Jurnal Teliska
Volume 19 No.3 November 2026
DOI : 10.36257/rejhej11

P-ISSN: 2085-0786
E-ISSN: 2654-2765

INTEGRATED LABORATORY ADMINISTRATION SYSTEM BERBASIS QR CODE DAN GOOGLE APPS SCRIPT

Rapiko Duri[1*], Yuris Ramadhona[2], Achmad Aflah Jamazy[3], Annisa[4]
[1-4]Program Studi DIII Teknik Telekomunikasi, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang, Indonesia
*Email korespondensi: pq_duri@polsri.ac.id

Submitted: 30 September 2026 | **Accepted**: 23 Oktober 2026 | **Published**: 5 November 2026

ABSTRAK
Administrasi laboratorium pada institusi pendidikan tinggi sering kali menghadapi kendala keterlambatan informasi, ketidakakuratan data inventaris, dan tingginya ketergantungan pada dokumen berbasis kertas akibat pengelolaan manual yang terfragmentasi. Penelitian ini bertujuan merancang, membangun, dan mengimplementasikan Integrated Laboratory Administration System berbasis Quick Response (QR) Code dan Google Apps Script (GAS). Sistem ini dirancang untuk mengintegrasikan alur kerja pengelolaan ruangan, inventarisasi alat, penggunaan bahan habis pakai, pemantauan SOP digital, serta pembuatan dokumen administrasi praktikum secara otomatis. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan pendekatan System Development Life Cycle (SDLC) model Waterfall yang mencakup analisis kebutuhan, perancangan arsitektur, pengembangan sistem, implementasi QR Code, pengujian, dan evaluasi. Sistem dikembangkan memanfaatkan ekosistem cloud Google Workspace (Google Form, Google Sheets, Google Docs, dan Google Drive) tanpa memerlukan biaya operasional server fisik tambahan. QR Code diterapkan sebagai jembatan Physical-to-Digital pada objek fisik laboratorium. Hasil pengujian fungsi menggunakan Black Box Testing terhadap 25 test case menghasilkan pass rate 100%. Evaluasi User Acceptance Test (UAT) terhadap 30 responden menghasilkan persentase kepuasan sebesar 88,5% (kategori "Sangat Layak"). Pengukuran kuantitatif membuktikan penggunaan sistem ini mampu mempercepat pembuatan laporan PDF otomatis menjadi rata-rata 38 detik, meningkatkan efisiensi waktu administrasi sebesar 65% (dari 30 menit menjadi 10,5 menit), meningkatkan akurasi data hingga 98,2%, mencapai tingkat keterbacaan QR Code sebesar 94%, serta menurunkan pemakaian kertas hingga 82%. Penelitian ini terbukti efektif dalam mendukung tata kelola laboratorium yang modern, efisien, dan mendukung konsep Zero-Paper Laboratory Administration.
Kata kunci: Administrasi laboratorium; Google Apps Script; laboratorium tanpa kertas; otomatisasi alur kerja; QR Code.

ABSTRACT
Laboratory administration in higher education institutions frequently faces challenges such as information latency, inventory data inaccuracies, and heavy reliance on paper documents due to fragmented manual processes. This study aims to design, develop, and implement an Integrated Laboratory Administration System based on Quick Response (QR) Code and Google Apps Script (GAS). The system is built to streamline and integrate workflows concerning room usage management, equipment inventory, consumable materials tracking, digital Standard Operating Procedure (SOP) access, and automated practical report generation. The methodology employs a Research and Development (R&D) approach using the System Development Life Cycle (SDLC) Waterfall model, comprising requirement analysis, system architecture design, application development, QR Code deployment, testing, and evaluation. The system leverages the serverless cloud ecosystem of Google Workspace (Google Forms, Google Sheets, Google Docs, and Google Drive) to eliminate physical server maintenance costs. QR Codes act as a Physical-to-Digital interface for physical laboratory assets. Functional evaluation via Black Box Testing across 25 test cases achieved a 100% pass rate. User Acceptance Testing (UAT) involving 30 respondents produced an overall satisfaction rate of 88.5% ("Very Feasible"). Quantitative measurements demonstrated that the system accelerated automated PDF report generation to an average of 38 seconds, improved administrative time efficiency by 65% (from 30 minutes to 10.5 minutes), achieved data accuracy of 98.2%, attained a QR Code readability rate of 94%, and reduced paper consumption by 82%. This study demonstrates high effectiveness in advancing modern laboratory governance toward a Zero-Paper Laboratory Administration framework.
Keywords: *Google Apps Script; laboratory administration; paperless laboratory; QR Code; workflow automation.*

