

Evolution of the Intellectual Property Information System at the Kalimantan Institute of Technology Using the Waterfall Method and Design Thinking

Nur Ali Rajab¹⁾, Arwin Marianta²⁾, Ika Lestari³⁾, Nur Fajri Azhar⁴⁾, dan Bima Prihasto⁵⁾

^{1,2,4,5} Science and Information Technology, Institut Teknologi Kalimantan

³Institute for Research and Community Service, Institut Teknologi Kalimantan

E-mail: nuralirajab03@gmail.com¹⁾, arwinmarinta3@gmail.com²⁾, ika.lestari@staff.itk.ac.id³⁾, fajri@lecturer.itk.ac.id⁴⁾, bima@lecturer.itk.ac.id⁵⁾

ABSTRACT

Intellectual Property (IP) management at the Kalimantan Institute of Technology (ITK) was previously hindered by manual processes using Google Forms and Excel that were time-consuming, non-integrated, and prone to input errors and duplication. This study aims to evolve ITK's Intellectual Property Information System (SIM KI) to be more efficient on the backend and more functional and user-friendly on the frontend. The development methodology adopts a structured Waterfall approach. The backend is designed with Node.js (Express) and PostgreSQL to ensure data reliability, security, and scalability; the frontend is built with React JS, with interface design guided by Design Thinking and focused on stakeholder needs. Verification was conducted comprehensively through Black Box Testing, White Box Testing, User Acceptance Testing (UAT), and the System Usability Scale (SUS). The evolved system successfully supports four major IP types: Copyright, Patents, Trademarks, and Industrial Designs. Backend unit tests validated core logic, transaction integrity, and error handling. Functional testing on the frontend showed all features operated as intended; the SUS evaluation yielded a score of 77.89 (good), while UAT increased from 68% to 76%, indicating higher user acceptance. Overall, the evolved SIM KI delivers a more efficient, reliable, and user-friendly digital platform, enhancing IP management effectiveness within ITK's academic environment. This implementation also streamlines reporting, status monitoring, and analytics, supporting strategic decision-making and cross-unit integration.

Keywords: Intellectual Property; Software Evolution; Waterfall; Design Thinking; Usability; Software Testing.

Evolusi Sistem Informasi Kekayaan Intelektual di Institut Teknologi Kalimantan Menggunakan Metode Waterfall dan Design Thinking

ABSTRAK

Manajemen Kekayaan Intelektual (KI) di Institut Teknologi Kalimantan (ITK) sebelumnya terhambat oleh proses manual berbasis Google Form dan Excel yang memakan waktu, tidak terintegrasi, serta rentan kesalahan input dan duplikasi. Penelitian ini bertujuan mengevolusi Sistem Informasi Kekayaan Intelektual (SIM KI) ITK agar lebih efisien pada sisi *backend* dan lebih fungsional serta mudah digunakan pada sisi *frontend*. Metodologi pengembangan menggunakan pendekatan Waterfall yang terstruktur. Backend dirancang dengan Node.js (Express) dan PostgreSQL untuk memastikan keandalan, keamanan, dan skalabilitas data; *frontend* dikembangkan menggunakan React JS dengan perancangan antarmuka berprinsip *Design Thinking*, berfokus pada kebutuhan pemangku kepentingan. Verifikasi dilakukan komprehensif melalui *Black Box Testing*, *White Box Testing*, *User Acceptance Testing* (UAT), dan *System Usability Scale* (SUS). Sistem hasil evolusi berhasil mendukung empat jenis KI utama: Hak Cipta, Paten, Merek, dan Desain Industri. Pengujian unit pada backend memvalidasi logika inti, integritas transaksi, serta penanganan kesalahan. Pengujian fungsional pada frontend menunjukkan seluruh fitur berjalan sesuai skenario; evaluasi SUS menghasilkan skor 77,89 (kategori baik), sedangkan UAT meningkat dari 68% menjadi 76%, menandakan kenaikan penerimaan pengguna. Secara keseluruhan, SIM KI yang berevolusi menghadirkan platform digital yang lebih efisien, andal, dan ramah pengguna, sehingga meningkatkan efektivitas pengelolaan KI di lingkungan akademik ITK. Implementasi ini juga memudahkan pelaporan, monitoring status, dan analitik, mendukung pengambilan keputusan strategis serta integrasi lintas unit.

Kata Kunci: Kekayaan Intelektual; Evolusi Perangkat Lunak; Metode Waterfall; Design Thinking; Usability; Pengujian Perangkat Lunak.

1. PENDAHULUAN

Perguruan tinggi di Indonesia berperan penting sebagai pusat inovasi dan menghasilkan Kekayaan Intelektual (KI) sebagai aset strategis. Pengelolaan KI yang efektif bukan lagi sekadar tugas administratif, melainkan sebuah keharusan untuk meningkatkan daya saing institusi. Dalam dinamika ini, implementasi sistem informasi (SI) menjadi sangat vital. SI yang dirancang dengan baik dapat mendukung manajemen KI secara efisien, berkontribusi langsung pada peningkatan kualitas riset dan produktivitas akademik secara keseluruhan. Literatur menunjukkan bahwa SI terintegrasi memfasilitasi akses ke informasi relevan, yang penting untuk perlindungan dan pengembangan KI (Khamdamov dkk., 2020).

