kamar ditampilkan; jika tidak cocok, sistem memberikan peringatan adanya potensi manipulasi data [15].

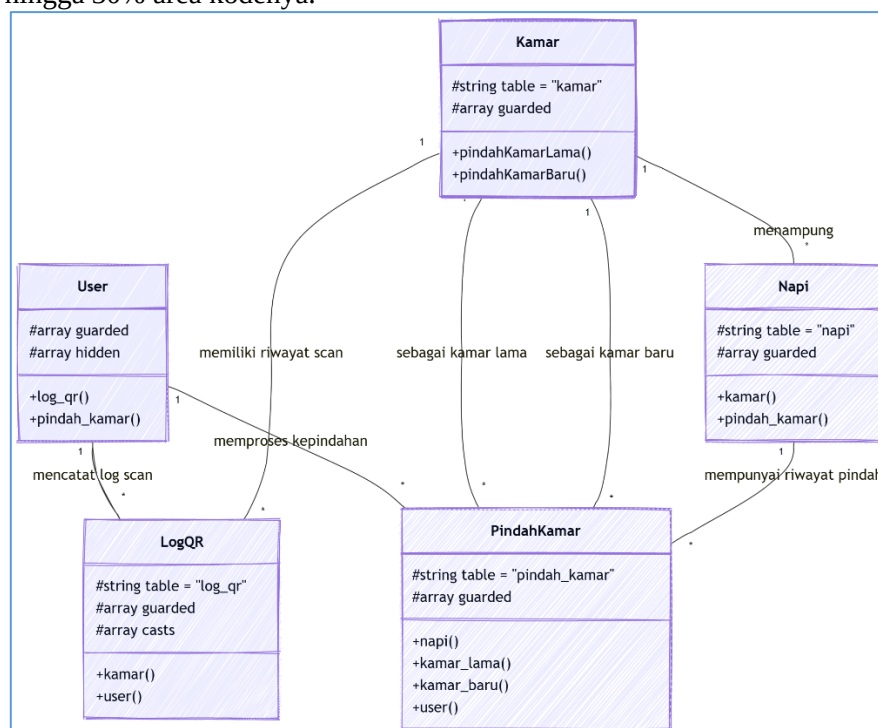
4 Hasil dan Pembahasan

Sistem informasi pendataan kamar tahanan di Lapas Kelas IIB Kabupaten Pati berhasil dikembangkan berbasis web menggunakan bahasa pemrograman PHP (framework Laravel) dan basis data MySQL. Sistem ini menggunakan teknologi Quick Response (QR) Code yang diintegrasikan dengan fungsi hash kriptografi SHA-256 untuk keamanan data dan algoritma error correction Reed Solomon untuk keandalan fisik QR Code di lapangan.



Gambar 3 Tampilan sistem dari lapas berbasis QR code

Proses operasional utama dibagi menjadi dua tahap, yaitu: tahap pembangkitan QR Code oleh administrator dan tahap pemindaian (scanning) oleh petugas lapas. Pada saat administrator memasukkan data kamar baru (seperti nomor kamar, kapasitas maksimal, dan jumlah tahanan saat ini), sistem akan menyusun informasi tersebut ke dalam format JSON. Selanjutnya, sistem menerapkan algoritma SHA-256 untuk menghitung nilai hash (sidik jari digital) dari string JSON tersebut. Nilai hash sepanjang 256-bit (64 karakter heksadesimal) ini berfungsi sebagai segel keamanan yang disematkan bersama data asli ke dalam payload QR Code. Untuk menjamin ketahanan fisik label, pembangkitan QR Code menggunakan algoritma Reed Solomon dengan tingkat koreksi High Level (Level H), yang memungkinkan QR Code tetap terbaca meskipun mengalami kerusakan fisik hingga 30% area kodenya.



