



Rancang Bangun Sistem Pengujian Laboratorium Berbasis Web Menggunakan *Workflow Approval* RBAC pada BBPOPT

Suwandi Irawan^{1*}, Susy Rosyida², Ahmad Fauzi³

¹⁻³Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Bina Sarana Informatika, Indonesia

Email: suwandii028@gmail.com¹, susy.srz@bsi.ac.id², ahmad.afz@bsi.ac.id³

*Penulis Korespondensi: suwandii028@gmail.com

Abstract. *The Center for Forecasting Plant Pest Organisms (Balai Besar Peramalan Organisme Pengganggu Tumbuhan/BBPOPT) plays a strategic role in managing laboratory testing services to support national crop protection. However, the previous operational service mechanism operated semi-manually, causing bottlenecks in tracking application statuses, assigning laboratory analysts, verifying payment proofs, and conducting multi-stage validation for test reports and certificates. This study aims to design and develop a web-based Laboratory Testing Service Information System that integrates a multi-stage approval workflow and Role-Based Access Control (RBAC) across seven user actors using the Laravel 12 framework. Software development followed the Prototype methodology comprising five systematic phases: communication, planning, modeling, construction, and deployment. Functional evaluation was conducted via Black-Box Testing on 16 test scenarios (8 front-end and 8 back-end scenarios), covering application submission, payment verification, role-based route authorization security, and document validation. The Black-Box test results demonstrated 100% functional compliance (valid). Furthermore, User Acceptance Testing (UAT) involving 20 participants (10 service users and 10 internal staff across six back-end roles) achieved a 100% acceptance rate. Consequently, the developed system is functionally validated and well accepted by end users in supporting laboratory testing service governance at BBPOPT.*

Keywords: BBPOPT; Laboratory Testing; Laravel 12; Prototype Method; Service System.

Abstrak. Balai Besar Peramalan Organisme Pengganggu Tumbuhan (BBPOPT) bertugas mengelola layanan pengujian laboratorium untuk mendukung perlindungan tanaman pangan secara nasional. Kendati demikian, mekanisme pelayanan di BBPOPT sebelumnya masih berjalan semi-manual. Kondisi tersebut menimbulkan hambatan dalam pelacakan status permohonan, alokasi penugasan analis, verifikasi bukti pembayaran, hingga validasi berjenjang draft laporan dan sertifikat pengujian. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun Sistem Informasi Pelayanan Pengujian Laboratorium berbasis web yang mengintegrasikan alur kerja validasi berjenjang (*multi-stage approval workflow*) dan *Role-Based Access Control* (RBAC) 7 aktor menggunakan kerangka kerja Laravel 12. Pengembangan sistem menerapkan metode *Prototype* yang mencakup lima tahapan sistematis: *communication, planning, modeling, construction, dan deployment*. Pengujian fungsional dilakukan menggunakan metode *Black-Box Testing* terhadap 16 skenario uji (8 skenario *front-end* dan 8 skenario *back-end*), mencakup pengisian permohonan, verifikasi pembayaran, pembatasan hak akses antarprofil (*RBAC route security*), serta validasi dokumen. Hasil pengujian *Black-Box* menunjukkan tingkat kesesuaian fungsional sebesar 100% (*valid*). Evaluasi penerimaan pengguna melalui *User Acceptance Testing* (UAT) yang melibatkan 20 partisipan (10 Pengguna Jasa dan 10 Staf Internal dari 6 peran *back-end*) menghasilkan tingkat keterterimaan sebesar 100%. Dengan demikian, sistem yang dibangun terbukti valid secara fungsional serta dapat diterima dengan baik oleh pengguna dalam mendukung tata kelola pelayanan pengujian laboratorium di BBPOPT.

Kata Kunci: BBPOPT; Laravel 12; Metode Prototype; Pengujian Laboratorium; Sistem Pelayanan.

1. LATAR BELAKANG

Amanat Undang-Undang Nomor 25 Tahun 2009 tentang Pelayanan Publik mengharuskan seluruh instansi pemerintah untuk menyelenggarakan pelayanan yang transparan, akuntabel, dan dapat diakses dengan cepat oleh masyarakat. Balai Besar Peramalan Organisme Pengganggu Tumbuhan (BBPOPT) yang berada di bawah naungan Kementerian Pertanian memiliki fungsi vital dalam memberikan layanan pengujian laboratorium mutu agens hayati, bahan pengendali OPT, serta sampel tanaman. Layanan pengujian ini menjadi rujukan

resmi bagi petani, instansi daerah, perusahaan swasta, dan akademisi dalam memastikan efikasi serta keamanan agens hayati di lapangan.

