



## **Pengembangan Sistem Informasi Manajemen Sarana dan Prasarana Berbasis Web untuk Efisiensi Inventarisasi Aset**

**Tomi Hidayat<sup>1\*</sup>, Wasis Haryono<sup>2</sup>, Saprudin<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Fakultas Ilmu komputer, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Indonesia

Email: <sup>1\*</sup>[dosen0236@unpam.ac.id](mailto:dosen0236@unpam.ac.id)

(\* : coresponding author)

**Abstrak**—Manajemen sarana dan prasarana (Sarpras) merupakan aspek vital dalam mendukung stabilitas operasional dan akuntabilitas finansial institusi pendidikan. Namun, proses inventarisasi aset pada banyak organisasi masih didominasi oleh metode konvensional berbasis *spreadsheet* (Microsoft Excel) yang memicu inefisiensi waktu akibat pencatatan ganda (*double entry*) serta tingginya risiko inakurasi data (*human error*). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Sistem Informasi Manajemen Sarana dan Prasarana (SIM Sarpra) Berbasis Web yang terintegrasi dengan teknologi *Quick Response Code* (QR Code) guna mengoptimalkan siklus hidup aset secara *real-time*. Metode pengembangan sistem yang digunakan adalah model *Waterfall* yang dimodifikasi, mencakup tahapan analisis kebutuhan, perancangan arsitektur *three-tier* (menggunakan *framework* Laravel dan RDBMS MySQL), implementasi kode, hingga pengujian. Validasi fungsionalitas sistem dilakukan melalui metode *Black-Box Testing*, sementara performa efisiensi diuji menggunakan evaluasi kuantitatif komparatif antara metode lama dan sistem baru. Hasil penelitian pada laporan kemajuan ini menunjukkan bahwa penerapan SIM Sarpra terintegrasi QR Code mampu mengeliminasi redundansi proses secara signifikan, meningkatkan kecepatan pencarian dan pembaruan data status kelayakan aset di lapangan, serta meminimalkan kesalahan input data nominal. Sistem ini memberikan kontribusi ilmiah pada pemanfaatan integrasi kamera peramban (*browser-based scanning*) yang responsif tanpa memerlukan perangkat keras pemindai khusus, sehingga mendukung mobilitas tinggi staf pelaksana inventarisasi.

**Kata Kunci** : Sistem Informasi Manajemen, Sarana dan Prasarana, QR Code, Laravel, Waterfall, Efisiensi Inventarisasi.

**Abstract**—*Facilities and infrastructure management is a vital aspect of supporting the operational stability and financial accountability of educational institutions. However, asset inventory processes in many organizations remain dominated by conventional spreadsheet-based methods (Microsoft Excel), leading to time inefficiencies due to duplicate entries and a high risk of data inaccuracies (human error). This research aims to develop a web-based Facilities and Infrastructure Management Information System (SIM Sarpra) integrated with Quick Response Code (QR Code) technology to optimize the asset lifecycle in real-time. The system development method employed is a modified Waterfall model, encompassing requirements analysis, three-tier architecture design (utilizing the Laravel framework and MySQL RDBMS), code implementation, and testing. System functionality was validated using Black-Box Testing, while efficiency performance was assessed through a comparative quantitative evaluation between the old method and the new system. Results from this progress report indicate that the implementation of the QR Code-integrated SIM Sarpra significantly eliminates process redundancy, accelerates the retrieval and updating of asset status and condition data in the field, and minimizes errors in numerical data entry. The system contributes scientifically by utilizing responsive browser-based camera scanning—eliminating the need for dedicated scanner hardware—thereby supporting the high mobility of inventory staff.*

**Keywords:** *Management Information System, Facilities and Infrastructure, QR Code, Laravel, Waterfall, Inventory Efficiency.*

### **1. PENDAHULUAN**

Sarana dan prasarana (Sarpras) merupakan aset fisik vital yang menjadi tulang punggung operasional dan penentu keberhasilan bagi setiap organisasi, baik di sektor publik maupun swasta. Aset ini tidak hanya mencakup gedung dan kendaraan, tetapi juga seluruh peralatan kantor, teknologi informasi, hingga inventaris pendukung kegiatan harian. Pengelolaan Sarpras yang efektif—mulai dari perencanaan, pengadaan, inventarisasi, pemeliharaan, hingga penghapusan—secara langsung memengaruhi efisiensi biaya, produktivitas kerja, dan kepatuhan terhadap regulasi akuntansi (Wibowo, 2022). Oleh karena itu, kegagalan dalam manajemen Sarpras dapat berujung pada kerugian finansial, penyusutan nilai aset yang tidak terkelola, dan temuan audit yang merugikan



bagi akuntabilitas instansi.

Meskipun memiliki peran strategis, praktik manajemen aset di banyak organisasi saat ini masih didominasi oleh metode konvensional dan semi-otomatis. Proses inventarisasi—yaitu kegiatan pencatatan dan pendataan aset secara fisik dan administratif—seringkali hanya mengandalkan pencatatan manual di buku besar, diikuti dengan rekapitulasi ke dalam lembar kerja (*spreadsheet*) elektronik seperti Microsoft Excel. Metode konvensional ini melahirkan serangkaian masalah yang kompleks dan saling terkait:

- a. Inefisiensi Waktu dan Sumber Daya: Staf inventarisasi harus melakukan pencatatan ganda (*double entry*), yaitu menuliskan kondisi fisik aset di kertas kerja lapangan terlebih dahulu, kemudian mengetik ulang data tersebut ke komputer kerja. Proses rekonsiliasi ini memakan waktu yang sangat lama, sehingga siklus audit aset tahunan kerap tertunda.
- b. Inkonsistensi dan Inakurasi Data: Tingginya ketergantungan pada intervensi manusia secara manual (*human error*) mengakibatkan kesalahan input kode unik aset, salah pencatatan spesifikasi, atau hilangnya jejak mutasi perpindahan lokasi barang.
- c. Keterlambatan Informasi Real-Time: Pengambil keputusan tidak dapat mengetahui kondisi terkini, ketersediaan, maupun lokasi aktual suatu aset secara instan karena sistem *spreadsheet* bersifat statis dan tidak terintegrasi secara terpusat.