Penerapan SI dalam manajemen KI di perguruan tinggi di Indonesia juga secara langsung berdampak pada aspek tata kelola (*governance*) dan penjaminan mutu. Dengan adanya sistem pengelolaan data yang tepat, informasi terkait KI dapat diungkapkan secara transparan, yang krusial untuk akuntabilitas pemangku kepentingan. Peningkatan transparansi dalam pengungkapan modal intelektual ini terbukti memberikan nilai tambah bagi reputasi dan akreditasi perguruan tinggi (Herawati dkk., 2020). Selain itu, SI yang kokoh (*robust*) berfungsi sebagai infrastruktur pendukung untuk Sistem Penjaminan Mutu Internal (SPMI), yang bertujuan memperkuat kualitas lulusan (Abdurrahmansyah & Rismawati, 2022). Sistem ini juga memfasilitasi literasi ilmiah dan kolaborasi antar akademisi, yang esensial untuk peningkatan kualitas publikasi (Sucipto dkk., 2022), serta melindungi integritas akademik melalui mekanisme pengelolaan *plagiarisme* yang efektif (Arifuddin dkk., 2022). Urgensi digitalisasi layanan sentra KI diperkuat oleh kebutuhan untuk tata kelola data yang memadai (Saputra, 2023) dan untuk mencegah risiko kehilangan dokumentasi yang sering terjadi pada sistem manual (Sinal dkk., 2023). Digitalisasi ini penting untuk mengakselerasi inovasi dan meningkatkan akuntabilitas pelaporan (Saputra, 2023; Sinal dkk., 2023).

Meskipun urgensi digitalisasi sangat jelas, banyak institusi akademik di Indonesia masih bergantung pada proses manual yang bersifat *ad-hoc* untuk manajemen KI. Praktik yang umum adalah penggunaan alat generik seperti Google Forms untuk pengumpulan data dan Microsoft Excel untuk pelacakan dan pengelolaan. Pendekatan ini menghadirkan berbagai tantangan signifikan. Tantangan utama terletak pada keterbatasan fungsionalitas dan fitur dari kedua platform tersebut yang tidak dirancang untuk memenuhi kebutuhan kompleks manajemen KI. Google Forms, meskipun mudah digunakan untuk pengumpulan data sederhana, tidak mampu mendukung alur kerja interaktif yang diperlukan untuk evaluasi dan analisis pengajuan KI secara mendalam. Di sisi lain, penggunaan Excel untuk data KI yang besar dan kompleks menjadi tidak efisien, rumit, dan tidak mendukung kolaborasi multi-user yang membutuhkan akses simultan (Rachmanto, 2021).

Keterbatasan ini sering kali mengakibatkan potensi kesalahan input data yang dapat merugikan proses manajemen KI.

Selain keterbatasan fungsional, keamanan data menjadi tantangan utama dalam manajemen KI di perguruan tinggi. Informasi KI yang sensitif dan rahasia tidak terlindungi optimal di platform generik seperti Google Forms dan Excel, sehingga berisiko terjadi kebocoran data dan pelanggaran hak (Mashoto, 2022). Masalah kritis lainnya adalah kurangnya integrasi sistem; data dari Google Forms harus diekspor dan diolah manual di Excel, proses yang memakan waktu dan rentan kesalahan manusia. Inefisiensi ini diperparah oleh rendahnya pemahaman dosen dan mahasiswa tentang prosedur KI (Ngwenya & Onyancha, 2023). Literatur menekankan perlunya investasi pada perangkat lunak khusus yang komprehensif untuk manajemen KI di institusi akademik (Suglobov dkk., 2021). Permasalahan serupa terjadi di ITK, di mana sistem saat ini terbatas dan tidak efisien.

Sistem informasi (SI) terintegrasi di perguruan tinggi berperan lebih dari sekadar alat administratif; SI menjadi katalisator inovasi dan pendidikan dengan memfasilitasi kolaborasi antar peneliti, dosen, dan mahasiswa. Platform ini juga mendukung diseminasi pengetahuan dan pelatihan prosedur KI secara digital, sehingga meningkatkan pemahaman hukum dan manajemen KI (Abdal dkk., 2022; Ahmad dkk., 2022; Sudjana, 2021). SI terintegrasi memungkinkan pemantauan portofolio KI lintas departemen, mendukung audit, serta memastikan kepatuhan hukum dan responsivitas terhadap perubahan regulasi (Li dkk., 2022).