Sejumlah penelitian terdahulu menunjukkan bahwa digitalisasi layanan berbasis web mampu memangkas tahapan birokrasi dan meningkatkan aksesibilitas informasi layanan laboratorium. Perbaikan alur persetujuan, kecepatan administrasi, dan keakuratan rekam data juga banyak dilaporkan pada implementasi sistem informasi pelayanan berbasis website di berbagai instansi (Fadhila et al., 2025; Kurniawan & Nurhidayat, 2024). Pada konteks manajemen laboratorium secara spesifik, pemanfaatan sistem berbasis web dinilai efektif menaikkan efisiensi dan akurasi laporan pengelolaan (Asmara et al., 2023), terlebih apabila didukung oleh perancangan basis data yang baik agar informasi antarlayanan tidak tumpang tindih (Rachma, 2021). Menerapkan sistem informasi pelayanan jasa uji laboratorium kimia untuk mempercepat pencatatan pengujian (Nuari & Chotijah, 2023). Mengembangkan integrasi fitur sistem informasi manajemen laboratorium guna mempermudah pemantauan alur pengujian (Saputra & Hardiani, 2025). Sementara itu, (Susanto et al., 2021) merancang sistem informasi laboratorium pada puskesmas untuk mengelola data sampel secara terpusat. Kendati penelitian-penelitian tersebut berhasil membangun sistem pelayanan laboratorium, mayoritas studi terdahulu berfokus pada alur pengujian tunggal tanpa mengintegrasikan verifikasi pembayaran Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP), mekanisme pengujian paralel atas banyak sampel, serta alur persetujuan berjenjang (*multi-stage approval workflow*) yang melibatkan pejabat birokrasi instansi pemerintah.

Pada operasional BBPOPT, pengajuan permohonan yang sebelumnya dilakukan secara langsung atau melalui pesan tertulis menghadapi kendala signifikan. Pemohon kesulitan memantau progres pengujian sampel secara mandiri, sementara staf bagian pelayanan harus mencatat ulang dokumen fisik secara manual. Selain itu, alur penerbitan Laporan Hasil Pengujian (LHP) dan Sertifikat Hasil Pengujian (SHP) di BBPOPT mewajibkan persetujuan berjenjang dari Analis Laboratorium, Ketua Tim Kerja Manajemen Mutu dan Pelayanan Laboratorium (Katimker MMPL), Kepala Kelompok Sub-Substansi/Kelompok Fungsi (Kapoksi Yantek), Kepala Bagian Umum, hingga persetujuan akhir dari Kepala Balai. Tanpa adanya sistem informasi terintegrasi dengan pembatasan hak akses berbasis peran (*Role-Based Access Control* / RBAC), alur koordinasi antar-pejabat tersebut rentan mengalami penumpukan berkas dan ketidakjelasan status dokumen.

Berdasarkan kesenjangan antara kebutuhan alur pelayanan resmi di BBPOPT dan keterbatasan solusi pada penelitian sejenis terdahulu, penelitian ini bertujuan merancang dan

membangun Sistem Informasi Pelayanan Pengujian Laboratorium berbasis web pada BBPOPT.

Kontribusi utama penelitian ini terletak pada perancangan dan penerapan arsitektur *Role-Based Access Control* (RBAC) yang memetakan tujuh hak akses pengguna secara spesifik (Pengguna Jasa, Admin, Analis Lab, Katimker MMPL, Kapoksi Yantek, Kabag Umum, dan Kepala Balai) yang dipadukan dengan *multi-stage approval workflow* pada proses pemeriksaan laporan hasil dan penerbitan sertifikat digital. Selain itu, sistem menyediakan fitur *real-time status tracking* berbasis perubahan status basis data (*event-driven DB status*) yang menghubungkan seluruh siklus layanan secara *end-to-end*, mulai dari pendaftaran permohonan, verifikasi pembayaran billing PNB, penugasan sampel, pengujian laboratorium, hingga penerbitan sertifikat akhir yang terverifikasi.

2. KAJIAN TEORITIS

Digitalisasi Pelayanan Laboratorium dan *Workflow Approval* Berjenjang

Transformasi digital pada institusi pelayanan publik bertujuan mengubah proses bisnis berbasis kertas menjadi alur kerja elektronik yang terkoordinasi secara terpusat. Pada sistem pelayanan laboratorium pemerintah, keabsahan dokumen hasil uji tidak hanya ditentukan oleh akurasi data laboratorium, melainkan juga oleh keabsahan persetujuan berjenjang sesuai kewenangan administratif instansi (Gunawan et al., 2021; Shabrina, 2022). Penerapan *Workflow Approval* berjenjang memastikan bahwa setiap draft dokumen hasil pengujian melewati pemeriksaan bertahap oleh penanggung jawab teknis, manajer mutu, hingga pimpinan instansi sebelum dipublikasikan kepada masyarakat (Siking et al., 2023).

