

Klik disini untuk menuliskan kategori naskah

Rancang Bangun Sistem Digitalisasi Aset Instansi Pemerintah Berbasis QR Code dan Geolocation Tracking

Muhammad Taufiqul Hakim¹, Azriel Taqwallah Rangkuti², Abdul Halim Hasugian³

¹ Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan, Medan, Indonesia

² Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan, Medan, Indonesia

³ Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan, Medan,

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 00 Januari 00

Revisi Akhir: 00 Februari 00

Diterbitkan Online: 00 Maret 00

KATA KUNCI

Aplikasi Mobile; Manajemen Aset; Pencatatan Lokasi Berbasis Geolocation; QR Code; Role-Based Access Control

KORESPONDENSI

Phone: 082164948722

E-mail: m.taufiqul.hakim56@gmail.com

A B S T R A K

Pengelolaan aset pada instansi pemerintah umumnya masih dilakukan secara manual menggunakan pencatatan buku atau lembar kerja elektronik, sehingga rawan terhadap duplikasi data, kehilangan riwayat perpindahan aset, dan lambannya proses verifikasi kondisi barang. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem digitalisasi aset berbasis QR Code dan pencatatan lokasi berbasis geolocation pada instansi pemerintah, dengan studi kasus Balai Besar Pelatihan Sumber Daya Manusia Komunikasi dan Digital (BBLSDM Komdigi) Medan. Sistem dikembangkan menggunakan metode Prototyping, dengan backend berbasis Laravel dan Flutter sebagai antarmuka aplikasi mobile serta lintas platform. Sistem menerapkan Role-Based Access Control (RBAC) yang membagi hak akses menjadi tiga peran, yaitu admin, petugas, dan divisi, disertai alur persetujuan berjenjang untuk perubahan data foto aset. Setiap aset diberi label QR Code unik yang dapat dipindai untuk mencatat log pemindaian beserta koordinat lokasi menggunakan layanan geolocation perangkat, sehingga riwayat perpindahan dan lokasi terkini aset dapat direkap secara otomatis per periode. Pengujian fungsional dilakukan menggunakan metode black box testing terhadap sepuluh skenario penggunaan pada seluruh peran, dengan seluruh skenario dinyatakan berhasil, termasuk validasi pembatasan akses divisi yang diuji baik pada sisi antarmuka maupun langsung pada sisi application programming interface (API). Evaluasi penerimaan pengguna menggunakan instrumen System Usability Scale (SUS) direncanakan sebagai tahap pengujian lanjutan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa integrasi QR Code, pencatatan lokasi berbasis geolocation, dan RBAC tiga peran dapat menjadi solusi yang efisien dan transparan dalam mendukung tata kelola aset instansi pemerintah secara digital.

PENDAHULUAN

Pengelolaan aset merupakan salah satu aspek penting dalam mendukung kelancaran operasional instansi pemerintah, baik dari sisi pencatatan, pemeliharaan, maupun pertanggungjawaban Barang Milik Negara. Pada sebagian besar instansi, proses inventarisasi aset masih dilakukan secara manual melalui pembukuan atau lembar kerja elektronik yang terpisah dari lokasi fisik aset, sehingga menyulitkan proses pelacakan riwayat perpindahan maupun verifikasi keberadaan aset secara berkala [1], [2]. Kondisi tersebut berpotensi menimbulkan duplikasi data, kehilangan aset yang tidak terdeteksi, serta lambatnya proses audit tahunan.

Sejumlah penelitian telah mengusulkan pemanfaatan teknologi QR Code sebagai solusi identifikasi unik aset yang mempercepat proses pencatatan dan verifikasi fisik barang [3], [4]. Penerapan QR Code terbukti mampu meningkatkan akurasi pencatatan serta mempermudah proses audit dibandingkan metode manual berbasis nomor inventaris

konvensional [5]. Namun, sebagian besar sistem yang telah dikembangkan masih berfokus pada pencatatan atribut aset dan belum mengintegrasikan pencatatan lokasi aset berbasis geolocation, sehingga proses pencatatan perpindahan aset antar ruangan atau unit kerja tetap dilakukan secara manual.

Di sisi lain, pemanfaatan teknologi geolocation pada aplikasi berbasis mobile telah banyak digunakan untuk keperluan pencatatan lokasi berdasarkan hasil pemindaian, seperti pada sistem presensi maupun pengawasan aset berbasis GIS [6], [7], [8], [9]. Selain itu, penerapan Role-Based Access Control (RBAC) juga terbukti efektif dalam membatasi hak akses pengguna sesuai peran masing-masing sehingga keamanan dan integritas data lebih terjaga [10], [11], [12]. Meskipun demikian, kombinasi antara QR Code, pencatatan lokasi berbasis geolocation, dan RBAC multi-peran dalam satu sistem manajemen aset instansi pemerintah masih jarang dibahas secara terintegrasi, khususnya pada studi kasus yang melibatkan alur persetujuan berjenjang antar peran pengguna.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem digitalisasi aset berbasis QR Code dan pencatatan lokasi berbasis geolocation pada Balai Besar Pelatihan Sumber Daya Manusia Komunikasi dan Digital (BBLSDM Komdigi) Medan. Kontribusi penelitian ini terletak pada integrasi tiga aspek dalam satu sistem, yaitu identifikasi aset menggunakan QR Code, pencatatan lokasi dan riwayat mutasi aset menggunakan geolocation, serta pembagian hak akses tiga peran (Admin, Petugas, dan Divisi) yang dilengkapi alur persetujuan berjenjang untuk menjaga validitas perubahan data aset.