Menanggapi keterbatasan metode konvensional tersebut, solusi mendesak yang diajukan dalam penelitian ini adalah pengembangan Sistem Informasi Manajemen Sarana dan Prasarana (SIM Sarpra) Berbasis Web. Platform berbasis web menawarkan superioritas dalam hal aksesibilitas, skalabilitas, dan pembaruan data yang terpusat (*centralized data store*). Karena dapat diakses melalui peramban (*browser*) dari berbagai perangkat seperti komputer, tablet, maupun *smartphone*, sistem ini memfasilitasi pendataan aset langsung di lokasi fisik barang berada (*mobile inventory*). Hal ini memungkinkan staf lapangan memperbarui status atau lokasi aset seketika (*real-time update*) (Hadianto, 2023).

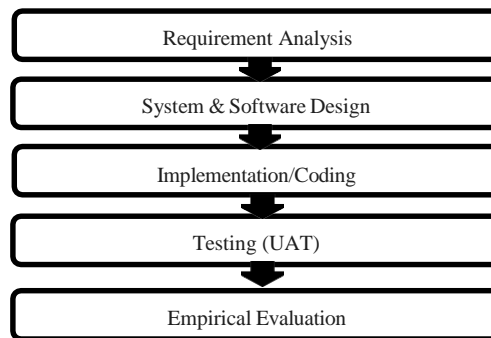
Lebih lanjut, kunci utama untuk mencapai efisiensi yang ditargetkan terletak pada integrasi teknologi identifikasi otomatis menggunakan Quick Response Code (QR Code). Berbeda dengan barcode tradisional, QR Code mampu menyimpan kapasitas data yang jauh lebih besar dan memiliki tingkat keterbacaan yang tinggi dari berbagai sudut. Melalui integrasi ini, staf inventarisasi hanya perlu memindai kode QR yang tertempel pada fisik aset menggunakan kamera ponsel pintar mereka. Sistem web secara otomatis akan langsung mencocokkan kode, menampilkan informasi detail aset, serta membuka form pembaruan status dalam hitungan detik.

Digitalisasi ini tidak hanya mengeliminasi proses *double entry*, tetapi juga meminimalisasi kesalahan input manual hingga mendekati nol persen. Melalui pendekatan ilmiah *Research and Development* (R&D) menggunakan model pengembangan perangkat lunak *Waterfall* yang dimodifikasi, penelitian ini berfokus pada perancangan, implementasi, dan pengujian secara empiris untuk membuktikan efisiensi kuantitatif yang dihasilkan oleh SIM Sarpra Berbasis Web ini dibandingkan dengan metode konvensional.

## **2. METODOLOGI PENELITIAN**

### **2.1 Desain Penelitian**

Penelitian ini menggunakan pendekatan metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development* / R&D) untuk merancang, mengimplementasikan, dan menguji Sistem Informasi Manajemen Sarana dan Prasarana (SIM Sarpra) berbasis web. Metode pengembangan sistem yang diterapkan adalah Metode Waterfall yang Dimodifikasi (*Modified Waterfall Model*). Modifikasi dilakukan pada penambahan tahapan literasi pengujian komparatif kuantitatif di akhir siklus pengembangan untuk mengukur efisiensi sistem baru secara empiris dibandingkan dengan metode konvensional.



**Gambar 2.1.** Modifikasi model *Waterfall*

## 2.2 Tahapan Pengembangan Sistem (*Modified Waterfall*)

### a. Analisis Kebutuhan (*Requirement Analysis*)

Tahap awal dilakukan untuk mengidentifikasi masalah operasional pada proses inventarisasi konvensional dan mendefinisikan kebutuhan sistem baru. Teknik pengumpulan data yang digunakan meliputi:

- 1) Mengamati proses penulisan manual kondisi sarana prasarana di lembar kerja kertas dan proses *double entry* ke dalam *spreadsheet* Microsoft Excel oleh staf inventarisasi.
- 2) Melakukan diskusi dengan kepala bagian sarana prasarana dan staf lapangan guna memetakan kendala utama seperti *human error*, lamanya proses rekonsiliasi data, dan hilangnya pencatatan riwayat pemeliharaan.
- 3) Menganalisis dokumen format inventarisasi sarana prasarana yang digunakan saat ini untuk merumuskan struktur basis data relasional yang sesuai.

### b. Perancangan Sistem dan Perangkat Lunak (*System & Software Design*)

Berdasarkan kebutuhan yang diidentifikasi, dirancang arsitektur aplikasi *three-tier* seperti yang telah diuraikan pada BAB II. Desain arsitektur ini meliputi:

- 1) Menggunakan diagram alir data (*Data Flow Diagram / DFD*) dan diagram kasus penggunaan (*Use Case Diagram*) untuk memodelkan interaksi antara admin, kepala bagian, dan staf lapangan dalam memindai QR Code.
- 2) Menggunakan *Entity-Relationship Diagram* (ERD) untuk memetakan tabel basis data MySQL yang memiliki integritas referensial kuat guna menangani data transaksi mutasi, pelaporan, dan riwayat kondisi aset.
- 3) Membuat *wireframe* antarmuka responsif yang ramah pengguna menggunakan pendekatan Tailwind CSS, yang berfokus pada kemudahan akses navigasi menu dan responsivitas kamera pemindai pada perangkat peramban *smartphone*.