Role-Based Access Control (RBAC) dan Keamanan Informasi Akses Sistem

Role-Based Access Control (RBAC) merupakan model keamanan sistem informasi yang mengelompokkan hak akses pengguna berdasarkan peran (*role*) dan fungsi pekerjaan dalam organisasi (Fakhri et al., 2024). Menurut (Alfarisi et al., 2023), penerapan RBAC pada sistem pelayanan kesehatan dan laboratorium berbasis kerangka kerja modern (seperti Laravel) mencegah terjadinya manipulasi data serta unauthorized access antar-modul. Pada konteks BBPOPT, RBAC mengisolasi wewenang setiap akun pengoperasian; sebagai contoh, Analis Laboratorium hanya berwenang memasukkan data hasil uji dan menyusun draft laporan, Katimker dan Kapoksi melakukan pengujian validasi substansi, sedangkan Kepala Balai memegang otorisasi persetujuan final sertifikat.

Metodologi Pengembangan Perangkat Lunak *Prototype*

Pengembangan sistem informasi pada penelitian ini mengadopsi kerangka kerja *Prototype* (Rahanyamtel & Susanto, 2026). Berbeda dari metode sekuensial linier (*Waterfall*), metode *Prototype* memungkinkan pembuatan representasi antarmuka awal secara cepat untuk dievaluasi oleh calon pengguna akhir. Siklus *Prototype* berjalan melalui lima tahap berkesinambungan:

- a. Communication (Komunikasi): Mengumpulkan kebutuhan operasional melalui wawancara dan observasi langsung mengenai alur kerja pelayanan laboratorium di BBPOPT.
- b. Quick Plan & Modeling (Perencanaan Cepat dan Pemodelan): Merancang arsitektur sistem, struktur basis data (ERD), alur Use Case, dan perancangan *wireframe* antarmuka.
- c. Construction of Prototype (Konstruksi Prototipe): Mengembangkan aplikasi berbasis Laravel 12, MySQL, dan Tailwind CSS/Blade templates.
- d. Deployment, Delivery & Feedback (Penyerahan dan Evaluasi): Mempresentasikan prototipe kepada staf laboratorium dan pengguna jasa untuk memperoleh masukan perbaikan.

Iterative Refinement (Penyempurnaan Berulang): Memperbaiki fungsi dan alur antarmuka berdasarkan umpan balik pengguna hingga prototipe disetujui untuk diuji secara penuh.

3. METODE PENELITIAN

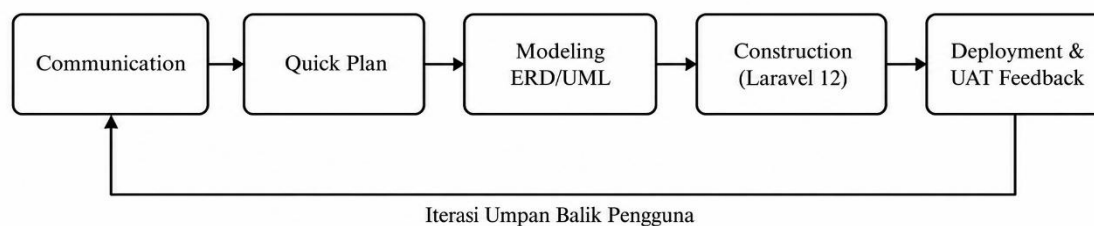
Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif yang dipadukan dengan pengujian fungsional dan pengujian penerimaan pengguna (*User Acceptance Testing*). Objek penelitian berada pada Balai Besar Peramalan Organisme Pengganggu Tumbuhan (BBPOPT) yang berlokasi di Jatisari, Karawang, Jawa Barat. Pengumpulan data dilakukan melalui tiga teknik utama:

- a. Observasi Langsung: Mengamati tahapan penerimaan sampel, verifikasi berkas, dan penyusunan laporan di Laboratorium BBPOPT.
- b. Wawancara Terstruktur: Menggali kebutuhan fungsional dari Koordinator Laboratorium, Staf Pelayanan Publik, dan Analis Kimia/Biologi.
- c. Studi Dokumen: Menganalisis Standar Operasional Prosedur (SOP) Pengujian Laboratorium BBPOPT, form permohonan pengujian, serta format Sertifikat Hasil Pengujian resmi.

Prosedur Pelaksanaan Metode *Prototype*

Pengembangan aplikasi dilaksanakan dalam lima tahapan berkesinambungan sesuai metodologi *Prototype*, sebagaimana dirinci pada gambar alur pengembangan:



Gambar 1. Metode *Prototype*.

Sumber: Hasil Penelitian (2026).

- a. Tahap 1 (*Communication*): Identifikasi masalah operasional dan alur birokrasi 7 peran pengguna.
- b. Tahap 2 & 3 (*Planning & Modeling*): Penyusunan diagram Use Case, *Activity Diagram*, *Class Diagram*, dan skema basis data relasional db_sip_bbpopt.sql.
- c. Tahap 4 (*Construction*): Pengkodean aplikasi menggunakan Laravel 12 (PHP 8.2), arsitektur MVC, integrasi Eloquent ORM, dan pengujian internal fungsi *controller*.
- d. Tahap 5 (*Deployment & Feedback*): Penyerahan prototipe dalam lingkungan pengujian local/staging untuk diuji oleh staf BBPOPT dan responden pengguna jasa.