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian Terkait Manajemen Aset Berbasis QR Code

Beberapa penelitian terdahulu telah membahas penerapan QR Code dalam manajemen aset pada berbagai instansi. Stevent dan Johan [1] merancang sistem manajemen aset sekolah berbasis QR Code dan *website* menggunakan pendekatan *Extreme Programming*, dan menunjukkan bahwa pelabelan QR Code secara signifikan mempermudah proses identifikasi dan peminjaman aset dibandingkan metode manual. Ardhana dkk. [2] mengembangkan sistem informasi manajemen aset berbasis *web* dengan integrasi QR Code untuk Kantor Kelurahan Buaran menggunakan metode SDLC Waterfall, yang mencakup pendataan aset, labelisasi QR Code otomatis, serta pelaporan status aset, sehingga membantu pihak kelurahan mempercepat proses audit dan mengurangi risiko data ganda. Thohari dkk. [3] merancang sistem pengelolaan Barang Milik Negara berbasis QR Code yang memudahkan proses inventarisasi tahunan. Dwiputri [4] menerapkan teknik pelabelan QR Code pada sistem informasi aset perusahaan dan menunjukkan peningkatan akurasi pencatatan dibandingkan sistem sebelumnya. Sementara itu, Sakinah dkk. [5] menguji aplikasi manajemen aset menggunakan *black box testing* dengan teknik *boundary value analysis* dan *equivalence partitioning*, dengan hasil 226 dari 227 skenario pengujian berjalan sesuai harapan (tingkat keberhasilan 99%), yang menegaskan pentingnya pengujian fungsional menyeluruh sebelum sistem manajemen aset diimplementasikan secara luas.

Geolocation dan Pencatatan Lokasi Aset

Penelitian mengenai pemantauan lokasi berbasis teknologi *mobile* juga banyak dikembangkan untuk mendukung pengawasan aset maupun sumber daya manusia. Studi mengenai aplikasi pemantauan berbasis lokasi dengan metode *geofencing* menunjukkan bahwa teknologi ini mampu mengatasi kendala pengawasan aset secara jarak jauh, terutama pada kondisi ketika petugas tidak dapat melakukan patroli fisik secara rutin [6]. Penelitian lain mengintegrasikan Sistem Informasi Geografis (GIS) berbasis *web* ke dalam manajemen aset kelistrikan dan berhasil mempermudah proses pemantauan serta pengambilan keputusan berbasis lokasi dengan tingkat keberhasilan pengujian mencapai 100% [7]. Pada sisi pengembangan aplikasi *mobile*, *framework* Flutter dengan pustaka *geolocator* banyak digunakan karena kemampuannya mengakses data lokasi perangkat saat dibutuhkan untuk berbagai kebutuhan, termasuk pencatatan posisi pengguna maupun objek [8]. Kartika dan Priyawati [9] turut membuktikan bahwa integrasi QR Code dan verifikasi lokasi berbasis GPS pada aplikasi Flutter dapat berjalan stabil dengan hasil pengujian *black box testing* yang seluruhnya berhasil dan skor *usability* pada kategori baik.

Role-Based Access Control (RBAC) pada Sistem Informasi

RBAC merupakan pendekatan yang banyak digunakan untuk mengatur hak akses pengguna berdasarkan peran yang dimiliki dalam suatu sistem. Yuricha dan Phan [10] menerapkan RBAC pada sistem *supply chain* management berbasis *cloud* menggunakan *framework* Laravel dan menunjukkan bahwa pembagian peran secara eksplisit mampu mencegah akses tidak sah terhadap data sensitif. Sahyudi dan Susanto [11] menganalisis penerapan RBAC pada sistem *Enterprise Resource Planning* dan menyimpulkan bahwa RBAC efektif meningkatkan keamanan data pada sistem berbasis *cloud* maupun multi-domain. Purba [12] menerapkan RBAC pada sistem informasi manajemen stok obat menggunakan Laravel dan paket *Spatie Permission*, dengan hasil pengujian *black box testing* mencapai tingkat keberhasilan 100% serta skor *System Usability Scale* pada kategori baik. Ketiga penelitian tersebut menunjukkan bahwa RBAC dapat diadaptasi pada berbagai domain sistem informasi, termasuk sistem manajemen aset dengan kebutuhan peran yang lebih kompleks seperti pada penelitian ini.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode pengembangan perangkat lunak *Prototyping*. Metode ini dipilih karena kebutuhan sistem manajemen aset melibatkan tiga peran pengguna dengan alur kerja yang berbeda (admin, petugas, dan divisi), sehingga diperlukan proses evaluasi dan penyempurnaan kebutuhan secara bertahap bersama calon pengguna sebelum sistem diimplementasikan secara penuh. Pendekatan iteratif pada metode *Prototyping* memungkinkan tim pengembang untuk menyesuaikan alur persetujuan, hak akses, dan tampilan antarmuka berdasarkan masukan pengguna pada setiap iterasi, sehingga risiko ketidaksesuaian sistem dengan kebutuhan pengguna akhir dapat diminimalkan.