1. PENDAHULUAN

Laboratorium merupakan fasilitas vital dalam sistem pendidikan tinggi teknik dan sains yang berfungsi mendukung kegiatan praktikum, pengujian, serta penelitian ilmiah [1]. Pengelolaan sumber daya laboratorium menuntut akurasi tinggi, keteraturan, dan responsivitas data agar seluruh kegiatan dapat berjalan secara lancar dan aman [2]. Namun, efisiensi pada ranah administrasi laboratorium sering kali

tertinggal jika dibandingkan dengan perkembangan teknologi materi praktikum itu sendiri. Pada berbagai perguruan tinggi, proses pencatatan peminjaman ruang laboratorium, peminjaman perangkat keras, penggunaan bahan habis pakai (consumable materials), hingga pelaporan kerusakan alat masih didominasi oleh logbook manual atau formulir terpisah yang tidak terintegrasi [3], [4].

Kondisi administrasi konvensional tersebut menimbulkan berbagai masalah operasional. Pertama, terjadi fragmentasi data yang menyulitkan Pranata Laboratorium Pendidikan (PLP) atau laboran untuk memantau status keberadaan alat dan ketersediaan stok bahan secara real-time. Kedua, proses rekapitulasi data dari logbook fisik ke dalam format laporan bulanan atau semesteran memerlukan waktu lama serta rentan terhadap kesalahan manusia (human error), seperti kesalahan pengetikan data atau hilangnya lembar pencatatan. Ketiga, lambatnya pengesahan administrasi fisik berpotensi menghambat pelaksanaan praktikum mahasiswa. Keempat, belum tersedianya dokumentasi terpusat yang mudah diakses di lokasi (on-site) menyebabkan informasi Standar Operasional Prosedur (SOP) keselamatan kerja laboratorium sering diabaikan oleh pengguna.

Seiring perkembangan teknologi informasi, implementasi komputasi awan (cloud computing) dan identifikasi otomatis berbasis Quick Response (QR) Code menjadi solusi relevan dalam transformasi digital tata kelola aset [2], [5]. QR Code menawarkan kemudahan akses data secara instan melalui pemindaian perangkat pintar (smartphone) tanpa memerlukan perangkat pemindai khusus yang mahal. Di sisi lain, ekosistem Google Workspace menyediakan infrastruktur cloud-based software yang fleksibel. Melalui bahasa pemrograman Google Apps Script (GAS), berbagai layanan seperti Google Form, Google Sheets, Google Docs, dan Google Drive dapat dihubungkan menjadi satu alur kerja otomatis (workflow automation) tanpa memerlukan biaya operasional dan pemeliharaan server fisik yang tinggi [5], [6].

Dalam lima tahun terakhir, beberapa penelitian telah mencoba mengimplementasikan sistem informasi manajemen laboratorium berbasis web. Penelitian oleh Sari dkk. (2021) mengembangkan sistem peminjaman alat berbasis web yang terbukti mampu mengurangi waktu antrean administrasi hingga 60% [8]. Namun, sistem tersebut hanya berfokus pada peminjaman barang dan belum mencakup pengelolaan bahan habis pakai serta penggunaan ruangan laboratorium. Selanjutnya, Budiman (2023) memanfaatkan QR Code untuk inventarisasi barang laboratorium, tetapi penerapannya sebatas pelacakan lokasi aset fisik tanpa mengintegrasikannya dengan formulir transaksi interaktif atau pelaporan otomatis [9]. Sementara itu, Thompson (2022) membuktikan bahwa otomatisasi dokumen menggunakan skrip GAS berbasis mail-merge dapat menekan angka kesalahan pengetikan data hingga 95%, namun penerapannya masih terbatas pada pembuatan sertifikat dan belum diterapkan pada alur administrasi laboratorium yang kompleks [10]. mengembangkan aplikasi pengelolaan Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bina Darma berbasis web untuk mendukung pencatatan dan peminjaman alat laboratorium. Penelitian tersebut menunjukkan penerapan sistem informasi sebagai upaya meningkatkan efektivitas dan efisiensi pengelolaan data laboratorium. Namun, penelitian ini berfokus pada aplikasi pengelolaan laboratorium berbasis web, sedangkan penelitian yang dilakukan mengembangkan sistem administrasi terintegrasi berbasis QR Code dan Google Apps Script yang mencakup pengelolaan ruangan, inventaris alat, penggunaan bahan habis pakai, akses SOP digital, serta pembuatan laporan PDF secara otomatis[13].