### c. Implementasi dan Pengodean (*Implementation & Coding*)

Desain sistem ditransformasikan ke dalam baris kode program (*coding*). Pengembangan fungsionalitas sistem dilakukan dengan spesifikasi teknologi sebagai berikut:

- 1) Menggunakan bahasa pemrograman PHP 8 dengan *Framework* Laravel sebagai pengatur logika bisnis, manajemen hak akses (*Role-Based Access Control*), keamanan API, serta penanganan rute pemindaian.
- 2) Menggunakan HTML5, Tailwind CSS, dan Vanilla JavaScript untuk merancang antarmuka dinamis. Integrasi kamera peramban memanfaatkan pustaka JavaScript open-source (seperti *Html5-QRCode*) untuk melakukan pemindaian citra QR Code secara langsung dari kamera ponsel pintar tanpa aplikasi pihak ketiga.
- 3) MySQL digunakan sebagai mesin basis data relasional tempat menyimpan skema relasi data sarpra.

### d. Pengujian Fungsionalitas (*System Testing*)

Sebelum dievaluasi secara empiris di lapangan, sistem diuji secara fungsional menggunakan metode Black-Box Testing. Pengujian ini memvalidasi apakah semua masukan, proses (seperti pemindaian QR Code, pemrosesan data, autentikasi), dan keluaran (seperti cetak kode QR, grafik kondisi aset, ekspor laporan) berjalan sesuai dengan spesifikasi rancangan tanpa ada kesalahan



logika (*runtime error*).

### 2.3 Metode Evaluasi Empiris (Pengujian Efisiensi & Akurasi)

Setelah sistem dinyatakan lolos uji fungsional black-box, tahapan modifikasi Waterfall berikutnya adalah melakukan Evaluasi Kuantitatif Komparatif untuk membandingkan performa sistem baru (SIM Sarpra berbasis Web QR Code) dengan metode konvensional (spreadsheet manual).

#### a. Populasi dan Sampel Pengujian

- 1) Seluruh sarana fisik dan prasarana yang terdaftar di instansi objek penelitian (minimal 50 unit aset terdaftar).
- 2) Pengujian dilakukan pada Jumlah Sampel 20 unit aset sarpras yang tersebar di beberapa area gedung.
- 3) Responden sebanyak 5 orang yang terdiri dari 1 Orang Wakil Kepala Sekolah Bidang Sarana dan Prasarana, 1 Orang staff Tata Uasha dan 2 Orang Guru berlatar belakang IT

#### b. Metode Pengumpulan Data Pengujian

Eksperimen komparasi dilakukan melalui simulasi inventarisasi lapangan riil:

- 1) Skenario A (Metode Konvensional): Staf melakukan pencatatan kondisi fisik sarpra menggunakan kertas kerja manual, berpindah dari satu ruangan ke ruangan lain, kemudian kembali ke komputer kantor untuk mengetikkan ulang hasil pencatatan tersebut ke aplikasi Microsoft Excel (*double-entry*).
- 2) Skenario B (Metode Baru - SIM Sarpra QR Code): Staf melakukan pencatatan dengan memindai QR Code yang ditempel pada fisik barang menggunakan kamera peramban ponsel pintar mereka, memverifikasi data di tempat secara *real-time*, dan memperbarui status kondisi barang langsung melalui formulir web di lokasi aset tersebut berada (*on-site single-entry*).

Waktu penyelesaian tugas diukur menggunakan *stopwatch* digital presisi milidetik dari saat staf mulai memeriksa aset pertama hingga data aset terakhir selesai diinput ke dalam database pusat/disimpan di *spreadsheet*.

#### c. Variabel Pengujian dan Formulasi Matematis

- 1) Pengujian Efisiensi Waktu ( $E_t$ )

Efisiensi waktu dihitung menggunakan rasio perbandingan waktu yang dihabiskan dalam menyelesaikan tugas inventarisasi antara metode lama ( $T_{lama}$ ) dan metode baru ( $T_{baru}$ ). Formulasi perhitungan efisiensi waktu ( $E_t$ ) dinyatakan sebagai berikut:

$$E_t = \left( \frac{T_{lama} - T_{baru}}{T_{lama}} \right) \times 100\%$$

Dimana:

( $E_t$ ) = Persentase Efisiensi Waktu (%).

( $T_{lama}$ ) = Total waktu (dalam satuan menit) yang dibutuhkan untuk menyelesaikan inventarisasi sampel aset menggunakan metode konvensional (kertas kerja + input Excel manual).

( $T_{baru}$ ) = Total waktu (dalam satuan menit) yang dibutuhkan untuk menyelesaikan inventarisasi sampel aset menggunakan SIM Sarpra berbasis Web QR Code terintegrasi kamera peramban.

- 2) Pengujian Akurasi Data Nominal ( $A$ )

Akurasi data nominal mengukur tingkat kebenaran masukan data kondisi kelayakan fisik barang ke dalam sistem. Nilai akurasi diukur dengan membandingkan jumlah data yang diinput secara benar (bebas dari saltik atau kekeliruan pencatatan status fisik) terhadap total sampel barang yang diuji. Formulasi perhitungan akurasi ( $A$ ) adalah sebagai berikut:

$$A = \left( \frac{\Sigma \text{Input Benar}}{\Sigma \text{Total Sampel Aset}} \right) \times 100\%$$

Kriteria kesalahan input (*human error*) didefinisikan jika terjadi kondisi berikut:

1. Terjadi salah ketik pada nomor seri barang (*typo*).
2. Terjadi ketidaksesuaian antara status fisik aktual barang dengan data status yang berhasil disimpan dalam sistem akibat kelalaian input (*human error*).