Tahapan Penelitian

1. Pengumpulan Kebutuhan: wawancara dengan pihak BBLSDM Komdigi Medan mengenai alur pengelolaan aset, kebutuhan tiga peran pengguna, dan permasalahan pada pencatatan manual yang berjalan saat ini.
2. Perancangan Prototipe: merancang basis data (aset, kategori, ruangan, pegawai, log pemindaian, persetujuan divisi, dan lain-lain), arsitektur API RESTful menggunakan Laravel dan Sanctum, serta antarmuka mobile menggunakan Flutter dengan tiga titik masuk aplikasi (Admin, Petugas, dan Divisi).
3. Evaluasi Prototipe oleh Pengguna: prototipe awal diujicobakan kepada perwakilan setiap peran untuk memperoleh umpan balik terkait alur kerja, seperti kebutuhan persetujuan foto aset oleh admin dan rekap mutasi aset per ruangan untuk pengguna divisi.
4. Perbaikan dan Iterasi: hasil umpan balik digunakan untuk memperbaiki alur sistem, misalnya penyesuaian *middleware* otorisasi dan penambahan *endpoint* yang sebelumnya belum tersedia.
5. Implementasi dan Pengujian: sistem hasil iterasi final diimplementasikan secara utuh. Sistem kemudian diuji menggunakan *black box testing*, sedangkan evaluasi usability direncanakan sebagai tahap pengujian lanjutan.

Arsitektur dan Teknologi Sistem

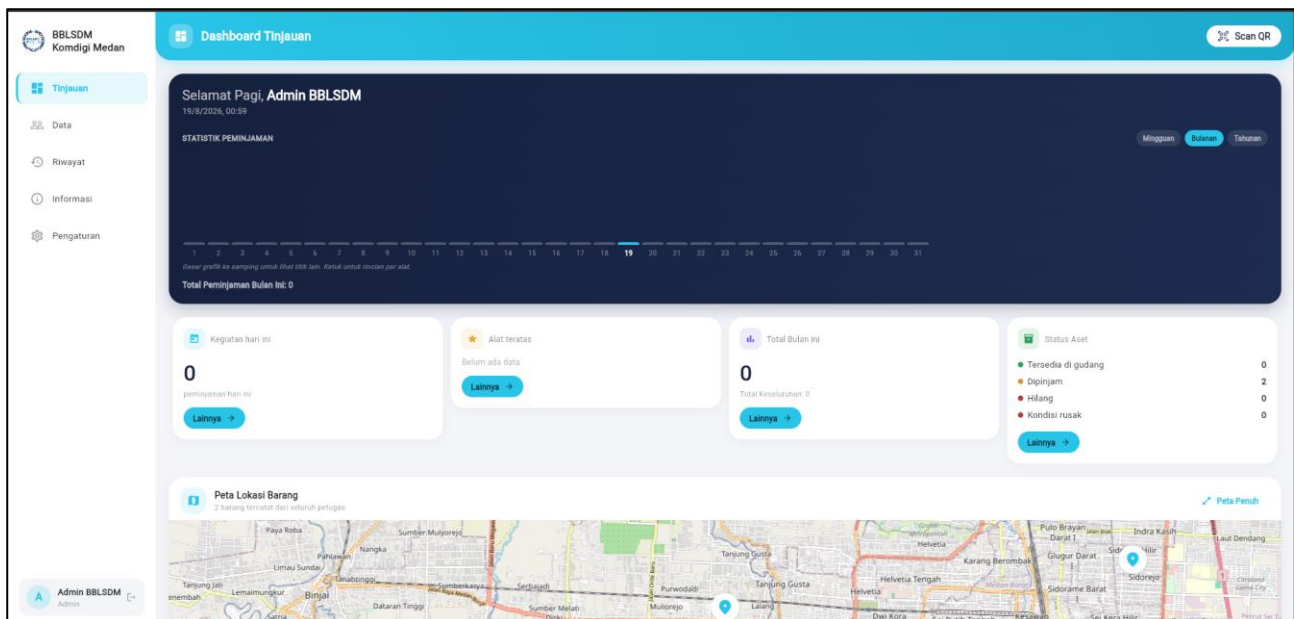
Sistem dibangun dengan arsitektur client-server. Sisi backend menggunakan framework Laravel dengan Laravel Sanctum untuk autentikasi berbasis token, serta pustaka `simplesoftwareio/simple-qr-code` untuk menghasilkan QR Code unik pada setiap aset dan `barryvdh/laravel-dompdf` untuk kebutuhan ekspor laporan dalam format PDF. Sisi frontend dikembangkan menggunakan Flutter agar dapat berjalan pada platform Android maupun web dari satu basis kode, dengan pustaka `geolocator` untuk pengambilan koordinat lokasi perangkat serta `flutter_map` untuk visualisasi peta sebaran aset. Basis data relasional MySQL digunakan untuk menyimpan data aset, kategori, ruangan, pegawai, log pemindaian, dan riwayat persetujuan perubahan data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Arsitektur dan Fitur Sistem