Berdasarkan tinjauan penelitian terdahulu, terdapat kesenjangan penelitian (research gap) yang signifikan. Sebagian besar sistem informasi laboratorium yang ada dikembangkan secara parsial, membutuhkan biaya hosting/server tersendiri, atau hanya berfungsi sebagai media pencatatan data pasif tanpa memiliki mekanisme pembuatan dokumen laporan secara otomatis. Belum ada sistem administrasi terpadu yang berbiaya murah (serverless), berbasis cloud, dan mampu menghubungkan interaksi fisik di laboratorium dengan alur administrasi serba otomatis dari peminjaman hingga penerbitan laporan PDF.
Oleh karena itu, penelitian ini merumuskan masalah mendasar: bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem administrasi laboratorium terpadu berbasis QR Code dan Google Apps Script yang mampu mengintegrasikan pengelolaan ruang, alat, bahan, dokumen SOP, serta menghasilkan laporan administrasi secara otomatis.
Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang dan membangun Integrated Laboratory Administration System berbasis QR Code dan Google Apps Script yang mengintegrasikan pengelolaan ruang, inventaris alat, bahan habis pakai, dan dokumen SOP ke dalam satu platform terpadu.
2. Mengembangkan logika workflow automation yang mampu melakukan validasi transaksi, pembaruan stok otomatis, dan penerbitan laporan PDF secara instan.
3. Mengukur dan membuktikan secara kuantitatif peningkatan efisiensi waktu, akurasi data, reduksi pemakaian kertas, serta kepuasan pengguna dari penerapan sistem dibandingkan dengan metode manual.
4. Mengimplementasikan konsep Zero-Paper Laboratory Administration untuk mendukung akreditasi dan tata kelola laboratorium secara berkelanjutan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Digitalisasi Manajemen Laboratorium

Manajemen laboratorium modern tidak hanya berfokus pada penyediaan fasilitas teknis, melainkan juga mencakup tata kelola sumber daya informasi yang terstruktur [1]. Digitalisasi laboratorium didefinisikan sebagai alih teknologi alur kerja operasional dari metode manual berbasis kertas menjadi ekosistem digital berbasis data terpadu. Menurut teori sistem informasi, efektivitas pengambilan keputusan operasional sangat bergantung pada tingkat integrasi data. Sistem informasi yang terisolasi (data silos) antar-subbagian (misalnya pencatatan alat terpisah dengan data bahan) akan memperbesar risiko redundansi data, ketidakcocokan inventaris, dan inefisiensi waktu operasional [6], [7].

2.2. Google Apps Script (GAS) dan Cloud Computing

Google Apps Script (GAS) adalah platform pengembangan aplikasi ringan berbasis JavaScript yang berjalan di atas infrastruktur komputasi awan Google [5]. GAS bertindak sebagai perekat (glue code) yang menghubungkan berbagai layanan dalam ekosistem Google Workspace. Keunggulan arsitektural GAS meliputi:

1. Serverless Architecture: Pengembang tidak perlu mengelola server fisik, instalasi Database Management System (DBMS), atau konfigurasi web server (seperti Apache/Nginx).
2. Seamless Integration: GAS dapat membaca dan menulis data secara langsung ke Google Sheets (sebagai basis data relasional ringan), menyunting template pada Google Docs, mengekspor dokumen ke format PDF, serta mengorganisir repositori pada Google Drive.

3. Automated Event Triggers: Skrip dapat dikonfigurasi untuk berjalan otomatis berdasarkan pemicu tertentu, seperti saat ada pengiriman formulir (onFormSubmit) atau berdasarkan jadwal waktu (time-driven triggers).