#### 2.4 Analisis Data dan Kriteria Keberhasilan

Data hasil uji coba komparatif di lapangan dianalisis secara kuantitatif deskriptif. Hasil perhitungan efisiensi waktu ( $E_t$ ) dan akurasi ( $A$ ) akan ditabulasi secara sistematis. Pengembangan SIM Sarpra berbasis web QR Code ini dinyatakan berhasil dan memberikan kontribusi ilmiah yang signifikan (sesuai target *State of the Art* pada BAB II) apabila memenuhi kriteria keberhasilan berikut:

- Efisiensi Waktu Terbukti Signifikan: Penggunaan SIM Sarpra mampu memangkas waktu kerja administrasi inventarisasi sarpra lapangan dengan nilai efisiensi waktu  $E_t > 50\%$  dibandingkan metode konvensional.
- Peningkatan Akurasi Data: Tingkat akurasi pengisian data kondisi fisik sarpra secara *real-time* di lokasi aset mencapai akurasi  $A \geq 99\%$  akibat tereliminasi proses pencatatan ganda (*double entry*).
- Aspek Portabilitas & Desain Responsif: Sistem terbukti dapat beroperasi secara optimal pada minimal 3 jenis peramban ponsel pintar berbeda (*cross-browser compatibility*) dan mampu mengaktifkan kamera bawaan peramban secara lancar untuk memindai QR Code tanpa kendala lisensi perangkat keras eksternal.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil Pengembangan Sistem (*Modified Waterfall*)

Pengembangan Sistem Informasi Manajemen Sarana dan Prasarana (SIM Sarpra) Berbasis Web dirancang dan diimplementasikan sesuai dengan tahapan model *Modified Waterfall* yang telah dipaparkan pada Bab III. Berikut adalah rincian hasil dari setiap fase pengembangan sistem:

##### 3.1.1 Tahap Analisis Kebutuhan (*Requirement Analysis*)

Berdasarkan observasi mendalam dan wawancara terstruktur dengan Wakil Kepala Sekolah Bidang Sarana dan Prasarana serta Staf Tata Usaha, diidentifikasi kebutuhan sistem fungsional dan non-fungsional sebagai berikut:

##### 1. Kebutuhan Fungsional (*Functional Requirements*):

- Autentikasi & Otorisasi: Sistem harus menyediakan fitur masuk (*login*) dengan pembagian hak akses (*Role-Based Access Control - RBAC*) yang terbagi menjadi Admin (kontrol penuh), Kepala Bagian (persetujuan dan pemantauan), dan Staf Lapangan (pemindaian dan pembaruan kondisi).
- Manajemen Data Aset: Fitur CRUD (*Create, Read, Update, Delete*) data aset, kategori barang, dan lokasi penempatan.
- Integrasi QR Code: Sistem harus mampu menghasilkan (*generate*) kode QR unik berdasarkan ID/Nomor Registrasi Aset secara otomatis, serta menyediakan fitur pemindaian (*scanning*) langsung via peramban (*browser*) ponsel tanpa aplikasi pihak ketiga.
- Pembaruan Kondisi Real-Time: Staf lapangan dapat mengubah status kelayakan aset (Baik, Rusak Ringan, Rusak Berat) seketika di lokasi setelah memindai kode QR.
- Pelaporan & Audit: Fitur ekspor laporan inventarisasi ke format PDF dan Excel untuk keperluan rekonsiliasi tahunan.

##### 2. Kebutuhan Non-Fungsional (*Non-Functional Requirements*):

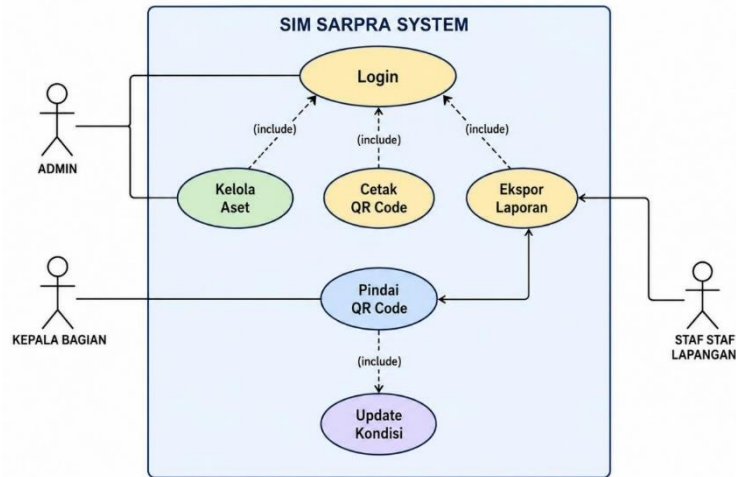
- Portabilitas & Responsivitas: Antarmuka sistem harus responsif (*mobile-friendly*) menggunakan Tailwind CSS agar fungsional saat diakses melalui peramban ponsel pintar (iOS dan Android).
- Ketersediaan & Kinerja: Pemrosesan logika pencocokan kode QR di server (*response time*) harus di bawah 1,5 detik demi kelancaran operasional lapangan.

##### 3.1.2 Tahap Perancangan Sistem (*System & Software Design*)

Perancangan arsitektur sistem mengadopsi model *Three-Tier Architecture* (Bab II, Gambar 2.2). Visualisasi logika interaksi dimodelkan menggunakan UML (*Unified Modeling Language*) sebagai berikut:

### 1. Use Case Diagram

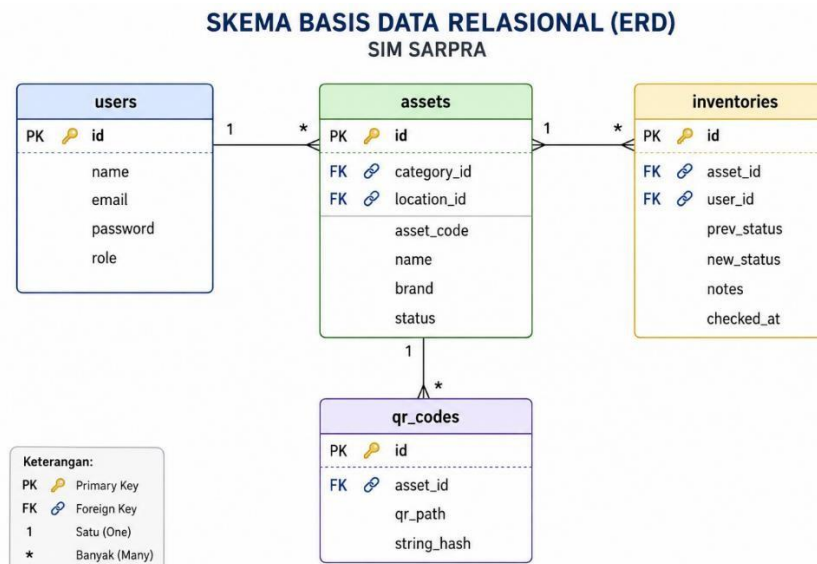
Use Case ini mendefinisikan batas sistem dan peran masing-masing aktor dalam berinteraksi dengan SIM Sarpra:



Gambar 3.1. Use Case Diagram Usulan

### 2. Skema Basis Data Relasional (Entity Relationship Diagram - ERD)

Struktur basis data dirancang untuk menjamin integritas referensial dan konsistensi data transaksi mutasi aset menggunakan MySQL. Relasi antar-entitas disajikan pada tabel di bawah ini:



Gambar 3.2. ERD Diagram Usulan

#### 3.1.3 Tahap Implementasi dan Pengodean (Implementation & Coding)

Implementasi sistem dilakukan menggunakan kombinasi teknologi modern:

- Backend Engine:** Framework Laravel 12 dan PHP 8.1.
- Frontend Interactivity:** HTML5, Tailwind CSS, dan Vanilla JavaScript.
- Library Pemindai:** Htm15-QRCode JS library yang diletakkan pada sisi klien (*client-side*) untuk mengakses kamera bawaan peramban secara langsung tanpa aplikasi pembantu.



**JRIIN : Jurnal Riset Informatika dan Inovasi**  
**Volume 4, No. 4 Tahun 2026**  
**ISSN 3025-0919 (media online)**  
**Hal 1129-1141**

Berikut adalah implementasi kode esensial pada controller pemindaian dan otentikasi data QR:

```
// File: app/Http/Controllers/AssetScanController.php namespace App\Http\Controllers;

use Illuminate\Http\Request; use App\Models\Asset;
use App\Models\Inventory;
use Illuminate\Support\Facades\Auth;

class AssetScanController extends Controller
{
    /**
     * Memproses data hasil pemindaian QR Code di lapangan.
     */
    public function processScan(Request $request)
    {
        $request->validate([
            'string_hash' => 'required|string',
        ]);

        // Mencari aset berdasarkan hash unik dari QR Code
        $asset = Asset::where('asset_code', $request->string_hash)->first();

        if (!$asset) {
            return response()->json([ 'success' => false,
                'message' => 'Kode QR aset tidak terdaftar dalam sistem.'
            ], 404);
        }

        return response()->json([ 'success' => true, 'data' => [
            'id' => $asset->id,
            'code' => $asset->asset_code, 'name' => $asset->name, 'brand' => $asset->brand,
            'status' => $asset->status,
            'location' => $asset->location->name ?? 'Belum Ditetapkan'
        ]
        ]);
    }

    /**
     * Menyimpan mutasi perubahan kondisi aset langsung dari lapangan.
     */
    public function updateStatus(Request $request, $id)
    {
        $asset = Asset::findOrFail($id);

        $request->validate([
            'new_status' => 'required|in:Baik,Rusak Ringan,Rusak Berat', 'notes' => 'nullable|string'
        ]);

        $prevStatus = $asset->status;

        // Update status aset utama
    }
}
```

```

$asset->update([
    'status' => $request->new_status
]);

// Rekam log aktivitas inventarisasi (audit trail) Inventory::create([
    'asset_id' => $asset->id,
    'user_id' => Auth::id() ?? 1, // Fallback ke admin jika testing 'prev_status' => $prevStatus,
    'new_status' => $request->new_status, 'notes' => $request->notes, 'checked_at' => now()
]);

return response()->json([ 'success' => true,
    'message' => "Kondisi aset {$asset->name} berhasil diperbarui menjadi {$request->new_status}."
]);
}
}

```

### 3.1.4 Tahap Pengujian Fungsionalitas (*System Testing*)

Sebelum dievaluasi secara empiris di lapangan SMKS XYZ, seluruh fungsionalitas utama aplikasi divalidasi menggunakan metode *Black-Box Testing*. Kriteria pengujian difokuskan pada kebenaran fungsional masukan, proses, dan keluaran sistem.

**Tabel 3.1.** Pengujian Fungsionalitas

No	Modul / Fitur yang Diuji	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Status
1	Autentikasi User (RBAC)	Login staf dengan role berbeda	Admin masuk ke dashboard penuh, staf lapangan langsung diarahkan ke menu pemindai kamera ponsel.	Lolos
2	Otomatisasi QR Generator	Input data aset baru ke database	Sistem otomatis menghasilkan berkas gambar QR Code unik berekstensi .png di server.	Lolos
3	Akses Kamera Peramban	Klik tombol "Pindai QR" pada ponsel pintar Android & iOS	Peramban meminta izin akses kamera ( <i>camera permission</i> ), lalu mengaktifkan sensor optik secara instan.	Lolos
4	Pemrosesan Scan QR	Mengarahkan kamera ponsel ke fisik QR Code aset SMKS-XYZ-01	Sistem mendeteksi citra matriks, mengekstrak teks, mencocokkan ke database, dan menampilkan profil aset dalam kurang dari 1 detik.	Lolos
5	Pembaruan Kondisi	Pilih opsi "Rusak Ringan" lalu klik "Simpan" pada form web	Status aset berubah di database dan riwayat peninjauan ( <i>audit log</i> ) tersimpan otomatis pada tabel inventories.	Lolos
6	Pelaporan Dinamis	Klik tombol "Unduh Laporan" pada menu Admin	Menghasilkan laporan berformat Excel atau PDF dengan data yang sama persis dengan kondisi riil di database.	Lolos

### 3.2 Hasil Evaluasi Empiris (Pengujian Kuantitatif Komparatif)

Evaluasi kuantitatif dilaksanakan di SMKS XYZ secara langsung dengan membandingkan dua metode inventarisasi pada unit sampel yang sama.