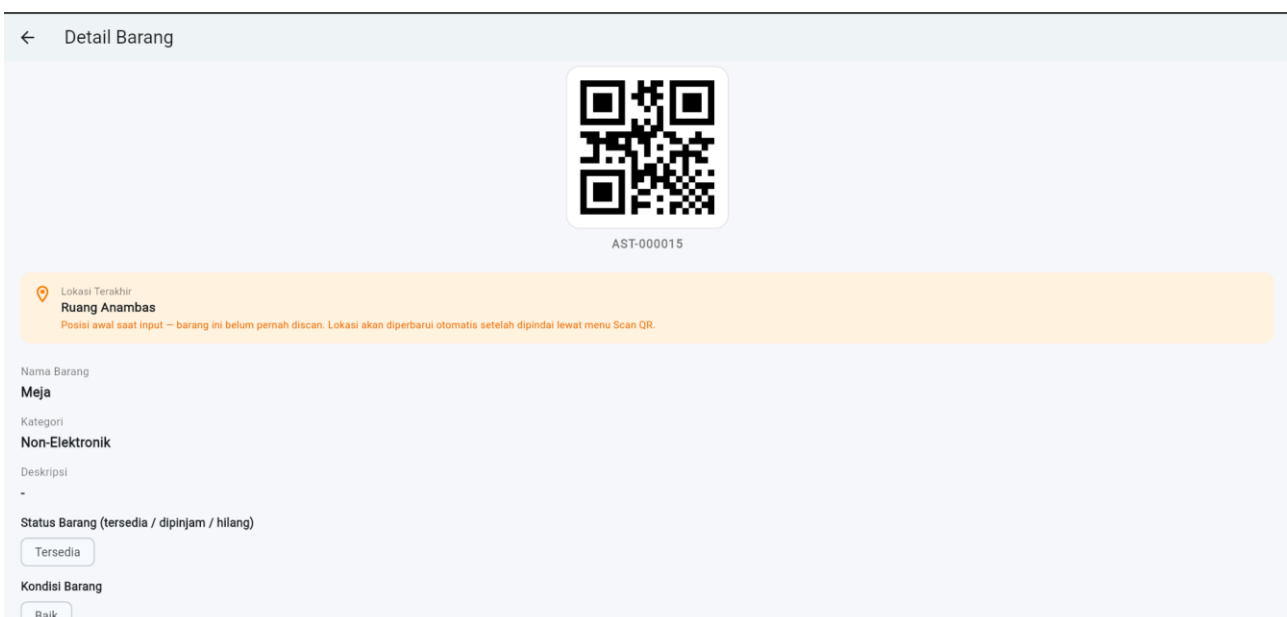
Sistem digitalisasi aset yang dirancang terdiri atas dua komponen utama, yaitu aplikasi *backend* berbasis Laravel yang menyediakan layanan API, dan aplikasi *mobile* berbasis Flutter yang digunakan oleh pengguna di lapangan. Basis data sistem mencakup sembilan entitas utama, yaitu data aset, kategori aset, ruangan, pegawai, pengaturan sistem, *log* perubahan aset, *log* pemindaian QR Code beserta koordinat lokasi, data persetujuan divisi, dan data pengguna. Setiap aset yang terdaftar diberikan QR Code unik yang dapat dicetak dan ditempelkan pada fisik barang. QR Code tersebut menyimpan referensi identitas aset yang dapat dipindai menggunakan kamera perangkat *mobile* untuk menampilkan detail aset maupun mencatat *log* pemindaian baru.

Fitur utama sistem meliputi: (1) manajemen data aset, mencakup tambah, ubah, hapus, dan pemulihan data terhapus; (2) pencetakan QR Code untuk aset dan ruangan; (3) pemindaian QR Code disertai pencatatan koordinat lokasi menggunakan layanan *geolocation* perangkat; (4) manajemen data master berupa kategori, ruangan, dan pegawai; (5) pengajuan dan persetujuan perubahan foto aset; (6) rekap mutasi lokasi aset per periode; (7) visualisasi sebaran lokasi aset pada peta digital; (8) statistik dan grafik jumlah aset tahunan; serta (9) ekspor laporan dalam format Excel dan PDF yang tersedia khusus untuk peran admin dan petugas.



Gambar 1. Tampilan dashboard sistem yang merepresentasikan arsitektur dan fitur utama

Perancangan basis data mengikuti pola normalisasi relasional, dengan tabel aset sebagai entitas inti yang berelasi dengan tabel kategori, ruangan, dan pegawai melalui *foreign key*, sementara *log* pemindaian dan *log* perubahan aset dirancang sebagai tabel riwayat (*history table*) yang bersifat *append-only*, artinya data baru selalu ditambahkan tanpa menimpa data lama. Pendekatan ini dipilih agar setiap perpindahan lokasi maupun perubahan data aset dapat ditelusuri secara kronologis, sesuai kebutuhan audit pada instansi pemerintah. Proses pembuatan QR Code dilakukan secara otomatis pada saat aset baru didaftarkan, dengan *payload* QR Code berupa kode referensi unik aset yang kemudian di-*resolve* oleh sistem menjadi detail aset saat dipindai, sehingga fisik label tidak perlu diganti meskipun atribut aset seperti nama atau kategori diperbarui di kemudian hari.