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menguraikan desain, implementasi, dan evaluasi komprehensif dari evolusi perangkat lunak Sistem Informasi Kekayaan Intelektual (SIM KI) di Institut Teknologi Kalimantan (ITK). Studi ini mengisi kesenjangan literatur dengan menyajikan studi kasus holistik yang merinci pendekatan evolusi dual-pronged, Pertama yakni evolusi backend menggunakan metodologi Waterfall dengan Node.js (*Express*) dan PostgreSQL untuk memperluas fungsionalitas dari dua menjadi empat jenis KI; dan kedua yakni evolusi frontend menggunakan React, mengintegrasikan Design Thinking dalam kerangka Waterfall untuk menciptakan antarmuka (UI/UX) yang berpusat pada pengguna. Kebaruan penelitian terletak pada dokumentasi transisi dari alur kerja manual terfragmentasi ke platform digital terpadu dan validasi empiris keberhasilannya melalui pengujian Black Box, White Box (*Unit Testing*), UAT, dan SUS, memberikan bukti peningkatan efisiensi dan kepuasan pengguna di lingkungan akademik ITK.

Penelitian ini berfokus pada evolusi perangkat lunak Sistem Informasi Kekayaan Intelektual (SIM KI) di lingkungan internal Institut Teknologi Kalimantan (ITK). Ruang lingkup utama adalah transisi dari sistem manual yang terfragmentasi (berbasis Google Forms dan Excel)

menjadi platform digital terintegrasi yang lebih efisien dan andal.

2. RUANG LINGKUP

Secara fungsional, penelitian ini mencakup perluasan manajemen KI dari dua jenis (Hak Cipta dan Paten) menjadi empat jenis, dengan penambahan fungsionalitas penuh untuk Merek dan Desain Industri. Secara teknis, ruang lingkup dibagi menjadi dua area, yakni Backend yang meliputi perancangan arsitektur dan implementasi API RESTful menggunakan tumpukan teknologi Node.js (Express) dan sistem manajemen basis data PostgreSQL. Kemudian Frontend dimana mencakup perancangan ulang antarmuka (UI/UX) menggunakan metodologi Design Thinking dan implementasinya menggunakan pustaka React JS untuk meningkatkan interaksi dan pengalaman pengguna.

Metodologi pengembangan dibatasi pada penggunaan metode Waterfall untuk keseluruhan alur proyek. Proses verifikasi sistem mencakup pengujian fungsional (Black Box), pengujian struktur internal (White Box unit testing), serta evaluasi penerimaan pengguna melalui System Usability Scale (SUS) pada tahap prototipe dan User Acceptance Testing (UAT) pada sistem final. Penelitian ini tidak mencakup analisis komparatif dengan metodologi pengembangan lain (seperti Agile) atau implementasi sistem di luar lingkup ITK.

3. BAHAN DAN METODE

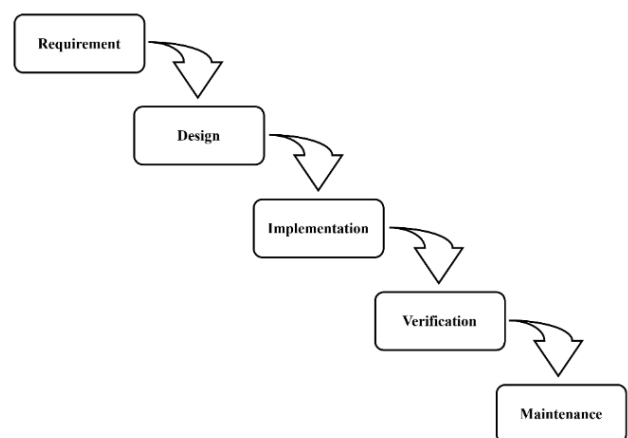
Penelitian ini mengadopsi metodologi pengembangan perangkat lunak yang terstruktur untuk mengelola evolusi Sistem Informasi Kekayaan Intelektual (SIM KI) di Institut Teknologi Kalimantan (ITK). Pendekatan utama yang dipilih adalah metode Waterfall. Metode ini dipilih karena sifatnya yang terstruktur, sistematis, dan berurutan, di mana setiap fase harus diselesaikan secara penuh sebelum beralih ke fase berikutnya (Rudianto & Achyani, 2022). Model ini memberikan gambaran yang jelas mengenai alur pengembangan, yang sangat cocok untuk proyek evolusi perangkat lunak di mana spesifikasi dan kebutuhan fungsional, meskipun diperluas, dapat didefinisikan secara jelas di awal. Evolusi sistem ini mencakup dua alur kerja paralel yang dikelola dalam kerangka kerja Waterfall: pengembangan *backend* dan pengembangan *frontend*. Proses evolusi ini mengikuti lima tahapan sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 1. Tahapan tersebut meliputi Analisis Kebutuhan (*Requirement*), Perancangan (*Design*), Implementasi (*Implementation*), Verifikasi (*Verification*), dan Pemeliharaan (*Maintenance*). Setiap tahapan diaplikasikan secara komprehensif pada kedua sisi pengembangan (*backend* dan *frontend*) untuk memastikan transisi yang koheren dari sistem manual sebelumnya ke platform digital yang terintegrasi penuh.

3.1 Tahap 1: Analisis Kebutuhan (*Requirement*)

Tahap pertama dalam metodologi ini adalah analisis kebutuhan, yang berfokus pada pengumpulan dan pendefinisian spesifikasi sistem. Proses ini dilakukan

melalui observasi terhadap sistem manual (Google Forms dan Excel) yang ada sebelumnya dan wawancara mendalam dengan pemangku kepentingan utama, yaitu Kepala Pusat Sentra KI ITK.