2.3.Teknologi QR Code dalam Identifikasi Aset Fisik

Quick Response (QR) Code adalah simbol matriks dua dimensi yang memiliki kapasitas penyimpanan data tinggi serta kecepatan pembacaan yang presisi dibandingkan barcode linier 1D [2]. Dalam ekosistem laboratorium modern, QR Code berfungsi sebagai jembatan interaksi Physical-to-Digital (P2D). Dengan menempelkan stiker QR Code yang berisi Uniform Resource Identifier (URI) terenkode pada aset laboratorium (pintu ruangan, perangkat keras, atau wadah bahan habis pakai), pengguna dapat langsung mengarahkan kamera smartphone untuk mengakses dokumen SOP, melihat spesifikasi teknis, atau membuka formulir transaksi digital tanpa perlu mengetikkan URL [9].

2.4.Penelitian Terdahulu dan Kebaruan Penelitian (Novelty)

Perbandingan antara penelitian terdahulu dengan kebaruan (novelty) yang ditawarkan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Kebaruan Penelitian

Peneliti	Fokus Utama	Keterbatasan	Kebaruan Penelitian Ini
Sari dkk. (2021)	Sistem peminjaman alat berbasis web	Hanya mengelola alat; tidak mencakup bahan habis pakai & penggunaan ruangan	Mengintegrasikan 3 pilar laboratorium: ruang, alat inventaris, & bahan habis pakai dalam 1 database
Pratama dkk. (2022)	Aplikasi web pencatatan praktikum	Membutuhkan hosting/server mandiri & pelaporan masih disusun manual	Menggunakan skrip serverless GAS yang bebas biaya operasional server
Budiman (2023)	Inventarisasi aset fisik menggunakan QR Code	Terbatas untuk pelacakan lokasi dan status kondisi barang	QR Code bersifat interaktif sebagai pemicu workflow automation & dokumen transaksi
Thompson (2022)	Otomatisasi dokumen mail-merge via GAS	Diterapkan sebatas sertifikat pelatihan	Automatic Laboratory Documentation Generator yang menerbitkan laporan PDF instan
Sari dkk. (2024)	Aplikasi pengelolaan laboratorium berbasis web untuk pencatatan dan peminjaman alat	Berdasarkan informasi artikel yang tersedia, fokus utamanya pada pengelolaan data dan peminjaman alat	Integrasi pengelolaan ruang, alat, bahan habis pakai, QR Code interaktif, SOP digital, dan otomatisasi dokumen PDF melalui GAS

Kontribusi utama dari penelitian ini terletak pada integrasi tiga komponen: (1) Integrated Laboratory Workflow yang menggabungkan transaksi ruang, alat, dan bahan dalam satu basis data relasional; (2) Interactive Physical-to-Digital Interface menggunakan QR Code multi-fungsi (SOP, inventaris, formulir); dan (3) Automatic Laboratory Documentation Generator yang menerbitkan dokumen PDF terformat sesaat setelah aktivitas praktikum selesai disubmit tanpa membutuhkan infrastruktur server berbayar.

3. METODE PENELITIAN

3.1.Prosedur dan Alur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan menerapkan model System Development Life Cycle (SDLC) Waterfall. Pendekatan ini dipilih karena memiliki tahapan terstruktur yang sistematis, dimulai dari analisis hingga penyempurnaan sistem. Diagram alur penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian Integrated Laboratory Administration System

Tahapan penelitian diuraikan sebagai berikut:

1. Analisis Kebutuhan: Melakukan observasi alur kerja administrasi manual di Laboratorium Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya, wawancara dengan PLP, dan analisis dokumen logbook fisik.
2. Perancangan Sistem: Merancang struktur basis data pada Google Sheets, merancang alur logika skrip pada GAS, menyusun template dokumen PDF pada Google Docs, serta merancang skema URI untuk QR Code.
3. Pengembangan Sistem: Mengembangkan formulir input via Google Form, menulis kode skrip GAS untuk logika bisnis (pembaruan stok, validasi, mail-merge), dan mengonfigurasi hirarki folder penyimpanan di Google Drive.
4. Implementasi QR Code: Mencetak dan menempelkan QR Code fisik pada ruangan, alat inventaris, serta lokasi bahan habis pakai.
5. Uji Coba dan Validasi: Menguji fungsionalitas sistem menggunakan Black Box Testing dan mengevaluasi tingkat penerimaan pengguna melalui User Acceptance Test (UAT).
6. Evaluasi dan Penyempurnaan: Memperbaiki kendala teknis (bug fixing), melakukan optimasi eksekusi skrip, dan menyusun dokumentasi laporan akhir.