Gambar 2. Tampilan hasil QR Code yang digenerate sistem pada halaman detail aset

Alur Persetujuan dan Hak Akses

Sistem menerapkan *Role-Based Access Control* (RBAC) dengan tiga peran pengguna. Admin memiliki akses penuh terhadap seluruh modul, termasuk pengelolaan pengguna, persetujuan perubahan data, dan laporan rekap tahunan. Petugas dapat menambah dan mengubah data teks aset secara langsung, namun perubahan foto aset harus melalui pengajuan yang memerlukan persetujuan admin, sehingga riwayat perubahan visual aset tetap dapat ditelusuri. Divisi merupakan peran yang mewakili penanggung jawab ruangan tertentu, dengan hak akses terbatas pada ruangan yang menjadi tanggung jawabnya melalui relasi banyak ke banyak (*many-to-many*) antara pengguna divisi dan ruangan. Setiap pengguna divisi dapat melihat rekap mutasi aset, yaitu daftar aset yang masuk maupun keluar dari ruangnya dalam periode tertentu, berdasarkan perbandingan lokasi aset hasil pemindaian terakhir dengan lokasi pada

akhir periode sebelumnya. Berbeda dengan admin dan petugas yang dapat mengeksport laporan ke Excel/PDF, peran divisi hanya dapat memantau dan melihat status aset pada ruangan yang menjadi tanggung jawabnya tanpa hak ekspor laporan.

Pembatasan hak akses pada level admin diterapkan melalui *middleware* otorisasi eksplisit, sedangkan pembatasan akses untuk peran petugas dan divisi diterapkan melalui pemeriksaan kepemilikan data secara langsung di dalam logika masing-masing modul. Pendekatan ini konsisten dengan penelitian RBAC pada sistem berbasis Laravel yang menunjukkan bahwa pembagian peran secara eksplisit dapat meningkatkan keamanan serta mencegah akses tidak sah terhadap data yang bukan menjadi kewenangan pengguna [10], [11].

Setiap pengajuan perubahan foto aset yang diajukan oleh petugas tercatat sebagai satu baris data pada tabel riwayat perubahan, lengkap dengan status (menunggu, disetujui, atau ditolak) dan alasan penolakan apabila admin menolak pengajuan tersebut. Mekanisme ini memungkinkan admin maupun pihak yang berwenang menelusuri kembali siapa yang mengajukan perubahan, kapan diajukan, dan bagaimana keputusan admin terhadap pengajuan tersebut, sehingga transparansi proses perubahan data aset tetap terjaga. Pendekatan pemisahan wewenang seperti ini sejalan dengan prinsip pemisahan tugas yang umum diterapkan pada pengelolaan aset instansi pemerintah, di mana pihak yang mencatat data di lapangan tidak memiliki kewenangan penuh untuk mengesahkan perubahan data secara sepihak.

Implementasi Antarmuka Pengguna

Aplikasi *mobile* dikembangkan dengan tiga titik masuk (*entry point*) yang terpisah, yaitu antarmuka Admin, antarmuka Petugas, dan antarmuka Divisi yang menyesuaikan tampilan berdasarkan peran pengguna yang *login*. *Dashboard* admin menampilkan ringkasan jumlah aset, grafik statistik tahunan, serta daftar pengajuan perubahan foto yang menunggu persetujuan. *Dashboard* petugas berfokus pada aktivitas lapangan, seperti daftar aset yang dapat dipindai dan riwayat pengajuan yang telah diajukan beserta statusnya. *Dashboard* divisi dirancang lebih ringkas, hanya menampilkan status jumlah aset bertambah dan berkurang pada ruangan yang menjadi tanggung jawab pengguna, tanpa opsi pengelolaan data lain di luar kewenangannya. Sebelum mengakses portal, pengguna divisi diwajibkan menyetujui ketentuan penggunaan yang ditampilkan dalam bentuk halaman persetujuan disertai tanda tangan digital, yang tersimpan sebagai bukti bahwa pengguna telah memahami tanggung jawabnya sebelum menggunakan sistem. Perbedaan tampilan antar peran ini dirancang berdasarkan hasil evaluasi prototipe pada tahap pengumpulan kebutuhan, di mana masing-masing peran hanya memerlukan informasi yang relevan dengan tugasnya sehari-hari agar antarmuka tidak membingungkan pengguna dengan menu yang tidak dibutuhkan.

Hasil Pengujian Sistem

Pengujian fungsional sistem dilakukan menggunakan metode *black box testing*, yaitu pengujian yang berfokus pada kesesuaian keluaran sistem terhadap input yang diberikan tanpa memeriksa struktur kode program secara langsung. Pendekatan ini dipilih karena telah banyak digunakan pada penelitian sejenis dan terbukti efektif memvalidasi seluruh skenario fungsional sistem manajemen aset maupun sistem berbasis RBAC [5], [9], [12]. Pengujian dilakukan terhadap sepuluh skenario yang disusun berdasarkan fitur utama sistem pada masing-masing peran pengguna, dengan hasil sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Black Box