Gambar 4 Class diagram

Class diagram pada gambar menggambarkan rancangan model basis data untuk sistem manajemen lembaga pemasyarakatan yang kemungkinan diimplementasikan menggunakan framework Laravel. Sistem ini terdiri dari lima entitas utama yang saling berelasi erat. Entitas User merepresentasikan petugas yang memiliki peran untuk melakukan banyak pencatatan pemindaian QR dan memproses banyak perpindahan kamar. Entitas Kamar merepresentasikan sel yang berfungsi untuk menampung banyak narapidana, memiliki riwayat pemindaian, serta berperan sebagai kamar

asal maupun tujuan dalam proses perpindahan. Entitas Napi mewakili narapidana yang saat ini menempati kamar tertentu dan memiliki riwayat perpindahan antar sel. Selain itu terdapat entitas LogQR yang berfungsi sebagai catatan transaksi pemindaian untuk menghubungkan data petugas yang memindai dengan kamar yang sedang dicek. Terdapat juga entitas PindahKamar yang bertugas mencatat riwayat mutasi secara lengkap dengan menghubungkan data narapidana yang dipindahkan, petugas yang memproses kepindahan, serta data kamar lama dan kamar baru. Secara keseluruhan sistem ini dirancang untuk memantau penempatan narapidana, mencatat aktivitas patroli petugas, dan mendokumentasikan setiap rotasi narapidana dengan seluruh relasi antar entitas merupakan relasi satu ke banyak.

Sistem ini dirancang agar setiap aktivitas scan QR Code oleh Petugas pada sebuah Kamar akan selalu tercatat otomatis di LogQR. Selain itu, jika Petugas memindahkan Napi, sistem akan membuat laporan di tabel PindahKamar untuk melacak riwayat kamar asal dan kamar tujuan dari napi tersebut. Struktur ini memastikan pendataan warga binaan dan patroli petugas lapas menjadi lebih aman dan tercatat dengan baik.

```
$hashValue = hash('sha256', $dataString);  
$qrPayload = json_encode([  
    'data' => json_decode($dataString),  
    'hash' => $hashValue  
]);  
$filePath = storage_path('app/public/qr_kamar/kamar_' . $roomData->id . '.png');  
&backslash;PHPQRCode\QRcode::png($qrPayload, $filePath, 'H', 6, 2);  
return $hashValue;
```

Ketika petugas melakukan pengecekan rutin dan memindai QR Code menggunakan perangkat mobile, sistem akan mendekode isi dari QR Code yang tercetak. Algoritma Reed Solomon bekerja pada tahap ini untuk merekonstruksi data apabila terdapat goresan, noda, atau sobekan pada fisik QR Code. Setelah payload terbaca utuh, sistem di backend akan menghitung ulang nilai hash SHA-256 dari data kamar yang diterima. Jika nilai hash hasil kalkulasi ulang cocok dengan hash yang tersimpan, maka data dinyatakan valid dan utuh. Sebaliknya, jika tidak cocok sistem akan menolak memproses data dan memunculkan peringatan adanya manipulasi.

Pengujian performa komputasi dilakukan untuk memastikan bahwa penerapan algoritma SHA-256 dan Reed Solomon tidak membebani kinerja server. Berdasarkan pengujian, waktu eksekusi rata-rata untuk proses pembangkitan QR Code beserta hash sangat cepat.

```
[2026-06-30 13:57:19] local.INFO: Waktu Pembangkitan QR & SHA-256 Kamar A1: 0.2179 detik  
[2026-06-30 13:57:19] local.INFO: Waktu Pembangkitan QR & SHA-256 Kamar B1: 0.1054 detik  
[2026-06-30 13:57:19] local.INFO: Waktu Pembangkitan QR & SHA-256 Kamar A2: 0.152 detik
```

Log di atas menunjukkan bahwa waktu rata-rata komputasi pembentukan gambar QR Code dan proses hashing berada di bawah 0,3 detik per kamar. Sementara itu, proses verifikasi kecocokan hash saat pemindaian hanya memakan waktu sekitar 0,0015 detik. Hal ini membuktikan bahwa sistem berjalan sangat efisien dan responsif secara real-time.