Desain Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan melalui dua metode utama:

- a. *Black-Box Testing*: Menguji kesesuaian masukan dan luaran fungsional sistem tanpa melihat struktur kode internal. Pengujian mencakup 16 skenario yang terbagi atas 8 skenario *Front-End* (akses pemohon eksternal) dan 8 skenario *Back-End* (akses pengguna internal BBPOPT), termasuk uji penolakan ekstensi file berbahaya dan uji keamanan otorisasi *route RBAC*.
- b. *User Acceptance Testing* (UAT): Menilai tingkat keterterimaan dan kelayakan sistem bagi pengguna akhir. Responden UAT ditentukan menggunakan teknik *purposive sampling* sejumlah 20 orang partisipan, yang terbagi menjadi dua kelompok:
 - 1) Kelompok 1 (*Front-End* / Pengguna Jasa): 10 orang partisipan dari unsur petani, perusahaan swasta, dan mahasiswa/peneliti yang pernah mengajukan pengujian.
 - 2) Kelompok 2 (*Back-End* / Staf Internal BBPOPT): 10 orang staf yang mewakili seluruh 6 peran internal: 2 orang Admin Pelayanan, 2 orang Analis Laboratorium, 2 orang Katimker MMPL, 2 orang Kapoksi Yantek, 1 orang Kabag Umum, dan 1 orang Kepala Balai.

Instrumen UAT disusun dalam bentuk ceklis kuesioner tugas fungsional dengan opsi penilaian (Berhasil/Sesuai vs Gagal/Tidak Sesuai), yang kemudian dihitung menggunakan rumus persentase keberhasilan UAT:

$$\text{Tingkat Keberhasilan UAT (\%)} = \frac{\text{Jumlah Skenario Berhasil}}{\text{Total Skenario UAT}} \times 100\%$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kebutuhan Sistem dan Matriks Hak Akses (RBAC)

Berdasarkan analisis alur SOP Pelayanan Pengujian BBPOPT, dihasilkan tujuh peran (*role*) pengguna dengan batasan hak akses yang khas. Pembatasan ini diterapkan melalui *middleware* otorisasi role pada kerangka kerja Laravel.

Tabel 1. Matriks Kebutuhan Fungsional dan Hak Akses (RBAC) 7 Aktor Sistem.

Role (Aktor)	Fungsi Utama Dalam Sistem	Hak Akses Operasional	Dokumen / Luaran
User (Pengguna Jasa)	Mengajukan permohonan uji, upload bukti bayar, tracking status, dan download sertifikat.	<i>Create permohonan, Read tracking, Upload bukti bayar, Read & Download sertifikat, Fill IKM.</i>	Draf Permohonan, Bukti Bayar, Sertifikat PDF.
Admin (Administrator)	Verifikasi berkas permohonan, input kode billing PNBPN, alokasi PJ Lab, dan publikasi sertifikat.	<i>Read & Verify permohonan, Create/Upload billing, Assign PJ Lab/Analisis, Upload laporan final.</i>	Kode Billing, Surat Penugasan Lab, Dokumen Terbit.
Analisis Lab	Memproses sampel, menginput data hasil uji laboratorium, dan menyusun draf laporan hasil (LHP).	<i>Read sampel assigned, Create/Edit hasil uji, Create/Edit/Submit LHP, Paraf draf sertifikat.</i>	Hasil Pengujian, Draf LHP (Laporan Hasil Pengujian).
Katimker MMPL	Melakukan validasi tahap 1 terhadap substansi mutu draf LHP dan draf sertifikat.	<i>Read pending approval LHP/Sertifikat, Approve/Reject dengan catatan revisi.</i>	Catatan Validasi Tahap 1, Status Approval Katimker.
Kapoksi Yantek	Melakukan validasi tahap 2 (substansi pelayanan teknis) terhadap draf LHP dan sertifikat.	<i>Read pending approval LHP/Sertifikat, Approve/Reject dengan catatan revisi.</i>	Catatan Validasi Tahap 2, Status Approval Kapoksi.
Kabag Umum	Melakukan verifikasi administrative sign-off dokumen sertifikat pengujian.	<i>Read pending approval sertifikat, Approve/Reject administrative sign-off.</i>	Status Approval Kabag Umum.
Kepala Balai	Otorisasi persetujuan final (<i>final approval</i>) penerbitan Sertifikat Hasil Pengujian (SHP).	<i>Read pending final approval, Approve/Reject final sertifikat, Read ekspor laporan & statistik.</i>	Otorisasi Final SHP, Laporan Rekapitulasi Balai.