No	Peran	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Aktual	Status
1	Admin	Login menggunakan akun admin	Sistem berhasil autentikasi dan menampilkan <i>dashboard</i> admin dengan akses penuh	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil
2	Admin	Menyetujui pengajuan perubahan foto aset	Data foto aset diperbarui dan status pengajuan berubah menjadi disetujui	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil
3	Admin	Menolak pengajuan perubahan foto aset	Status pengajuan berubah menjadi ditolak dan data foto aset tidak berubah	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil
4	Admin	Membuat akun baru untuk petugas dan divisi	Akun petugas/divisi baru berhasil dibuat dan dapat digunakan untuk <i>login</i> sesuai	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil

			peran yang ditetapkan		
5	Petugas	Menambah data aset baru beserta QR Code	Data aset tersimpan dan QR Code unik berhasil dibuat	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil
6	Petugas	Memindai QR Code aset	Detail aset tampil dan log pemindaian beserta koordinat lokasi tersimpan	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil
7	Petugas	Mengajukan perubahan foto aset	Data pengajuan tersimpan dengan status menunggu persetujuan admin	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil
8	Divisi	Login dan memantau status/rekap aset pada ruangan yang menjadi tanggung jawab	Sistem menampilkan <i>dashboard</i> divisi berisi status aset dan rekap mutasi (masuk/keluar) sesuai ruangan yang menjadi tanggung jawabnya	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil
9	Divisi	Mengakses rekap ruangan yang bukan tanggung jawabnya	Sistem menolak akses dan menampilkan pesan tidak memiliki izin	Sesuai hasil yang diharapkan; hasil pengujian API menggunakan Postman dengan token akun divisi terhadap ruangan_id milik divisi lain menghasilkan <i>response</i> 403 <i>Forbidden</i> dengan pesan "Kamu tidak ditugaskan ke ruangan ini"	Berhasil
10	Admin dan Petugas	Ekspor laporan aset ke Excel/PDF	Berkas laporan berhasil diunduh sesuai data yang ditampilkan pada sistem	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil

Pengujian *black box* dilakukan langsung terhadap sistem oleh peneliti. Sebanyak 10 dari 10 skenario berhasil, sehingga tingkat keberhasilan pengujian mencapai 100%. Hasil ini termasuk validasi pembatasan akses divisi terhadap ruangan yang bukan tanggung jawabnya yang diuji baik pada sisi antarmuka aplikasi maupun langsung pada sisi *application programming interface* (API) menggunakan Postman. Selain pengujian fungsional, evaluasi penerimaan pengguna direncanakan menggunakan instrumen *System Usability Scale* (SUS) yang melibatkan responden dari ketiga peran pengguna. Instrumen SUS dipilih karena telah banyak digunakan pada penelitian sistem informasi sejenis untuk mengukur tingkat kemudahan penggunaan aplikasi secara kuantitatif, dengan kategori interpretasi skor mulai dari *poor* hingga *excellent* [9], [12]. Hasil evaluasi SUS pada tahap selanjutnya diharapkan dapat melengkapi bukti bahwa sistem yang dirancang tidak hanya berjalan sesuai kebutuhan fungsional, tetapi juga diterima dengan baik oleh pengguna pada masing-masing peran.

Pengujian dilakukan pada lingkungan pengembangan lokal dengan basis data yang telah diisi data uji (*dummy data*) berupa beberapa kategori, ruangan, pegawai, dan aset beserta QR Code yang telah digenerate. Setiap peran diuji menggunakan akun uji tersendiri (admin, petugas, dan divisi) untuk memastikan hak akses masing-masing peran berfungsi sesuai rancangan. Pengujian pada level antarmuka dilakukan langsung melalui aplikasi Flutter, sedangkan pengujian pada level *Application Programming Interface* (API) dilakukan menggunakan aplikasi Postman dengan menyertakan token autentikasi *Bearer* hasil login pada *header Authorization*,

sehingga setiap permintaan (*request*) dapat diuji secara independen dari antarmuka aplikasi. Pendekatan pengujian dua lapis ini penting dilakukan karena pembatasan yang hanya diuji pada sisi antarmuka berpotensi memberikan rasa aman yang keliru, mengingat antarmuka hanya menyembunyikan opsi yang tidak relevan, sedangkan validitas keamanan yang sesungguhnya ditentukan oleh pemeriksaan otorisasi pada sisi server.

Jika ditinjau berdasarkan distribusi peran, seluruh skenario pada peran admin (skenario 1 sampai 4) berhasil sepenuhnya, mencakup autentikasi, persetujuan maupun penolakan pengajuan perubahan foto, serta pembuatan akun baru untuk petugas dan divisi. Pada peran petugas (skenario 5 sampai 7), seluruh proses pencatatan aset baru, pemindaian QR Code beserta pencatatan koordinat lokasi, dan pengajuan perubahan foto juga berjalan sesuai rancangan. Pada peran divisi (skenario 8 dan 9), sistem berhasil menampilkan status dan rekap mutasi aset sesuai ruangan yang menjadi tanggung jawabnya, sekaligus berhasil menolak permintaan data pada ruangan lain baik dari sisi antarmuka maupun API. Skenario ekspor laporan (skenario 10) yang hanya tersedia untuk peran admin dan petugas juga berhasil menghasilkan berkas Excel dan PDF yang sesuai dengan data pada sistem. Secara keseluruhan, seluruh sepuluh skenario pengujian dinyatakan berhasil, sehingga rancangan fungsional sistem pada tahap ini dapat dinyatakan valid untuk digunakan pada tahap pengembangan maupun evaluasi lebih lanjut.