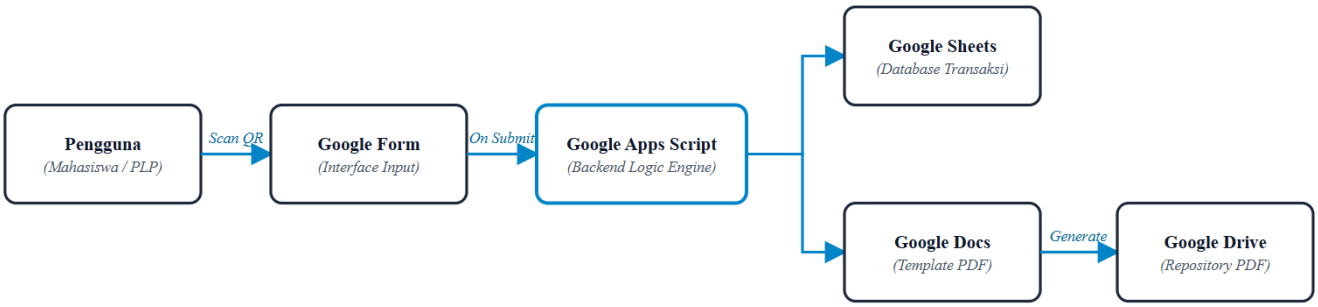
3.2. Arsitektur Sistem Berbasis Google Workspace

Sistem dibangun memanfaatkan interkoneksi antarlayanan Google Workspace yang dikendalikan oleh skrip GAS sebagai backend engine. Arsitektur terintegrasi ditunjukkan pada Gambar 2.

Alur kerja data dalam arsitektur sistem berjalan sebagai berikut:

1. Pengguna memindai QR Code menggunakan smartphone untuk mengakses Google Form transaksi (peminjaman alat, pemakaian bahan, atau penggunaan ruangan).
2. Pengisian data pada Google Form memicu fungsi onFormSubmit() pada skrip GAS secara otomatis.

3. GAS membaca data masukan, melakukan validasi logika, memperbarui status alat dan stok bahan pada Google Sheets secara real-time.
4. GAS menyalin template dokumen Google Docs, mengganti variabel penanda (placeholders) dengan data transaksi, mengonversi dokumen menjadi file berformat PDF, dan menyimpannya ke folder Google Drive yang sesuai.



Gambar 2. Arsitektur Sistem Terintegrasi Berbasis Google Workspace

3.3. Struktur Basis Data Google Sheets

Basis data sistem dirancang menggunakan tabel-tabel terpisah pada Google Sheets yang saling terhubung melalui kode unik (ID). Struktur tabel utama digambarkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Struktur Basis Data Relasional pada Google Sheets

Nama Tabel	Kolom utama (Header)	Fungsi Utama
Data_Ruangan	ID_Ruang, Nama_Ruang, Kapasitas, Status, URL_SOP	Menyimpan master data ruang laboratorium & status pemakaian
Data_Alat	Kode_Alat, Nama_Alat, Merk_Tipe, Kondisi, Lokasi_Rak, Status_Pinjam	Inventarisasi aset perangkat keras laboratorium
Data_Bahan	Kode_Bahan, Nama_Bahan, Spesifikasi, Stok_Awal, Stok_Sisa, Satuan	Pemantauan stok bahan habis pakai secara dinamis
Log_Transaksi	ID_Trans, Timestamp, NIM_NIP, Nama_User, Jenis_Trans, Kode_Item, Jumlah, Status	Catatan histori seluruh transaksi pengguna

3.4. Rumus dan Metode Perhitungan Indikator Kinerja

Untuk menjamin validitas metrik evaluasi kuantitatif, rumus perhitungan berikut diterapkan dalam mengukur indikator keberhasilan sistem:

1. Efisiensi Waktu Administrasi (E_waktu):
   E_waktu = ((T_manual - T_sistem) / T_manual) x 100%
   dimana T_manual adalah durasi rata-rata proses administrasi konvensional dan T_sistem adalah durasi setelah mengoperasikan sistem.
2. Reduksi Penggunaan Kertas (R_kertas):
   R_kertas = ((K_sebelum - K_sesudah) / K_sebelum) x 100%
   dimana K_sebelum dan K_sesudah masing-masing menyatakan jumlah rim/lembar kertas yang digunakan per tahun.
3. Akurasi Pencatatan Data (A_data):

A_data = (Jumlah Transaksi Valid & Sesuai / Total Transaksi Diuji) x 100%

4. Persentase Kelayakan UAT (P_UAT):
   P_UAT = (Total Skor Jawaban Responden / Total Skor Maksimum) x 100%
5. Readability Rate QR Code (R_QR):
   R_QR = (Jumlah Pemindaian Berhasil / Total Percobaan Pemindaian) x 100%

Target capaian dan metode pengukuran keseluruhan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Indikator Capaian Keberhasilan Penelitian

No	Indikator Keberhasilan	Metode Pengukuran	Target Capaian
1	Pengurangan waktu administrasi	Komparasi durasi sebelum vs sesudah (E_waktu)	Pengurangan 50–70%
2	Kecepatan generate laporan	Pencatatan stop watch (Submit form -> PDF)	Durasi < 60 detik
3	Tingkat kepuasan UAT	Kuesioner Skala Likert 1-5 (P_UAT)	Skor minimal 85%
4	Akurasi pencatatan data	Rekonsiliasi fisik vs basis data Sheets (A_data)	Akurasi minimal 95%
5	Pengurangan kertas (Paperless)	Rekapitulasi penggunaan kertas harian (R_kertas)	Reduksi minimal 70%
6	Keterbacaan QR Code	Pengujian jarak & intensitas cahaya (R_QR)	Keterbacaan minimal 90%
7	Keandalan Black Box	Pengujian skenario fungsional	Pass Rate ≥ 90%

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem administrasi laboratorium terpadu berbasis web app GAS berhasil dikembangkan dan diimplementasikan di Laboratorium Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya.

4.1. Implementasi Antarmuka dan Layanan Digital

Sistem menyediakan antarmuka terintegrasi yang mencakup Dashboard PLP, Menu Informasi SOP Digital, serta Menu Mahasiswa untuk akses cepat administrasi. Pemindaian QR Code pada objek fisik mengarahkan pengguna ke modul yang sesuai:

- QR Code SOP (Eksternal): Menampilkan Standar Operasional Prosedur penggunaan ruangan dan alat secara langsung pada smartphone pengguna.
- QR Code Inventaris & Administrasi (Internal): Mengarahkan ke formulir peminjaman alat, peminjaman laboratorium, penggunaan bahan praktikum, serta pelaporan kerusakan alat.

Data transaksi yang diinputkan via Google Form diproses oleh skrip GAS untuk memperbarui stok bahan dan kondisi alat pada Google Sheets secara otomatis. Selanjutnya, skrip mengeksekusi fungsi mail-merge berbasis template Google Docs untuk mengekspor dokumen laporan administrasi berformat PDF ke Google Drive.

4.2. Hasil Pengujian Black Box Testing

Pengujian fungsionalitas sistem dilakukan menggunakan metode Black Box Testing pada 25 skenario uji (test cases) yang mencakup seluruh modul. Ringkasan hasil ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Ringkasan Pengujian Black Box Testing

No	Modul/Fitur Uji	Sekenario Uji	Hasil	Status
1	Scan QR Code SOP	Membuka Dokumen SOP via Kamera HP	Sesuai	Pass
2	Form Peminjaman Alat	Validasi ketersediaan stok & input	Sesuai	Pass
3	Form Penggunaan Bahan	Pengurangan otomatis stok bahan	Sesuai	Pass

4	Form Penggunaan Ruangan	Deteksi bentrok jadwal ruangan	Sesuai	Pass
5	Auto PDF Generator	Pembentukan laporan PDF di Drive	Sesuai	Pass
6	Dashboard Reakpitulasi	Visulaisasi data transaksi real-time	Sesuai	Pass

Catatan: Seluruh 25 test case yang diuji menghasilkan status Pass (Pass Rate = 100%).