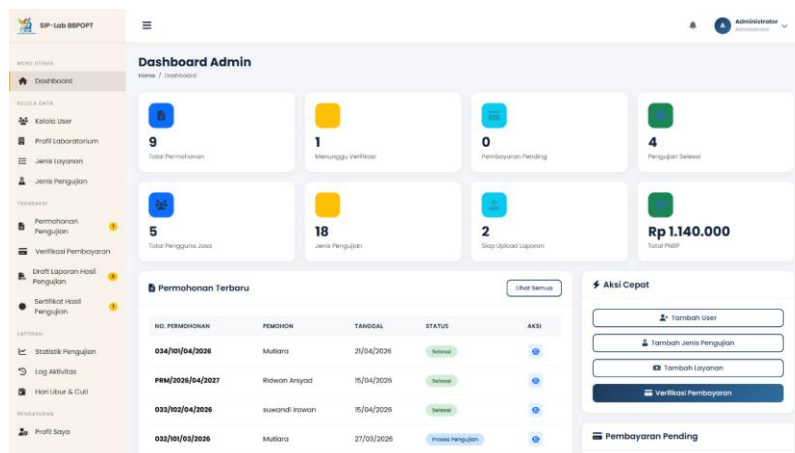
- Relasi users dan roles (1:N): Setiap pengguna terhubung dengan tepat satu peran spesifik melalui *foreign key* role_id pada tabel users.
- Relasi permohonan_pengujian dan sampel_pengujian (1:N): Satu permohonan dari Pengguna Jasa dapat memuat banyak rincian sampel uji melalui *foreign key* permohonan_id.
- Relasi permohonan_pengujian dan pembayaran (1:1): Setiap permohonan memiliki satu rekaman transaksi pembayaran yang mencatat status verifikasi billing PNPB dan bukti transfer via *foreign key* permohonan_id.
- Relasi proses_pengujian dan laporan_hasil (1:1): Penugasan pengujian oleh Analis menghasilkan satu dokumen laporan hasil yang mencatat parameter uji, tanggal selesai, dan catatan laboratorium.
- Relasi laporan_hasil dan validasi_laporan (1:N): Rekam jejak persetujuan berjenjang disimpan pada tabel validasi_laporan melalui *foreign key* laporan_id dan validator_id. Setiap catatan persetujuan atau penolakan revisi dari Katimker, Kapoksi, Kabag Umum, dan Kepala Balai tercatat secara kronologis lengkap dengan stempel waktu (validated_at).
- Integrasi sertifikat hasil: Dokumen sertifikat akhir mengunci kunci tamu permohonan_id.

analisis_id, katimker_id, kapoksi_id, dan kepala_balai_id untuk memastikan seluruh identitas pejabat yang memverifikasi tercatat transparan.

Implementasi Antarmuka dan Mekanisme *Real-Time Status Tracking*

Tampilan Dashboard dan Fitur Utama

Aplikasi dibangun menggunakan Laravel 12 dengan antarmuka responsif. Pengguna Jasa disajikan antarmuka pengajuan permohonan yang intuitif, sedangkan pengguna internal disajikan *dashboard* kerja sesuai tugas pokoknya masing-masing.

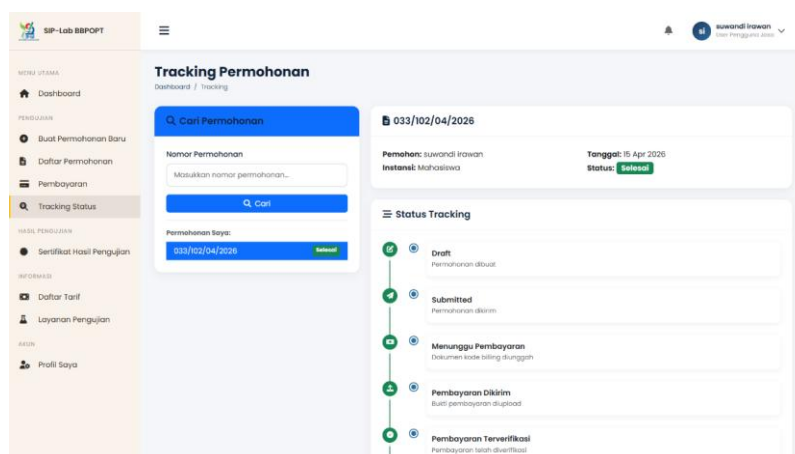


Gambar 3. Tampilan Dashboard Admin.

Sumber: Hasil Penelitian (2026).

Mekanisme Teknis *Real-Time Status Tracking*

Klaim *real-time status tracking* pada sisi Pengguna Jasa dijelaskan secara teknis sebagai pembaruan status berbasis kejadian (*event-driven database status transition*). Setiap kali terjadi tindakan operasional di sisi *back-end* (misalnya Admin mengunggah kode billing, Analis menyelesaikan uji, atau Katimker menyetujui laporan), *controller* sistem secara otomatis memperbarui nilai kolom status pada tabel `permohonan_pengujian` dan mengirimkan rekaman notifikasi ke tabel notifikasi.