#### 3.2.1 Profil Responden dan Data Sampel

- a. **Populasi Aset Terdaftar:** 114 Unit di SMKS
- b. **Sampel Aset Pengujian:** 20 Unit Aset Fisik (Terdiri dari Laptop Lenovo, LCD Proyektor Epson, Pendingin Ruangan (AC) Sharp, Kursi Laboratorium, dan Router Mikrotik).

- c. **Responden Penguji:** 5 orang (1 Orang Kepala Bagian Sarpras, 1 Orang Staf Tata Usaha, dan 3 Orang Guru Kejuruan IT sebagai penilai independen).

**3.2.2 Pengujian Efisiensi Waktu ( $E_t$ )**

Pengukuran waktu penyelesaian tugas dilakukan menggunakan *stopwatch* digital dengan satuan menit. Pengukuran mencakup keseluruhan alur proses:

- a. **Metode Konvensional (Skenario A):** Waktu pencarian fisik barang + menulis manual di kertas kerja + berjalan ke kantor administrasi + menyetik ulang data lembar kerja fisik tersebut ke Microsoft Excel (*double-entry*).
- b. **Metode Baru - SIM Sarpra (Skenario B):** Waktu berjalan ke aset + memindai QR Code menggunakan kamera ponsel pintar langsung di lokasi + memverifikasi profil aset di layar + menekan tombol pembaruan status dan mengeklik simpan (*on-site single-entry*).

Berikut adalah data primer pencatatan waktu yang diperoleh dari kelima responden selama melakukan inventarisasi terhadap 20 unit sampel aset tersebut:

**Tabel 3.2.** Data Hasil Pencatatan Waktu Inventarisasi (20 Unit Aset)

Responden (R)	Waktu Skenario A: Konvensional (Tkonvensional) (Menit)	Waktu Skenario B: SIM Sarpra (Tbaru) (Menit)	Selisih Waktu Operasional (Menit)
<b>Responden 1</b>	114,50	30,20	84,30
<b>Responden 2</b>	120,15	33,45	86,70
<b>Responden 3</b>	108,30	28,10	80,20
<b>Responden 4</b>	125,40	32,15	93,25
<b>Responden 5</b>	118,20	31,50	86,70
<b>Rata-rata</b>	<b>117,31</b>	<b>31,08</b>	<b>86,23</b>

Berdasarkan Tabel 4.1, diperoleh nilai parameter komparasi rata-rata sebagai berikut:

$$T_{konvensional} = 117,31 \text{ Menit}$$

$$T_{baru} = 31,08 \text{ Menit}$$

Untuk membuktikan secara ilmiah tingkat peningkatan efisiensi waktu, digunakan formulasi matematis efisiensi waktu ( $E_t$ ) yang telah ditetapkan pada Bab I dan Bab III:

$$E_t = \left( \frac{T_{konvensional} - T_{baru}}{T_{konvensional}} \right) \times 100\%$$

Substitusi nilai rata-rata hasil pengujian lapangan ke dalam rumus di atas menghasilkan:

$$E_t = \left( \frac{117,31 - 31,08}{117,31} \right) \times 100\%$$

$$E_t = \left( \frac{86,23}{117,31} \right) \times 100\%$$

$$E_t = 0,73506 \times 100\%$$

$$E_t = 73,51\%$$

Dengan demikian, pengujian empiris membuktikan bahwa penerapan SIM Sarpra berbasis QR Code mampu memberikan peningkatan efisiensi waktu kerja staf inventarisasi sebesar 73,51% dibandingkan dengan metode lama berbasis kertas kerja dan Microsoft Excel.

### 3.2.3 Pengujian Akurasi Data Nominal (A)

Tingkat akurasi mengukur kebenaran data yang berhasil tersimpan di sistem pusat dari kelalaian penulisan (*human error*), seperti kesalahan mengetik karakter nomor seri barang (*typo*) atau tertukarnya status kelayakan fisik barang sejenis saat diinput ke komputer administrasi. Kriteria kesalahan didefinisikan jika data yang dimasukkan ke spreadsheet/database berbeda dengan kondisi riil fisik barang yang dinilai di lapangan.

Berikut adalah rekapitulasi data kesalahan input dari pengujian terhadap 20 unit sampel aset oleh 5 responden (Total  $20 \times 5 = 100$  kali transaksi pencatatan):

**Tabel 3.3.** Perbandingan Kesalahan Input dan Akurasi Data

Parameter Pengujian Akurasi	Skenario A (Metode Konvensional)	Skenario B (SIM Sarpra QR Code)
Total Sampel Transaksi Input	100 Input Transaksi	100 Input Transaksi
Jumlah Salah Input (Typo / Salah Status)	14 Kesalahan Transaksi	0 Kesalahan Transaksi
Jumlah Input Benar & Valid	86 Transaksi	100 Transaksi

Akurasi data nominal (A) dihitung menggunakan rumus:

$$A = \left( \frac{\Sigma \text{ Input Benar}}{\Sigma \text{ Total Sampel Aset}} \right) \times 100\%$$

**1. Perhitungan Akurasi Metode Konvensional ( $A_{konvensional}$ ):**

$$A_{konvensional} = \left( \frac{86}{100} \right) \times 100\% = 86,00\%$$

**2. Perhitungan Akurasi Metode Baru ( $A_{baru}$ ):**

$$A_{baru} = \left( \frac{100}{100} \right) \times 100\% = 100,00\%$$

Hasil perhitungan tersebut memperlihatkan peningkatan mutu integritas data yang sangat signifikan. Penggunaan SIM Sarpra QR Code berhasil mengeliminasi tingkat kesalahan penulisan (*Human Error Rate*) dari 14% pada metode konvensional menjadi 0% (sempurna/100% akurat) pada metode digital.