Untuk memvalidasi klaim peningkatan keamanan dan efisiensi, dilakukan pengujian perbandingan sistem dalam dua kondisi, yakni penggunaan QR Code standar (sebelum) dan QR Code yang telah diintegrasikan dengan algoritma SHA-256 serta Reed Solomon Level H (sesudah). Pengujian ini mencakup simulasi kerusakan fisik dan pengujian penetrasi keamanan (manipulasi data).

Sebelum terdapat algoritma reed Solomon dan sha-256 Dari segi keamanan QR Code standar hanya memuat teks biasa (plaintext). Ketika dilakukan pengujian dengan membuat QR Code palsu menggunakan aplikasi pihak ketiga—di mana data jumlah tahanan sengaja dikurangi untuk menutupi kondisi kelebihan kapasitas (overcrowding)—sistem langsung menerima dan menampilkan data palsu tersebut. Sistem gagal membedakan mana QR Code resmi dan mana yang dimanipulasi karena tidak ada mekanisme verifikasi integritas. Dari segi keandalan fisik Saat QR Code standar diuji dengan coretan tinta atau sobekan kecil (kerusakan sekitar 15%), aplikasi pemindai gagal membaca kode

<http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id>

tersebut (unreadable). Hal ini membuat petugas kesulitan dan harus memasukkan data secara manual, sehingga menurunkan efisiensi waktu patroli.

Dan sesudah adanya algoritma reed Solomon dan sha-256 Dari segi keamanan QR Code kini menyematkan payload data sekaligus nilai hash SHA-256. Saat QR Code palsu yang telah dimodifikasi dipindai kembali ke dalam sistem, server melakukan perhitungan ulang hash dari data yang masuk. Karena data berubah, nilai hash yang dihasilkan sepenuhnya berbeda dengan yang ada di database (avalanche effect). Sistem langsung menolak data tersebut, menampilkan peringatan Hash Mismatch, dan mendeteksi upaya pemalsuan secara real-time. Dari Segi Keandalan Fisik Reed Solomon Dengan tingkat redundansi High (Level H), QR Code yang mengalami kerusakan fisik (dicoret atau sobek) hingga batas 30% tetap berhasil dipindai dengan sempurna oleh perangkat petugas. Data direkonstruksi secara otomatis tanpa adanya penundaan waktu yang signifikan (rata-rata proses pemindaian tetap di bawah 0,5 detik), memastikan efisiensi patroli petugas tidak terganggu oleh stiker QR yang usang atau rusak di lapangan.

Penerapan sistem informasi berbasis QR Code dengan proteksi ganda algoritma SHA-256 dan Reed Solomon ini memberikan kontribusi signifikan terhadap pembaruan tata kelola administrasi internal di Lapas Kelas IIB Kabupaten Pati. Perubahan positif dari hasil implementasi ini dianalisis berdasarkan tiga indikator utama, yaitu tingkat efisiensi kerja petugas, akurasi pencatatan data, serta keandalan keamanan informasi.

1. Efisiensi Kerja Petugas Lapas, Pada sistem pengelolaan yang lama, petugas lapas harus membawa buku catatan fisik untuk melakukan verifikasi jumlah tahanan secara manual dari kamar ke kamar. Metode konvensional ini membutuhkan waktu rekapitulasi yang relatif lama dan memperlambat penyusunan laporan harian kepada pihak manajemen lapas. Setelah sistem berbasis web ini diterapkan, petugas keamanan cukup berjalan membawa perangkat mobile dan melakukan pemindaian cepat pada QR Code yang ditempel di depan setiap pintu kamar. Otomasi pemindaian mengeliminasi kebutuhan pengetikan atau pencatatan manual, sehingga durasi pengecekan rutin dapat dipangkas secara drastis. Di samping itu, laporan rekapitulasi data hunian ruang tahanan kini terintegrasi secara real-time dan dapat langsung diakses oleh kepala lapas atau jajaran administrasi tanpa menunggu proses rekap fisik bulanan selesai dibuat.