Untuk evolusi *backend*, analisis ini mengidentifikasi kebutuhan untuk memperluas fungsionalitas sistem dari hanya mengelola dua jenis KI (Hak Cipta dan Paten) menjadi empat jenis KI, dengan menambahkan fungsionalitas penuh untuk Merek dan Desain Industri. Kebutuhan fungsional yang teridentifikasi, seperti validasi kredensial, manajemen notifikasi, dan pemrosesan pengajuan, didokumentasikan secara rinci (lihat pada Tabel 1 dan 2). Selain itu, kebutuhan non-fungsional seperti ketersediaan sistem, kompatibilitas platform, dan integrasi *frontend* juga ditetapkan (lihat pada Tabel 3).



Gambar 1. Tahapan Metode Waterfall

Figure 1. Waterfall Method Stages

Tabel 1. Kebutuhan Fungsional Utama

Table 1. Main Functional Requirements

ID	Functional Requirement	Actor
SRS-FR-01	Store user registration data (Inventor, Reviewer)	Guest, Inventor, Reviewer
SRS-FR-02	Validate login credentials	Guest, Inventor, Reviewer, Admin, Super Admin
SRS-FR-03	Send password reset email	Inventor, Reviewer
SRS-FR-04	Provide data for the homepage	Guest, Inventor, Reviewer
SRS-FR-05	Download supporting documents	Inventor, Reviewer
SRS-FR-06	Upload supporting documents	Admin, Super Admin
SRS-FR-07	Manage notifications (store, send, update)	Inventor, Reviewer, Admin
SRS-FR-08	Send email notifications	Admin, Reviewer
SRS-FR-09	Update user profile data	Inventor, Reviewer
SRS-FR-10	Validate and update user password	Inventor, Reviewer

SRS-FR-11	Provide submission progress data	Inventor, Reviewer
SRS-FR-12	Provide detailed submission information	Inventor, Reviewer
SRS-FR-13	Process changes to intellectual property submission data	Inventor, Reviewer
SRS-FR-14	Receive and validate completed submission documents	Admin, Reviewer
SRS-FR-15	Process revised submission documents	Inventor, Reviewer
SRS-FR-16	Delete submission data from the database	Inventor, Admin, Super Admin
SRS-FR-17	Process selection of submission scheme	Inventor
SRS-FR-18	Verify and process payment confirmation	Inventor, Admin
SRS-FR-19	Provide review assignment data for Reviewer	Admin, Super Admin
SRS-FR-20	Update submission progress based on Reviewer input	Reviewer

Tabel 2. Kebutuhan Fungsional Tambahan (Evolusi)
Table 2. Additional Functional Requirements (Evolution)

ID	Functional Requirement	Actor
SRS-FR-21	Add new types of submissions for trademarks and industrial designs	Inventor
SRS-FR-22	Manage types of submissions for trademarks and industrial designs	Reviewer, Admin, Super Admin
SRS-FR-23	System sends email notifications according to user activities	Guest, Inventor, Reviewer, Admin, Super Admin

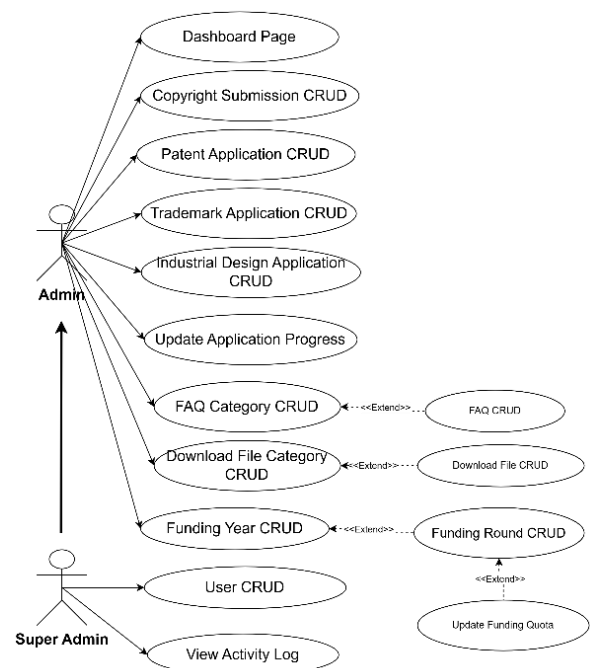
Untuk evolusi *frontend*, analisis kebutuhan diintegrasikan dengan dua tahap awal metode Design Thinking. Tahap *Empathize* (Empati) dilakukan melalui wawancara dan observasi pengguna terhadap sistem lama (lihat Tabel 4). Tahap *Define* (Pendefinisian) digunakan untuk mensintesis temuan menjadi permasalahan yang jelas, seperti alur pengajuan yang membingungkan, tampilan antarmuka yang tidak konsisten dan kurang menarik, serta kesulitan dalam menemukan dokumen atau informasi.