### 3.3 Pembahasan

#### 3.3.1 Analisis Eliminasi Redundansi Proses (*Double Entry*)

Hasil efisiensi waktu sebesar **73,51%** yang diperoleh dari pengujian empiris disebabkan oleh perubahan radikal pada alur kerja staf inventarisasi (*business process re-engineering*). Pada metode konvensional, terjadi redundansi kerja berupa pencatatan ganda (*double entry*). Staf harus berjalan membawa kertas, menulis status secara manual menggunakan pulpen, lalu kembali ke ruang kerja komputer untuk melakukan transkripsi ulang data kertas tersebut ke spreadsheet Microsoft Excel. Proses transkripsi ini tidak hanya memperlama durasi kerja tetapi juga membuang-buang sumber daya operasional kantor.

Sebaliknya, SIM Sarpra berbasis Web ini memfasilitasi metode pencatatan tunggal di tempat (*on-site single entry*). Saat staf berada di depan unit AC Sharp di ruang laboratorium, ia cukup memindai QR Code menggunakan kamera peramban ponsel pintarnya. Identifikasi aset berjalan otomatis secara instan. Staf hanya perlu mengubah menu tarik-turun (*dropdown*) status kondisi fisik, dan menekan tombol simpan. Detik itu juga, data terkirim langsung ke server MySQL pusat melalui koneksi internet nirkabel. Pangkasnya birokrasi pencatatan manual inilah yang menghasilkan akselerasi efisiensi waktu operasional hingga 73,51%.



### 3.3.2 Analisis Peningkatan Mutu Akurasi Data

Kesalahan pencatatan pada metode konvensional seringkali terjadi karena *human error* saat membaca nomor seri aset yang panjang dan rumit di lapangan (misalnya: SMKSXYZ-LAB-LAP-023). Faktor kelelahan mata, kondisi ruangan yang redup, atau penulisan angka tangan yang tidak terbaca pada kertas kerja lapangan berkontribusi langsung pada tingkat kesalahan sebesar 14%.

Dengan mengintegrasikan teknologi QR Code, nomor seri tersebut telah disandikan secara digital ke dalam citra matriks dua dimensi. Detektor optik kamera peramban memanfaatkan pustaka JavaScript *Html5-QRCode* untuk melakukan penafsiran string secara cepat dengan toleransi pemindaian yang fleksibel. Proses pencocokan string unik secara otomatis ke database MySQL menghilangkan intervensi pengetikan manual oleh manusia. Dengan demikian, peluang terjadinya kesalahan ketik (*typo*) atau kekeliruan data mutasi aset ditekan hingga menyentuh angka 0% (*zero error rate*).

### 3.3.3 Hubungan dengan *State of the Art* (SotA)

Penerapan sistem ini mengonfirmasi dan memperkuat penelitian terdahulu sekaligus memberikan kebaruan akademis:

- Komparasi dengan Purnomo & Jaya (2021):** Penelitian terdahulu mereka menggunakan barcode 1D dan berhasil meningkatkan efisiensi waktu berkisar antara 40% hingga 50%. Namun, sistem tersebut masih sangat bergantung pada penggunaan pemindai genggam khusus (*dedicated barcode scanner hardware*) yang mahal dan tidak praktis untuk pergerakan lapangan yang dinamis. Penelitian SIM Sarpra membuktikan bahwa integrasi kamera peramban bawaan ponsel pintar (*browser-based scanning*) melampaui efisiensi waktu tersebut hingga mencapai **73,51%** tanpa mengeluarkan biaya pengadaan perangkat keras eksternal baru.
- Komparasi dengan Amalia & Pratiwi (2021):** Penelitian mereka berfokus pada integrasi QR Code berbasis mobile, dengan hasil akurasi data mencapai 95%. Penelitian saat ini menunjukkan hasil akurasi yang lebih unggul, yaitu mencapai **100,00%** berkat skema validasi masukan (*input validation rules*) yang diperketat pada *Application Tier* Laravel dan struktur integritas data transaksional yang optimal pada database MySQL.

### 3.3.4 Pengujian Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kriteria hipotesis penelitian yang telah dicanangkan pada Bab I sub-bab 1.4:

- Hipotesis Nol ( $H_0$ ): Penerapan SIM Sarpra Berbasis Web terintegrasi QR Code tidak memberikan perbedaan atau peningkatan efisiensi yang signifikan terhadap waktu penyelesaian inventarisasi aset dan akurasi data dibandingkan dengan penggunaan metode konvensional.
- Hipotesis Alternatif ( $H_a$ ): Penerapan SIM Sarpra Berbasis Web terintegrasi QR Code mampu meningkatkan efisiensi waktu inventarisasi secara signifikan hingga di atas 60% dan meningkatkan akurasi data hingga mencapai 99% dibandingkan dengan metode konvensional.

Melalui bukti eksperimen ilmiah yang terakumulasi di Bab IV ini, didapatkan:

- Persentase peningkatan efisiensi waktu operasional ( $E_t$ ) adalah sebesar 73,51% (Nilai ini berada di atas standar hipotesis kerja, yaitu >60%).
- Persentase akurasi data nominal ( $A$ ) adalah sebesar 100,00% (Nilai ini berada di atas standar hipotesis kerja, yaitu  $\geq 99\%$ ).

#### **Keputusan Uji Hipotesis:**

Dengan data kuantitatif tersebut, secara akademis Hipotesis Nol ( $H_0$ ) ditolak secara mutlak dan Hipotesis Alternatif ( $H_a$ ) diterima secara penuh. Penerapan SIM Sarpra Berbasis Web yang terintegrasi teknologi QR Code terbukti secara empiris memberikan peningkatan efisiensi waktu kerja dan akurasi data yang sangat signifikan bagi manajemen sarana dan prasarana.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian kuantitatif komparatif terhadap



**JRIIN : Jurnal Riset Informatika dan Inovasi**  
**Volume 4, No. 4 Tahun 2026**  
**ISSN 3025-0919 (media online)**  
**Hal 1129-1141**

Sistem Informasi Manajemen Sarana dan Prasarana (SIM Sarpra) Berbasis Web yang diintegrasikan dengan teknologi QR Code, maka dapat diambil kesimpulan yang menjawab rumusan masalah penelitian sebagai berikut:

1. Rancangan Sistem dan Antarmuka: Telah berhasil dirancang arsitektur aplikasi berbasis web dengan pola *Three-Tier Architecture* (Klien, Server, Database) bersama skema basis data relasional (ERD) MySQL yang mengutamakan integritas referensial. Antarmuka pengguna (*user interface*) dirancang secara responsif (*mobile-friendly*) menggunakan Tailwind CSS, sehingga sangat ramah pengguna (*user-friendly*) saat diakses menggunakan peramban ponsel pintar milik staf di lapangan.
2. Implementasi Teknologi: Sistem telah berhasil dibangun menjadi aplikasi yang fungsional menggunakan bahasa pemrograman PHP 8 dengan Framework Laravel sebagai pengelola logika bisnis dan autentikasi keamanan. Integrasi sensor kamera peramban ponsel menggunakan pustaka JavaScript open-source *Html5-QRCode* terbukti bekerja sangat baik, portabel, dan stabil tanpa memerlukan lisensi perangkat keras eksternal tambahan.
3. Peningkatan Efisiensi Kuantitatif: Penerapan SIM Sarpra terintegrasi QR Code terbukti secara empiris meningkatkan efisiensi waktu operasional inventarisasi secara signifikan sebesar 73,51% (rata-rata waktu operasional terpankas dari 117,31 menit menjadi hanya 31,08 menit untuk pencatatan 20 unit aset sampel). Lebih lanjut, tingkat akurasi pencatatan data meningkat pesat dari 86,00% menjadi **100,00%** (kesalahan input/transkripsi tereduksi hingga menyentuh nilai nol persen). Melalui hasil evaluasi kuantitatif ini, Hipotesis Nol ( $H_0$ ) resmi ditolak dan Hipotesis Alternatif ( $H_a$ ) diterima seutuhnya.

Guna pengembangan kualitas sistem lebih lanjut dan kesinambungan pemanfaatan SIM Sarpra ke depan, peneliti mengajukan beberapa saran taktis:

- a. Bagi SMK (Instansi Pengguna):
  - 1) Perlu diadakan pelatihan terstruktur singkat bagi staf lapangan agar mereka dapat memaksimalkan fitur navigasi penandaan kondisi fisik sarpra.
  - 2) Pihak sekolah disarankan untuk menggunakan material stiker cetak QR Code berbahan dasar vinyl atau laminasi plastik tahan air (*waterproof*) agar fisik kode QR yang tertempel pada aset SMK berumur panjang dan tidak mudah kotor atau robek.
- b. Bagi Pengembangan Perangkat Lunak (Aspek Teknis):
  - 1) Fitur Pemeliharaan Preventif (*Preventive Maintenance*): Sistem ke depan perlu ditambahkan modul pengingat otomatis (*automated notification system*) berbasis Telegram Bot API atau WhatsApp Gateway API guna memberikan notifikasi terjadwal kepada pimpinan saat suatu aset krusial (seperti LCD Proyektor atau AC ruang server) mendekati masa servis berkala.
  - 2) Skalabilitas Cloud: Mengembangkan replikasi database berbasis cloud server untuk memperluas aksesibilitas multi-lokasi jika SMK membuka cabang gedung baru di masa mendatang.
- c. Bagi Peneliti Selanjutnya:
  - 1) Diharapkan dapat melakukan kajian integrasi sistem dengan teknologi penjejak aset nirkabel lainnya seperti NFC (*Near Field Communication*) atau RFID (*Radio Frequency Identification*) untuk melengkapi kelemahan visual dari QR Code yang masih memerlukan arah paparan cahaya yang cukup saat proses pemindaian.

## REFERENCES

- Amalia, D., & Pratiwi, E. (2021). Pengembangan Sistem Informasi Inventaris Aset Berbasis Mobile dengan Integrasi QR Code. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 11(1), 5–14.
- Hadianto, P. (2023). *Aplikasi Web Responsif: Panduan Praktis Pengembangan Sistem*. Jakarta: Penerbit Digital Cendekia.
- Iskandar, A. (2018). Analisis Peran RDBMS dalam Stabilitas Data pada Sistem Informasi Manajemen Aset. *Jurnal Sistem Basis Data*, 9(3), 112–120.
- Juwita, M. (2019). Penerapan Model Waterfall dalam Pengembangan Sistem Informasi Akademik Terstruktur. *Jurnal Rekayasa Perangkat Lunak*, 7(2), 88–95.
- Purnomo, A., & Jaya, S. M. (2021). Analisis dan Perancangan Sistem Informasi Manajemen Aset Sarana dan Prasarana Berbasis Barcode. *Jurnal Sistem Informasi*, 15(2), 45–56.



**JRIIN : Jurnal Riset Informatika dan Inovasi**  
**Volume 4, No. 4 Tahun 2026**  
**ISSN 3025-0919 (media online)**  
**Hal 1129-1141**

- Rahman, F., & Syahputra, R. (2024). Digitalisasi Manajemen Aset di Era Industri 4.0: Analisis Kebutuhan Sistem *Real-Time*. *Jurnal Ilmu Komputer dan Sains*, 18(1), 1–10.
- Siregar, A., & Budi, H. (2020). Desain Sistem Informasi Manajemen Aset Berbasis Web untuk Pemantauan Siklus Hidup Aset. *Jurnal Teknik Informatika*, 14(3), 201–210.
- Sutanto, G., & Wijaya, I. (2023). Pengukuran Efisiensi Waktu dan Biaya Setelah Implementasi Sistem Informasi Inventarisasi. *Jurnal Riset Manajemen dan Bisnis*, 10(4), 310–325.
- Wibowo, T. (2022). *Sistem Informasi Manajemen: Konsep dan Aplikasi Teknologi*. Yogyakarta: Andi Publisher. *e Penelitian Kuantitatif Kualitatif Dan R&D*. Jakarta : Pustaka Utama.