Pembahasan

Dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang umumnya membahas penerapan QR Code atau *geolocation* secara terpisah pada sistem manajemen aset maupun presensi [1]–[9], penelitian ini mengintegrasikan kedua teknologi tersebut sekaligus dengan skema RBAC tiga peran yang dilengkapi alur persetujuan berjenjang. Integrasi ini relevan diterapkan pada instansi pemerintah karena kebutuhan pertanggungjawaban aset tidak hanya berhenti pada pencatatan atribut barang, tetapi juga mencakup validasi lokasi fisik dan riwayat perpindahan aset antar ruangan maupun unit kerja. Pemisahan hak akses antara petugas yang mencatat data lapangan dan admin yang memvalidasi perubahan data foto turut mendukung prinsip pemisahan tugas (*segregation of duties*) yang umum diterapkan pada pengelolaan aset instansi pemerintah, sehingga meminimalkan risiko manipulasi data aset oleh satu pihak secara sepihak.

Meskipun demikian, rancangan sistem ini masih memiliki keterbatasan, di antaranya belum dilakukannya pengujian langsung terhadap performa *query* rekap mutasi aset pada skala data yang besar, mengingat proses perhitungan lokasi terkini aset melibatkan beberapa *subquery* pada tabel *log* pemindaian. Pengujian performa serta optimasi basis data, seperti penambahan indeks pada kolom yang sering digunakan untuk pencarian, perlu dilakukan pada tahap pengembangan selanjutnya untuk memastikan sistem tetap responsif ketika jumlah aset dan *log* pemindaian terus bertambah.

Hasil pengujian pada skenario ke sembilan turut menegaskan pentingnya pengujian pada level API, bukan hanya pada level antarmuka. Ketika diuji menggunakan Postman dengan token akun divisi terhadap ruangan yang bukan tanggung jawabnya, sistem secara konsisten menolak permintaan dengan kode status 403 *Forbidden* beserta pesan yang menjelaskan bahwa pengguna tidak ditugaskan ke ruangan tersebut. Temuan ini menunjukkan bahwa pembatasan akses pada sistem tidak hanya bergantung pada penyembunyian pilihan di antarmuka, tetapi benar-benar divalidasi pada sisi server, sehingga potensi manipulasi permintaan langsung ke API tanpa melalui aplikasi resmi tetap dapat dicegah.

Ditinjau dari sisi kontribusi keilmuan, penelitian ini memperkuat temuan pada penelitian sebelumnya mengenai efektivitas RBAC dalam mencegah akses tidak sah pada sistem berbasis Laravel [10], [11], sekaligus menambahkan bukti empiris berupa pengujian langsung pada studi kasus instansi pemerintah dengan tiga peran yang saling berinteraksi melalui alur persetujuan berjenjang. Karakteristik ini membedakan penelitian ini dari studi RBAC sebelumnya yang umumnya hanya melibatkan dua peran (misalnya admin dan pengguna biasa), sehingga hasil penelitian ini dapat menjadi rujukan bagi instansi pemerintah lain yang memiliki struktur pengelolaan aset serupa, yaitu melibatkan penanggung jawab ruangan sebagai pihak yang memantau namun tidak mengelola data secara langsung.

Meskipun seluruh skenario pengujian fungsional dinyatakan berhasil, beberapa aspek keamanan tambahan tetap perlu dipertimbangkan pada tahap pengembangan selanjutnya. Token autentikasi yang digunakan pada penelitian ini belum diuji terhadap skenario masa berlaku (*expiry*) maupun pencabutan token (*revocation*) ketika pengguna melakukan *logout* atau ketika akun dinonaktifkan oleh admin, sehingga pengujian lanjutan diperlukan untuk memastikan token yang telah tidak berlaku tidak dapat lagi digunakan untuk mengakses data. Selain itu, mekanisme pembatasan jumlah permintaan (*rate limiting*) pada *endpoint* autentikasi belum menjadi fokus pengujian pada penelitian ini, padahal aspek tersebut penting untuk mencegah upaya percobaan *login* secara berulang (*brute force*) terhadap akun pengguna. Kedua aspek ini disarankan menjadi bagian dari pengujian keamanan lanjutan sebelum sistem diimplementasikan secara penuh pada lingkungan produksi instansi pemerintah.

Dengan mempertimbangkan hasil pengujian fungsional yang telah dilakukan beserta beberapa aspek keamanan lanjutan yang masih perlu diuji, sistem yang dirancang pada penelitian ini dapat dikatakan telah memenuhi kebutuhan fungsional dasar pengelolaan aset instansi pemerintah, namun tetap memerlukan penyempurnaan bertahap sebelum benar-benar diterapkan secara operasional penuh.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menghasilkan sistem digitalisasi aset instansi pemerintah yang mengintegrasikan QR Code untuk identifikasi unik aset, pencatatan lokasi berbasis *geolocation* untuk mendukung riwayat mutasi aset, serta *Role-Based Access Control* (RBAC) dengan tiga peran pengguna, yaitu Admin, Petugas, dan Divisi. Sistem dikembangkan menggunakan metode *Prototyping* dengan *backend* Laravel dan aplikasi *mobile* Flutter, serta dilengkapi alur persetujuan berjenjang untuk menjaga validitas perubahan data foto aset. Pengujian *black box testing* yang dilaksanakan terhadap sepuluh skenario utama pada ketiga peran pengguna menunjukkan bahwa seluruh

skenario berhasil sesuai hasil yang diharapkan, termasuk validasi pembatasan akses lintas ruangan pada peran divisi yang diuji hingga ke level API menggunakan Postman.