Tabel 3. Kebutuhan Non-Fungsional
Table 3. Non-Functional Requirements

ID	Kebutuhan Non Fungsional
SRS-NFR-01	The backend must be continuously available and connected to the internet to ensure accessibility from anywhere.
SRS-NFR-02	The backend must be compatible with multiple platforms and operating systems (Windows, Linux, macOS).
SRS-NFR-03	The backend must be easily integrable with various frontends.

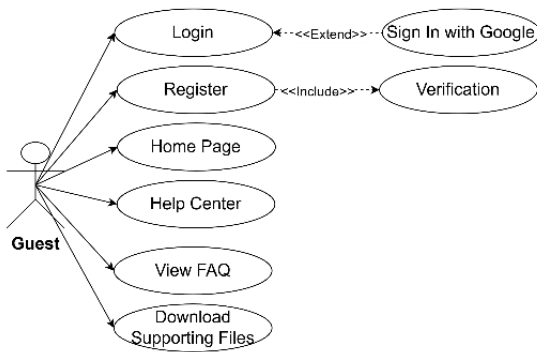
3.2 Tahap 2: Perancangan (Design)

Pada tahap perancangan, seluruh kebutuhan yang telah didefinisikan pada *blueprint* sistem yang komprehensif. Perancangan ini mencakup arsitektur *backend*, struktur basis data, desain fungsional, dan desain antarmuka pengguna (*frontend*). Perancangan *backend* berfokus pada pemilihan tumpukan teknologi (*tech stack*) dan desain basis data. Teknologi Node.js dengan *framework* Express dipilih karena kemampuannya dalam pemrosesan asinkron yang efisien, sehingga ideal untuk menangani banyak interaksi pengguna dalam sistem informasi. Untuk sistem manajemen basis data relasional (RDBMS), PostgreSQL dipilih karena keandalannya (*robustness*), integritas data, dan kemampuannya menangani kueri yang kompleks. Struktur basis data yang dirancang untuk mengelola entitas seperti pengguna, pengajuan (*submissions*), jenis KI (paten, hak cipta, merek, desain industri), dan progres, divisualisasikan menggunakan *Entity Relationship Diagram* (ERD), seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.



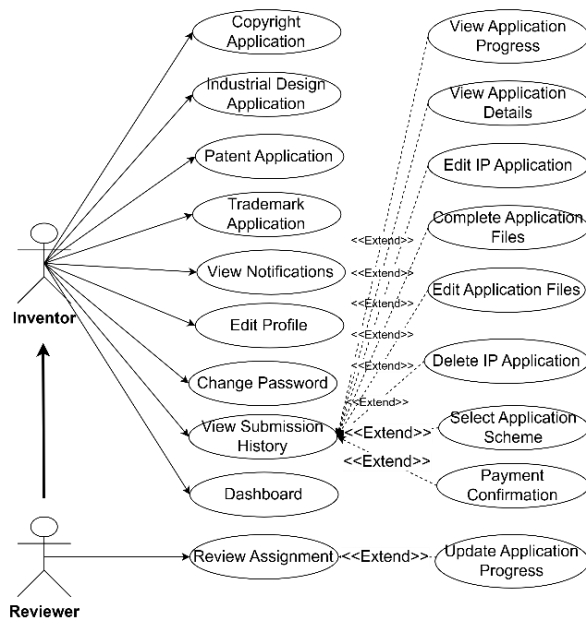
Gambar 2. Use Case Diagram Super Admin dan Admin