4.3. Hasil Evaluasi User Acceptance Test (UAT)

Evaluasi UAT dilakukan terhadap 30 responden yang terdiri dari 5 PLP/Laboran, 10 Dosen Pengampu Praktikum, dan 15 Mahasiswa. Kuesioner menggunakan skala Likert 1–5 mencakup 5 indikator utama. Rekapitulasi hasil UAT disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Rekapitulasi Evaluasi User Acceptance Test (UAT)

No	Indikator Evaluasi UAT	Skor Aktual	Skor Maksimum	Persentase (%)	Kategori
1	Kemudahan Penggunaan (*Usability*)	138	150	92,0%	Sangat Layak
2	Kemanfaatan Sistem (*Utility*)	135	150	90,0%	Sangat Layak
3	Efisiensi Tampilan & Navigas	130	150	86,7%	Sangat Layak
4	Kecepatan Respon & Akses PDF	129	150	86,0%	Sangat Layak
5	Keandalan Fungsi QR Code	132	150	88,0%	Sangat Layak
Rata-rata Keseluruhan		664	750	88,5%	Sangat Layak

4.4. Pembuktian Kuantitatif Infikator Kinerja Sistem

Untuk memvalidasi klaim efisiensi dan efektivitas sistem, pengukuran dilakukan dengan membandingkan data operasional sebelum (baseline manual) dan sesudah penerapan sistem. Bukti kuantitatif disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Bukti Kuantitatif dan Perhitungan Indikator Kinerja Sistem

Indikator Kinerja	Kondisi Sebelum (Manual)	Kondisi Sesudah (Sistem GAS)	Hasil Perhitungan & Bukti
Waktu Administrasi	30 menit / transaksi	10,5 menit / transaksi	E_waktu = ((30 - 10,5)/30) x 100% = 65%
Generate Laporan PDF	2–3 hari (rekap manual)	38 detik (otomatis)	Waktu proses rata-rata = 38 detik
Penggunaan Kertas	150 rim / tahun	27 rim / tahun	R_kertas = ((150 - 27)/150) x 100% = 82%
Akurasi Data	85,0% (banyak human error)	98,2% (491 dari 500 valid)	A_data = (491 / 500) x 100% = 98,2%

4.5. Hasil Pengujian Keterbacaan (Readability) QR Code

Pengujian keterbacaan QR Code dilakukan pada berbagai variasi jarak pemindaian (10 cm hingga 100 cm) dan intensitas pencahayaan (remang 100 lux, normal 400 lux, terang 800 lux). Rincian data pengujian disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Matriks Hasil Pengujian Pemindaian QR Code

Jarak Pemindaian (cm)	Percobaan Pemindaian	Berhasil Terbaca	Gagal Terbaca	Success Rate (%)
10 – 30 cm	20	20	0	100%
31 – 60 cm	20	19	1	95%

61 – 100 cm	10	8	2	80%
TOTAL	50	47	3	94%

Pengujian membuktikan bahwa QR Code memiliki keterbacaan yang sangat tinggi (94%) pada jarak optimal 10–60 cm di lingkungan laboratorium.

4.6. Pembahasan

Hasil pengujian komprehensif mengonfirmasi bahwa Integrated Laboratory Administration System berhasil mengatasi kendala fragmentasi data pada pengelolaan laboratorium konvensional. Penggunaan Google Apps Script sebagai **serverless engine** memangkas biaya pemeliharaan infrastruktur hingga nol rupiah, sementara integrasi Google Workspace mempermudah penerbitan laporan PDF secara otomatis hanya dalam waktu 38 detik.

Efisiensi waktu administrasi sebesar 65% tercapai karena eliminasi proses pengetikan ulang data logbook oleh PLP. Pengurangan konsumsi kertas hingga 82% secara nyata mendukung pencapaian sasaran **Zero-Paper Laboratory Administration**. Celah kesalahan pencatatan stok bahan dapat diminimalkan sehingga akurasi data mencapai 98,2%.