Gambar 4. Tampilan Tracking Permohonan pada Halaman Pengguna Jasa.

Sumber: Hasil Penelitian (2026).

Ketika Pengguna Jasa mengakses menu *Tracking*, sistem melakukan query dinamis ke basis data dan menampilkan posisi alur terkini melalui komponen indikator visual progres (*progress bar status*):

Status Alur: → Draf → Verifikasi Admin → Menunggu Pembayaran → Proses Lab
→ Validasi Berjenjang → Sertifikat Terbit

Mekanisme ini memberikan kepastian informasi bagi pemohon secara mandiri tanpa harus menghubungi petugas balai via telepon atau datang langsung ke lokasi.

Hasil Pengujian *Black-Box*

Pengujian fungsional sistem mencakup 16 skenario uji yang terbagi seimbang antara antarmuka pengguna luar (*front-end*) dan antarmuka staf internal (*back-end*). Pengujian dilakukan pada lingkungan peramban Google Chrome v150 dan Mozilla Firefox v153 dalam web server lokal Laravel 12 (PHP 8.2, MySQL 8.0).

Tabel 2. Hasil Rekapitulasi Pengujian *Black-Box Front-End dan Back-End*.

Categorization	Fitur yang Diuji	Skenario Pengujian	Data Input	Expected Output	Actual Output	Status
Front-End	Login	Menginput email & password valid	user: budi@gmail.com, pass: 123456	Masuk ke dashboard user	Sesuai	Valid
Front-End	Login	Menginput password salah	user: budi@gmail.com, pass: wrong	Menolak akses & notifikasi error	Sesuai	Valid
Front-End	Login	Dikosongkan lalu submit	(kosong)	Validasi form wajib diisi	Sesuai	Valid
Front-End	Update Profile	Mengubah data telepon/nama	Nama & No HP baru	Profil diperbarui & pesan sukses	Sesuai	Valid
Front-End	Pengajuan Permohonan	Mengisi form wajib permohonan	Data permohonan lengkap	Permohonan tersimpan di DB	Sesuai	Valid
Front-End	Upload Pembayaran	Unggah file valid (PDF/JPG/PNG)	bukti_transfer.jpg	File terunggah & status berubah	Sesuai	Valid
Front-End	Upload Pembayaran	Unggah format terlarang (.docx/.exe)	laporan.docx	Menolak file & pesan error format	Sesuai	Valid
Front-End	Upload Pembayaran	Submit tanpa memilih file	(kosong)	Validasi file wajib diunggah	Sesuai	Valid
Back-End	Input Data User	Admin menambah user baru	Data NIP & Role valid	User baru tersimpan di DB	Sesuai	Valid
Back-End	Input Data	Admin input	NIP yang sudah	Menolak	Sesuai	Valid

Categorization	Fitur yang Diuji	Skenario Pengujian	Data Input	Expected Output	Actual Output	Status
	User	NIP/Email duplikat	ada di DB	simpan & notifikasi duplikat		
Back-End	Approval Laporan	Katimker/Kapoksi klik Approve	Klik button Approve	Status laporan berubah Approved	Sesuai	Valid
Back-End	Approval Laporan	Katimker/Kapoksi klik Reject	Klik Reject & catatan revisi	Status Rejected & catatan terkirim	Sesuai	Valid
Back-End	Upload Billing	Admin unggah file billing valid	billing_123.pdf	File terunggah & terhubung ke user	Sesuai	Valid
Back-End	Upload Billing	Admin unggah format salah	program.exe	Menolak file & peringatan format	Sesuai	Valid
Back-End	Upload Billing	Admin submit billing kosong	(kosong)	Validasi file billing wajib	Sesuai	Valid
Back-End	Otorisasi RBAC	User biasa akses URL /admin	Access GET /admin/dashboard	Redirect HTTP 403 Forbidden	Sesuai	Valid

Seluruh 16 skenario pengujian *Black-Box* terbukti berjalan 100% sesuai harapan (*valid*). Pengujian validator format berkas dan otorisasi *route* RBAC terbukti mampu mencegah unggahan file berbahaya serta memblokir akses lintas peran.

Hasil User Acceptance Testing (UAT)

Pengujian penerimaan pengguna (*User Acceptance Testing*) dilakukan untuk mengukur tingkat kesesuaian operasional aplikasi menurut penilaian pengguna akhir. UAT melibatkan total 20 orang partisipan.

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil User Acceptance Testing (UAT).