Figure 2. Use Case Diagram for Super Admin and Admin



Gambar 3. Use Case Diagram Guest

Figure 3. Use Case Diagram for Guest



Gambar 4. Use Case Diagram User dan Reviewer

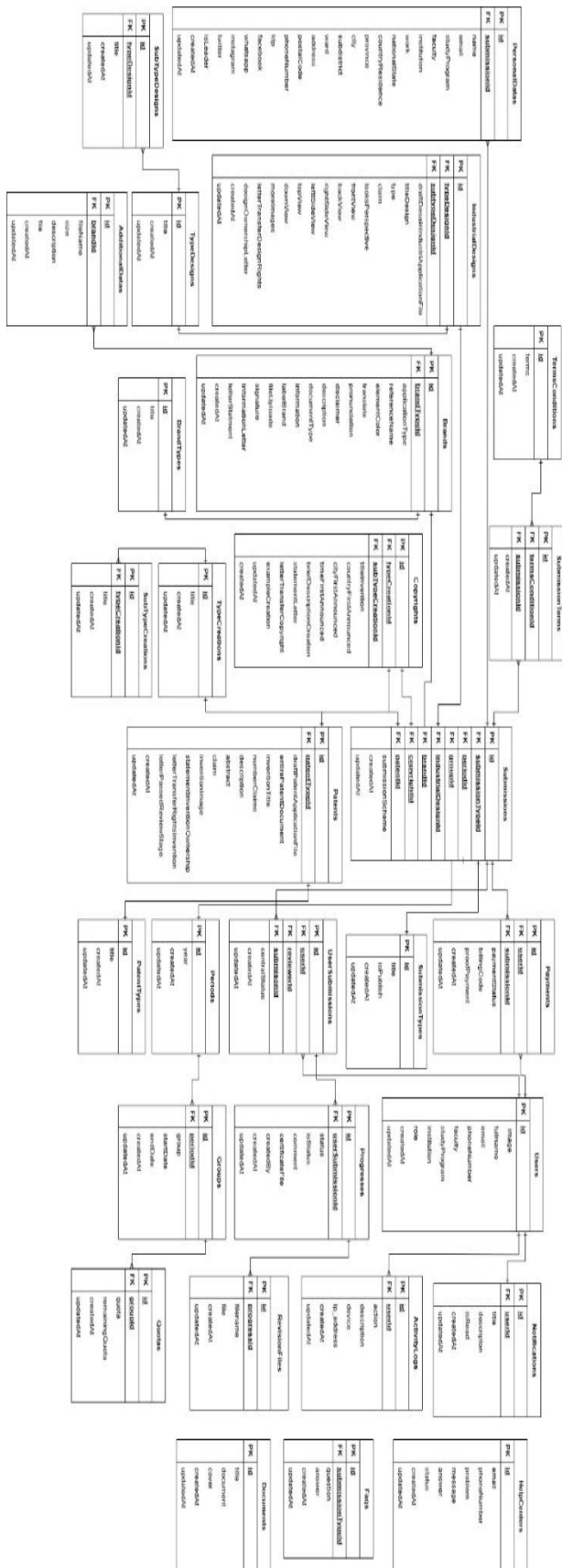
Figure 4. Use Case Diagram for User and Reviewer

Perancangan fungsional sistem, yang memetakan interaksi antara pengguna (aktor) dan sistem, dirancang menggunakan *Use Case Diagram*. Diagram ini memvisualisasikan fungsionalitas yang dapat diakses oleh setiap aktor, mulai dari *Guest*, *Inventor* (Penemu/Pencipta), *Reviewer*, *Admin*, hingga *Super Admin* (Gambar 2, 3, dan 4).

3.3 Tahap 3: Implementasi (*Implementation*)

Tahap implementasi adalah proses penerjemahan hasil rancangan ke dalam kode program yang fungsional. Proses ini kembali dibagi menjadi dua alur kerja utama. Implementasi *backend* melibatkan penulisan kode sisi server menggunakan Node.js dan *framework* Express. Fokus utama adalah membangun *Application Programming Interface* (API) RESTful yang aman dan efisien sebagai perantara antara basis data PostgreSQL dan aplikasi *frontend*. Proses implementasi *backend* didahului dengan penulisan *unit testing* (pengujian unit) menggunakan Jest untuk memverifikasi fungsionalitas

setiap komponen sebelum integrasi penuh. Implementasi *frontend* melibatkan pengembangan antarmuka pengguna interaktif menggunakan pustaka React JS. React JS dipilih karena pendekatannya yang berbasis komponen, memungkinkan pembuatan UI yang modular dan dapat digunakan kembali (*reusable*). Untuk mengelola data dan alur status (*state*) aplikasi yang kompleks, seperti status login pengguna, data formulir pengajuan yang multi-tahap, dan data progres—manajemen state global diterapkan menggunakan Redux. Komunikasi data antara frontend (React/Redux) dan *backend* (Node.js API) ditangani menggunakan Axios.



Gambar 5. ERD dari SIM KI
Figure 5. ERD of the SIM KI

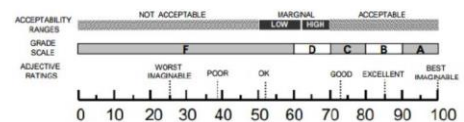
3.4 Tahap 4: Verifikasi (Verification)

Tahap verifikasi adalah fase krusial untuk memastikan bahwa sistem yang diimplementasikan telah sesuai dengan kebutuhan yang didefinisikan pada Tahap 1 dan bebas dari kesalahan (*bug*). Penelitian ini menerapkan desain pengujian komprehensif yang memvalidasi sistem dari berbagai perspektif metodologis.

Pengujian *White Box* difokuskan pada verifikasi struktur internal dan logika kode *backend*. Dalam penelitian ini, pengujian white box diimplementasikan sebagai Unit Testing menggunakan *framework Jest*. Pengujian ini menargetkan controller API secara spesifik untuk memastikan setiap fungsi (misalnya, registrasi, login, reset password, update progres) beroperasi sesuai harapan.

Pengujian *Black Box* dilakukan untuk memvalidasi fungsionalitas sistem dari perspektif pengguna akhir, tanpa melihat struktur kode internal (Ginting dkk., 2022). Pengujian ini berfokus pada skenario penggunaan (*use case*). Pada sisi *backend*, pengujian ini menggunakan tabel keputusan untuk memvalidasi logika bisnis yang kompleks. Pada sisi *frontend*, pengujian *black box* memverifikasi skenario fungsional utama, termasuk alur registrasi, login, pengajuan keempat jenis KI (Hak Cipta, Paten, Merek, Desain Industri), dan fitur-fitur administratif.