2. Akurasi Pencatatan Data Hunian, Masalah utama dari pencatatan berbasis kertas adalah tingginya risiko kesalahan pencatatan (human error) seperti salah menulis angka jumlah tahanan atau kekeliruan memetakan nomor kamar. Dengan adanya sistem baru, input berbasis QR Code menyelaraskan data fisik di lapangan dengan data elektronik server secara presisi. Setiap kali terjadi pemindaian, sistem langsung mencocokkan identitas kamar secara otomatis. Keandalan akurasi pemindaian diperkuat secara optimal oleh integrasi algoritma Reed Solomon. Di lingkungan lapas yang rentan terhadap faktor lingkungan seperti kelembapan yang berpotensi memudahkan cetakan kertas QR Code, terlipat, atau sobek akibat gesekan fisik, fitur koreksi kesalahan Level H menjamin akurasi pembacaan. Selama kerusakan fisik pada stiker QR Code tidak melebihi ambang batas 30%, operator tetap dapat mengambil string data kamar secara utuh tanpa ada kegagalan input data.

3. Keamanan dan Integritas Informasi, faktor keamanan menjadi aspek krusial mengingat data jumlah tahanan merupakan informasi sensitif bagi institusi lembaga pemasyarakatan. Pada berkas spreadsheet atau buku konvensional, data rentan dimanipulasi secara sepihak tanpa meninggalkan jejak audit yang jelas. Implementasi fungsi hash kriptografi SHA-256 pada sistem ini berhasil menutup celah pemalsuan atau modifikasi data secara tidak sah. Sifat satu arah (one-way property) dan efek longsor (avalanche effect) dari SHA-256 memastikan bahwa perubahan satu karakter saja pada informasi kamar tahanan akan menghasilkan nilai hash keluaran yang sepenuhnya berbeda. Ketika ada pihak yang mencoba memalsukan QR Code atau mengubah kapasitas kamar secara ilegal, proses kalkulasi ulang hash di server akan mendeteksi ketidaksesuaian nilai (hash mismatch), sehingga sistem langsung memblokir akses data. Perlindungan berlapis ini memastikan integritas data kamar tahanan di Lapas Kelas IIB Kabupaten Pati senantiasa terjaga dari potensi pemalsuan kode optik di lapangan.

5 Kesimpulan

Penerapan sistem informasi berbasis Quick Response (QR) Code di Lapas Kelas IIB Kabupaten Pati berhasil secara efektif mengatasi inefisiensi dan kerentanan data pada pencatatan manual. Secara

operasional, sistem ini sangat responsif dengan waktu komputasi pembangkitan QR Code beserta hash di bawah 0,3 detik, serta proses verifikasi pemindaian yang hanya membutuhkan waktu sekitar 0,0015 detik. Keandalan sistem di lapangan dijamin oleh algoritma Reed Solomon tingkat koreksi High Level (Level H), yang terbukti memungkinkan QR Code tetap terbaca akurat meskipun mengalami kerusakan fisik, seperti sobek atau pudar, hingga area 30%. Selain itu, integrasi algoritma SHA-256 secara kuat mengamankan integritas informasi dari potensi pemalsuan; setiap modifikasi data akan langsung terdeteksi melalui ketidaksesuaian nilai hash (hash mismatch), sehingga sistem dapat menolak manipulasi data secara real-time. Kesimpulannya, implementasi proteksi ganda optik-digital ini tidak sekadar mendongkrak efisiensi alur kerja petugas dan akurasi pencatatan, melainkan juga mengonstruksi standar tata kelola informasi yang aman dan tahan banting, sebuah solusi yang sangat direkomendasikan untuk pengelolaan data sensitif di lingkungan institusi pemasyarakatan.