Saran untuk pengembangan selanjutnya meliputi: (1) pelaksanaan evaluasi *System Usability Scale* (SUS) secara langsung terhadap pengguna di BBLSDM Komdigi Medan untuk mengukur tingkat penerimaan sistem dari sisi kemudahan penggunaan, (2) pengujian performa sistem pada volume data aset dan log pemindaian yang besar, (3) penambahan fitur notifikasi push untuk mempercepat proses persetujuan pengajuan perubahan data, dan (4) kajian lebih lanjut mengenai keamanan penyimpanan data lokasi pengguna sesuai dengan prinsip perlindungan data pribadi pada instansi pemerintah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. M. G. A and Johan, "Sistem Manajemen Aset Sekolah dengan QR Code dan Website," *J. Mhs. Apl. Teknol. Komput. dan Inf.*, vol. 6, no. 1, 2024, doi: <https://doi.org/10.35145/jmapteksi.v6i1.4134>.
- [2] A. R. Ardhana, F. Ilham, B. C. Utomo, and F. Rivaldi, "Rancang Bangun Sistem Informasi Manajemen Aset Berbasis Web dengan QR Code di Kelurahan Buaran," *Bul. Ilm. Ilmu Komput. dan Multimed.*, vol. 4, no. 1, 2026, [Online]. Available: <https://jurnalmahasiswa.com/index.php/biikma/article/view/4032>
- [3] A. H. Thohari, F. Hidayat, M. Fani, and Nelmiawati, "Rancang Bangun Sistem Pengelolaan Barang Milik Negara Berbasis QR Code," *J. Integr.*, vol. 14, no. 1, 2022, doi: <https://doi.org/10.30871/ji.v14i1.3975>.
- [4] Ririt Dwiputri, "Penerapan Teknik Labelling QR Code Pada Sistem Informasi Aset PT. Bias Mandiri," *Indones. J. Comput. Sci.*, vol. 10, no. 2, 2021, doi: <https://doi.org/10.33022/IJCS.V10I2.450>.
- [5] F. A. Sakinah, F. P. Aditiawan, and A. L. Nurlaili, "PENGUJIAN PADA APLIKASI MANAJEMEN ASET MENGGUNAKAN BLACK BOX TESTING," *J. Mhs. Tek. Inform.*, vol. 8, no. 3, 2024, doi: <https://doi.org/10.36040/jati.v8i3.9524>.
- [6] A. A. Sukmandhani, F. Hambali, and G. Mahadhika, "Pengembangan Aplikasi Pemantauan Berbasis Lokasi menggunakan Metode Geofencing pada Platform Android," *J. Komunikasi, Sains dan Teknol.*, vol. 2, no. 1, 2023, doi: <https://doi.org/10.61098/jkst.v2i1.19>.
- [7] M. D. A. Kurniawan, Indera, Handoyo, and Ruki, "Implementasi Sistem Informasi Aset Berbasis Web GIS pada PT. PLN ULP Pringsewu," *J. Manaj. Sist. Inf. dan Teknol.*, vol. 15, no. 1, 2025, doi: <http://dx.doi.org/10.36448/expert.v12i1.2476>.
- [8] U. M. Malang, "Fitur Lokasi di Flutter menggunakan Geolokasi," UMM Official. [Online]. Available: <https://informatika.umm.ac.id/fitur-lokasi-di-flutter-menggunakan-geolokasi>, Oct. 30, 2024 [August. 20, 2026].
- [9] N. F. Kartika and D. Priyawati, "Pengembangan Sistem Absensi Mobile Berbasis Flutter dengan QR Code dan GPS," *J. Sist. Komput. dan Inform.*, vol. 7, no. 4, 2026, doi: <https://doi.org/10.30865/json.v7i4.9687>.
- [10] Yuricha and I. K. Phan, "Penerapan Role Based Access Control dalam Sistem Supply Chain Management Berbasis Cloud," *Indones. J. Mach. Learn. Comput. Sci.*, vol. 3, no. 2, 2023, doi: <https://doi.org/10.57152/malcom.v3i2.1259>.
- [11] M. Sahyudi and E. R. Susanto, "Analisis Implementasi Sistem Keamanan Basis Data Berbasis Role-Based Access Control (RBAC) pada Resource Planning," *J. Sains Teknol. dan Sist. Teknol.*, vol. 5, no. 1, 2025, doi: <https://doi.org/10.54259/satesi.v5i1.3997>.
- [12] D. A. Purba and N. Hidayasari, "Implementation of Role-Based Access Control (RBAC) in a Drug Stock Management Information System," *J. Sist. Inf.*, vol. 15, no. 2, 2026, doi: <https://doi.org/10.32520/stmsi.v15i2.5958>.