Verifikasi *frontend* tidak hanya berfokus pada fungsionalitas, tetapi juga pada penerimaan dan pengalaman pengguna. Tahap *Test* dari metode Design Thinking diimplementasikan menggunakan *System Usability Scale* (SUS). SUS adalah kuesioner standar industri untuk mengukur usability (kebergunaan) sebuah sistem secara kuantitatif (Ferbangkara dkk., 2023).



Gambar 6. Indikator Nilai SUS
Figure 6. SUS Score Indicators

Selanjutnya, setelah sistem *frontend* selesai diimplementasikan, *User Acceptance Testing* (UAT) dilakukan untuk memvalidasi bahwa sistem akhir telah memenuhi kebutuhan dan harapan pengguna dalam konteks nyata (Suprpto, 2021). UAT dilakukan terhadap 5 pengguna menggunakan parameter kuesioner dari penelitian sebelumnya.

3.5 Tahap 5: Pemeliharaan (Maintenance)

Tahap terakhir dari metode Waterfall adalah pemeliharaan. Tahap ini merupakan fase pasca-implementasi di mana sistem yang telah berjalan akan terus diawasi. Kegiatan dalam tahap ini mencakup pemantauan kinerja sistem, perbaikan *bug* yang mungkin ditemukan seiring penggunaan, serta perencanaan pembaruan dan peningkatan fungsionalitas di masa mendatang untuk memastikan sistem dapat terus

beradaptasi dengan kebutuhan Sentra KI ITK yang terus berkembang.

4. PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil dari proses evolusi Sistem Informasi Kekayaan Intelektual (SIM KI) di Institut Teknologi Kalimantan (ITK), yang mencakup hasil implementasi fitur-fitur baru pada *backend* dan *frontend*, serta hasil verifikasi melalui serangkaian pengujian.

4.1 Hasil Implementasi

Tahap implementasi berhasil menerjemahkan rancangan sistem yang telah disusun ke dalam artefak perangkat lunak yang fungsional, baik pada sisi *backend* maupun *frontend*. Evolusi ini secara signifikan mentransformasi sistem manual sebelumnya menjadi platform digital yang terintegrasi.

Pada sisi *backend*, implementasi berfokus pada pembangunan logika bisnis dan infrastruktur data menggunakan Node.js dengan *framework* Express dan basis data PostgreSQL, sesuai dengan rancangan arsitektur. Keberhasilan utama implementasi *backend* adalah perluasan fungsionalitas sistem untuk mendukung empat jenis pengajuan KI: Hak Cipta, Paten, Merek, dan Desain Industri, melampaui kapasitas sistem sebelumnya yang hanya mencakup dua jenis. Selain perluasan cakupan KI, sejumlah fitur baru yang krusial berhasil diimplementasikan untuk meningkatkan efisiensi dan pengalaman pengguna. Integrasi *login* menggunakan akun Google diimplementasikan untuk menyederhanakan proses autentikasi, memanfaatkan protokol otentikasi modern seperti OAuth 2.0. Fitur notifikasi email otomatis juga berhasil ditambahkan untuk memberitahukan pengguna (*Inventor*, *Reviewer*, *Admin*) mengenai pengajuan baru atau perubahan status pengajuan, yang diharapkan dapat meningkatkan responsivitas dan keterlibatan pengguna. Selanjutnya, dashboard manajemen yang menyediakan ringkasan data pengajuan secara *real-time*, fitur pencarian dan penyaringan data (*filtering*) yang canggih, serta kemampuan untuk mengekspor laporan data pengajuan ke dalam format PDF dan Excel juga berhasil diimplementasikan. Penggunaan Express terbukti efisien dalam menangani permintaan, sejalan dengan temuan studi komparatif. Keseluruhan implementasi *backend* ini menghasilkan serangkaian endpoints API RESTful yang terstruktur dan siap dikonsumsi oleh aplikasi *frontend*.

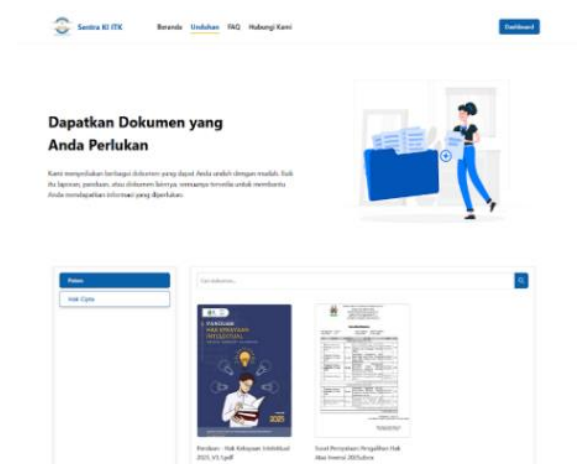
Secara paralel, implementasi *frontend* berfokus pada penerjemahan *prototype* yang dihasilkan dari proses *Design Thinking* menjadi antarmuka pengguna (UI) yang interaktif dan responsif. Sesuai dengan rancangan, *frontend* dibangun menggunakan pustaka React JS, dengan manajemen state global ditangani oleh Redux. Komunikasi dengan API *backend* dilakukan melalui Axios. Implementasi ini secara fundamental mengubah pengalaman pengguna dibandingkan dengan sistem manual sebelumnya.