Kelompok Pengguna	Fitur yang Diuji	Partisipan	Skenario Berhasil	Persentase Keberhasilan
Front-End (Pengguna Jasa)	Login, Update Profile, Input Permohonan, Upload Bukti Bayar, Tracking Status, Download Sertifikat	10 Orang	10 dari 10	100%
Back-End (Staf Internal BBPOPT)	Login, Update Profile, Input User, Input Billing, Penugasan PJ Lab, Input Hasil Uji, Validasi Berjenjang (Katimker, Kapoksi, Kabag Umum,	10 Orang (2 Admin, 2 Analis, 2 Katimker, 2 Kapoksi, 1 Kabag Umum, 1 Kepala Balai)	10 dari 10	100%

Kelompok Pengguna	Fitur yang Diuji	Partisipan	Skenario Berhasil	Persentase Keberhasilan
	Kepala Balai)			
Rata-Rata Total	Keseluruhan Modul Sistem	20 Orang	20 dari 20	100%

Pembahasan dan Penafsiran Hasil

Hasil pengujian fungsional *Black-Box* sebesar 100% dan UAT sebesar 100% membuktikan bahwa Sistem Informasi Pelayanan Pengujian Laboratorium BBPOPT telah memenuhi kualifikasi fungsional dan teknis yang dipersyaratkan. Penerapan arsitektur RBAC 7 aktor terbukti berhasil memisahkan wewenang kerja antar-bagian secara tegas, sehingga meminimalisasi risiko penyalahgunaan hak akses.

Dalam konteks operasional BBPOPT, keberadaan alur *multi-stage approval workflow* memberikan kepastian alur dokumen Laporan Hasil Pengujian (LHP) dan Sertifikat Hasil Pengujian (SHP). Setiap tahapan validasi memiliki rekam jejak (*audit trail*) digital pada basis data, termasuk stempel waktu dan catatan revisi jika dokumen dikembalikan oleh pejabat validator. Penemuan ini sejalan dengan studi (Nuari & Chotijah, 2023; Saputra & Hardiani, 2025) yang menyatakan bahwa digitalisasi alur kerja laboratorium yang terstruktur mampu meningkatkan keteraturan administrasi pengujian.

Namun demikian, perlu ditekankan bahwa persentase UAT 100% pada penelitian ini merupakan ukuran kesesuaian fungsional dan penerimaan antarmuka oleh responden uji, bukan bukti kuantitatif atas efisiensi waktu operasional sebelum dan sesudah penerapan sistem.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pengembangan, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa: Sistem Informasi Pelayanan Pengujian Laboratorium berbasis web pada BBPOPT berhasil dibangun menggunakan kerangka kerja Laravel 12 dan metode *Prototype*, dengan mengintegrasikan *multi-stage approval workflow* dan pembatasan hak akses *Role-Based Access Control* (RBAC) pada 7 aktor pengguna. Pengujian fungsional menggunakan metode *Black-Box Testing* terhadap 16 skenario uji (*front-end* dan *back-end*) menunjukkan tingkat kesesuaian sebesar 100% (*valid*), termasuk pada fungsi validasi ekstensi file dan otorisasi *route RBAC*. Evaluasi penerimaan pengguna melalui *User Acceptance Testing* (UAT) yang melibatkan 20 partisipan (10 Pengguna Jasa dan 10 Staf Internal BBPOPT) menghasilkan tingkat penerimaan sebesar 100%, menandakan bahwa aplikasi mudah dipahami

dan siap digunakan dalam operasional pelayanan laboratorium.

Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan metodologis dan teknis yang perlu dinyatakan secara transparan: Verifikasi Pembayaran: Sistem belum terintegrasi secara langsung dengan *payment gateway* resmi Kementerian Keuangan (SIMPONI/MPN G3), sehingga verifikasi bukti transfer pembayaran PNPB masih dilakukan secara konfirmasi manual oleh Admin. Cakupan Responden UAT: Pengujian penerimaan pengguna dibatasi pada 20 responden uji berbasis *purposive sampling*, yang belum mencakup analisis statistik daya guna (*Usability Scale*) secara kuantitatif skala luas. Pengujian Keamanan: Evaluasi keamanan sistem berfokus pada pembatasan otorisasi RBAC dan sanitasi unggahan berkas, belum mencakup pengujian penetrasi (*penetration testing*) komprehensif terhadap kerentanan OWASP Top 10. Metrik Evaluasi Operasional: Penelitian ini belum melakukan pengukuran eksperimental kuantitatif mengenai efisiensi durasi pemrosesan dokumen sebelum dan sesudah implementasi sistem.

Saran Pengembangan

Guna menyempurnakan sistem pada masa mendatang, beberapa saran pengembangan yang direkomendasikan meliputi: Mengintegrasikan sistem dengan layanan *payment gateway* atau sistem billing SIMPONI Kementerian Keuangan untuk otomatisasi verifikasi pembayaran PNPB. Menerapkan Tanda Tangan Elektronik (TTE) tersertifikasi dari Balai Sertifikasi Elektronik (BSrE) pada Sertifikat Hasil Pengujian untuk menjamin keabsahan hukum dokumen digital. Mengimplementasikan autentikasi dua faktor (*Two-Factor Authentication* / 2FA) pada akun Admin dan pejabat pimpinan guna memperkuat keamanan akses basis data laboratorium.