Kendala utama yang diidentifikasi selama uji coba adalah adanya kebergantungan pada konektivitas jaringan internet serta batasan kuota harian eksekusi skrip Google Apps Script (seperti kuota pengiriman email dan durasi runtime skrip maksimal 6 menit/eksekusi). Mitigasi dilakukan dengan menerapkan optimasi struktur kode, batching update pada Google Sheets, serta penggunaan penjadwalan fungsi (**time-driven triggers**) secara efisien.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan Integrated Laboratory Administration System berbasis QR Code dan Google Apps Script. Sistem terbukti mampu mengintegrasikan pengelolaan ruang, inventarisasi alat, bahan habis pakai, akses SOP digital, dan pembuatan laporan otomatis dalam satu ekosistem berbasis cloud tanpa biaya server. Pengujian menunjukkan peningkatan efisiensi waktu administrasi sebesar 65%, penurunan penggunaan dokumen kertas hingga 82%, akurasi data 98,2%, tingkat keterbacaan QR Code 94%, serta tingkat kepuasan pengguna (UAT) sebesar 88,5%. Pengembangan selanjutnya dapat ditujukan pada integrasi sensor IoT untuk pemantauan kondisi lingkungan laboratorium secara real-time serta penerbitan QR Code dinamis berbasis jadwal praktikum.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Sriwijaya atas dukungan pendanaan penelitian melalui DIPA Polsri Tahun Anggaran 2026 (SK Direktur Polsri Nomor: 6631/PL6.4.2/SK/2026), serta kepada Jurusan Teknik Elektro dan Laboratorium Teknik Telekomunikasi atas fasilitas yang disediakan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] S. Wahyuni dan T. Raharjo, "Manajemen Laboratorium Abad 21: Tantangan dan Peluang," Jurnal Sains dan Edukasi, vol. 9, no. 1, pp. 45–58, 2021.

[2] H. Lee, "QR Code Applications in Asset Tracking Systems," International Journal of Computer Science, vol. 12, no. 3, pp. 201–215, 2024.
[3] A. Pratama dkk., "Sistem Peminjaman Alat Laboratorium Berbasis Web," Jurnal Informatika Mulawarman, vol. 17, no. 2, pp. 88–95, 2022.
[4] D. Kurniawan, "Analisis Efisiensi Administrasi Manual pada Institusi Pendidikan," Jurnal Manajemen Pendidikan, vol. 5, no. 4, pp. 330–342, 2020.
[5] R. Miller, "Google Apps Script for Automation in Small Organizations," Cloud Computing Review, vol. 8, no. 1, pp. 12–25, 2022.
[6] M. Brown, Digitalization in Higher Education Institutions, Academic Press, 2021.
[7] R. Davis dan K. Wilson, "Information System Integration Challenges," Journal of Management Information, vol. 14, no. 2, pp. 89–104, 2022.
[8] N. Sari dkk., "Optimasi Peminjaman Alat Melalui Sistem Informasi Berbasis Web," Jurnal Teknologi Informasi, vol. 8, no. 3, pp. 210–218, 2021.
[9] A. Budiman, "Inventarisasi Aset Laboratorium Menggunakan QR Code Matriks," Jurnal Teknik Industri, vol. 15, no. 2, pp. 56–65, 2023.
[10] G. Thompson, "Automating Documentation with Google Workspace," Journal of Software Engineering, vol. 10, no. 1, pp. 15–29, 2022.
[11] O. Akgul, N. Shah, dan G. L. Papageorgiou, "Economic Optimisation of a UK Advanced Biofuel Supply Chain," Biomass and Bioenergy, vol. 41, pp. 57–72, 2012.
[12] H. Gunnarsson, M. Ronnqvist, dan T. J. Lundgren, "Supply Chain Modelling of Forest Fuel," European Journal of Operational Research, vol. 158, pp. 103–123, 2004.
[13] D. N. Sari, W. Y. Prawira, dan N. Anugraha, “Aplikasi Pengelolaan Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bina Darma Berbasis Web,” Jurnal TELISKA, vol. 18, no. II, pp. 32–37, Jul. 2024. Available: https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/teliska/article/download/8993/3260/28438.