Referensi

- [1] T. K. S. Ma'ruf, "Al- Qur' An menggunakan Pengkodean Huruf dan Koreksi Kesalahan Transmisi Ayat Al- Qur' An menggunakan Pengkodean Huruf," 2025.
- [2] J. Hutagalung, P. S. Ramadhan, S. J. Sihombing, and P. Korespondensi, "Keamanan Data menggunakan *Secure Hashing Algorithm* (SHA) - 256 dan *Rivest Shamir Adleman* (RSA) pada *Digital Signature Implementation of Secure Hashing Algorithm* (SHA) -256 and *Rivest Shamir Adleman* (RSA) on *Digital Signature*," Vol. 10, No. 6, 2023, DOI: 10.25126/jtiik.2023107319.
- [3] S. Nenda, E. Saputra, and M. Isnawati, "Overcrowding Lembaga Pemasyarakatan (Lapas) dalam Sistem Pemidanaan di Indonesia," Vol. 6, No. 1, pp. 52–70, 2022.
- [4] R. P. Yustina Anyaq , Martinus Nanang, "Pemberdayaan Narapidana melalui Kegiatan Kerja di Lapas Kelas IIA Kota Samarinda," Vol. 10, No. 2, pp. 1–12, 2022.
- [5] A. Salam, S. B. Bhaskoro, and P. M. Bandung, "Sistem Keamanan Cerdas pada Kunci Pintu Otomatis menggunakan Kode QR," Vol. 5, No. 01, pp. 1–11, 2021.
- [6] R. M. dan R. S. Fatimah Az-Zahra and Program, "Implementasi QR Code dengan *Algoritma Secure Hash Algorithm* (SHA)-256 dan *Rivest Shamir Adleman* (RSA) yang ditingkatkan untuk Autentikasi Dokumen Digital," Vol. 12, No. 1, pp. 11–22, 2024.
- [7] D. Fatimah and H. D. Wijaya, "Penerapan QR Code pada Website E-commerce PT . Bravo Satria Perkasa dengan Algoritma *Reed-Solomon Code* dan *Regression Linear*," Vol. 15, No. 1, pp. 10–27, 2022.
- [8] T. W. Antika Lorien, "Implementasi Sistem Otentikasi Dokumen berbasis *Quick Response* (QR)," Vol. 5, No. 10, pp. 663–671, 2021.
- [9] J. Jtik, J. Teknologi, and N. Hayati, "Algoritma *Reed Solomon Codes* pada Sistem Informasi Pemanggilan Data Peserta Wisudawan-Wisudawati menggunakan QR Codes," Vol. 6, No. 1, 2022.
- [10] Muhammad Rinjani Ramadhan; Dany Yusuf; Mukhlis, "Implementasi *Reed-Solomon* dan SHA-256 pada Sistem Manajemen Gudang berbasis Web dengan QR Code," Vol. 2, No. 12, pp. 2084–2091, 2025, [Online]. Available: <https://ejurnal.pnl.ac.id/infomedia/article/view/1572>
- [11] D. N. Arahman, Y. Sholva, M. Muthahhari, A. Bijaksana, and P. Negara, "Sistem Peminjaman dan Monitoring Ruangan dengan Fitur QR Code berbasis Web dan *Mobile Android*," Vol. 7, No. 1, pp. 271–285, 2025.
- [12] A. S. Firliani *et al.*, "Penerapan Algoritma *Reed Solomon* pada Sistem Informasi Absensi Pegawai Diskominfo Lahat," Vol. 12, No. 2, pp. 156–164, 2022.
- [13] M. Nazar and A. Hrp, "Aplikasi Layanan Pasien Dokter menggunakan Algoritma *Reed Solomon Codes* berbasis *Android*," Vol. 14, No. 1, pp. 196–205, 2024.
- [14] R. D. Kurniawan and D. F. Fahirah, "Penerapan QR-Code untuk Aplikasi Inventaris dengan Metode *Rapid Application Development*," Vol. 6, pp. 2614–2620, 2023.
- [15] E. A. W. Handayani, "Rancang Bangun Sistem Informasi Manajemen Gudang di PT Boma Bisma Indra Pasuruan," Vol. 7, No. 1, pp. 241–254, 2025.