DAFTAR REFERENSI

- Alfarisi, I. A., Priandika, A. T., & Puspaningrum, A. S. (2023). Penerapan Framework Laravel Pada Sistem Pelayanan Kesehatan (Studi Kasus: Klinik Berkah Medical Center). *Jurnal Ilmiah Computer Science*, 2(1), 1–9. <https://doi.org/10.58602/jics.v2i1.11>
- Asmara, A., Judijanto, L., Hita, I. P. A. D., & Saddhono, K. (2023). Media Pembelajaran Berbasis Teknologi: Apakah Memiliki Pengaruh terhadap Peningkatan Kreativitas pada Anak Usia Dini? *Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 7(6), 7253–7261. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v7i6.5728>
- Fadhila, V., Hana, F. M., & Saiful, S. ulya. (2025). Pengembangan Aplikasi Website Untuk Sistem Kepegawaian Yang Berfokus Pada Pengelolaan Cuti Pegawai Di Koperasi Bmt Mubarakah Kudus. *Jurnal SISKOM-KB (Sistem Komputer Dan Kecerdasan Buatan)*, 9(1), 12–17. <https://doi.org/10.47970/siskom-kb.v9i1.867>
- Fakhri, M. M., Muh. Sunan Jaya Irmawan, Ana Sulistiana Alwi, Indah Febriyani Asril, Nur Qirani Ridhaihi, & Della Fadhilatunisa. (2024). Perancangan Sistem Informasi

- Manajemen Karyawan Berbasis Website dengan Metode Waterfall. *Jurnal MediaTIK*, 6(3), 35–44. <https://doi.org/10.59562/mediatik.v6i3.1456>
- Gunawan, R., Yusuf, A. M., Nopitasari, L., Cookson, M. D., Stirk, P. M. R., Muntikah & Razak, M., Gilang Amanah, Utami Mizani Putri, Pol Metra, Fahmi Zahary, Fikri Aditiya Sitorus, Ibnu Faisal, Supiyandi, Mulya, M. F., Rismawati, N., Izzatillah, M., Anwar, S., Dzulqarnain, F., Tukino, T., ... Handayani, S. (2021). Journal of Information System and Computer 01(2021) On-line : <https://journal.unisnu.ac.id/JISTER/> 43. *Bina Insani Ict Journal*, 8(1), 176. <https://doi.org/10.30872/atasi.v4i1.2908%0Adoi:10.3390/microorganisms808114>
- Kurniawan, A., & Nurhidayat, A. I. (2024). Penerapan Sistem Informasi Pelayanan Masyarakat Berbasis Website (Studi Kasus Dinas Sosial dan Pemberdayaan Masyarakat Kota Bontang). *Jurnal Manajemen Informatika*, 2.
- Nuari, A. H., & Chotijah, U. (2023). Intelektiva Penerapan Metode Waterfall pada Sistem Informasi Pelayanan Jasa Uji Laboratorium Kimia. *Intelektiva*, 5(2), 1–6.
- Rachma, K. S. (2021). *PERANCANGAN SISTEM INFORMASI LABORATORIUM PADA LINGKUP AKADEMIK YANG BERBASIS WEBSITE MENUJU PENGELOLAAN LABORATORIUM YANG EFISIEN DAN EFEKTIF*. 32(3), 167–186.
- Rahanyamtel, H., & Susanto, S. (2026). *IMPLEMENTASI PROTOKOL HL7 ORU^R01 PADA SISTEM INFORMASI*. 10(1), 349–355.
- Saputra, D. E., & Hardiani, T. (2025). *Integrasi fitur sistem informasi manajemen laboratorium menggunakan framework Vue . js dan CodeIgniter Integration of laboratory management information system features using Vue . js and CodeIgniter Framework*. 3, 234–245.
- Shabrina, M. (2022). Penerapan Sistem Informasi Laboratorium Klinik Dalam Meningkatkan Mutu Pelayanan Laboratorium. *Teknologi Laboratorium Medis*, 115.
- Siking, A., Koniyo, M. H., & Yassin, R. M. T. (2023). Unified Modelling Language (UML) dalam Perancangan Sistem Informasi Pelayanan Pengujian Material Berbasis Web Pada Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Provinsi Gorontalo. *Journal of System and Information Technology*, 3(2), 204–213.
- Susanto, A., Choirozaq, A., Hakim, M. M., & Rismiyati, R. (2021). Perancangan Sistem Informasi Laboratorium (Studi Kasus Puskesmas Dersalam, Kudus). *Jurnal Masyarakat Informatika*, 12(2), 114–122. <https://doi.org/10.14710/jmasif.12.2.42333>