Tabel 4. Hasil Wawancara (Tahap *Empathize*)
Table 4. Interview Results (Empathize Stage)

No	Problem
1	The user interface is unattractive and inconsistent
2	The information provided is not sufficiently informative
3	The submission workflow is confusing
4	It is difficult to find FAQs and downloadable documents
5	Users cannot view the password they have entered
6	The system does not provide feedback during ongoing processes
7	User and reviewer roles are separated into different accounts

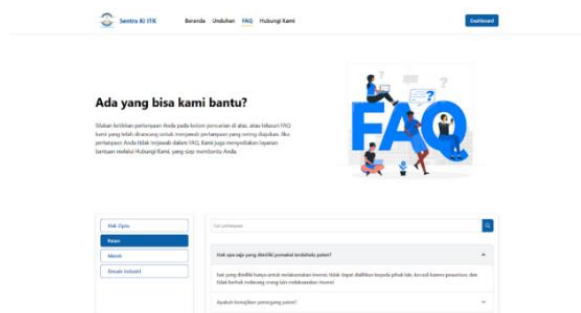


Gambar 7. Halaman *Login* Hasil Implementasi
Figure 7. Implemented Login Page



Gambar 8. Halaman Berkas Unduhan Hasil Implementasi

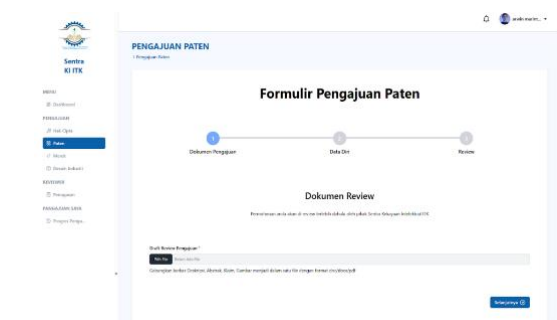
Figure 8. Implemented Download Files Page



Gambar 9. Halaman FAQ Hasil Implementasi
Figure 9. Implemented FAQ Page



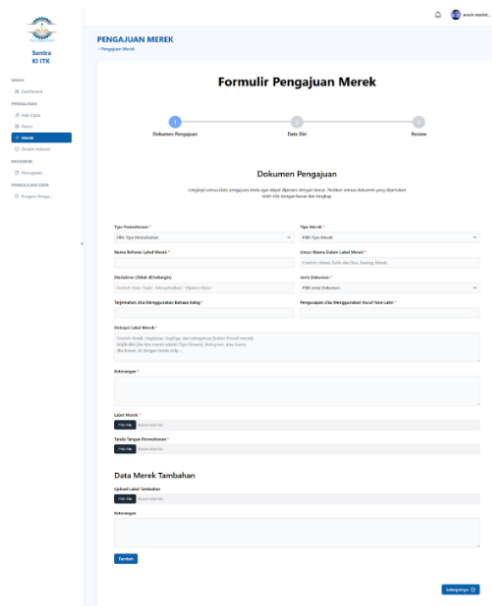
Gambar 10. Halaman Pengajuan Hak Cipta Hasil Implementasi
Figure 10. Implemented Copyright Submission Page



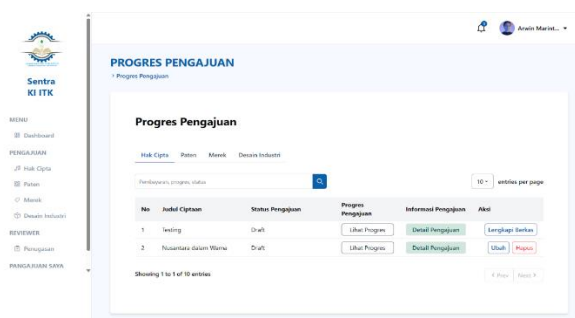
Gambar 11. Halaman Pengajuan Paten Hasil Implementasi
Figure 11. Implemented Patent Submission Page



Gambar 12. Halaman Pengajuan Desain Industri Hasil Implementasi
Figure 12. Implemented Industrial Design Submission Page



Gambar 13. Halaman Pengajuan Merek Hasil Implementasi
Figure 13. Implemented Trademark Submission Page



Gambar 14. Halaman Histori Pengajuan Hasil Implementasi
Gambar 14. Halaman Histori Pengajuan Hasil Implementasi

Implementasi antarmuka ini secara langsung mengatasi permasalahan yang diidentifikasi pada tahap *Empathize*. Tampilan antarmuka dibuat lebih menarik dan konsisten secara visual. Informasi pada halaman Beranda, FAQ (Gambar 9), dan Unduhan (Gambar 8) disajikan lebih informatif dengan deskripsi tambahan dan pengorganisasian berdasarkan kategori serta penambahan fitur pencarian. Alur pengajuan yang sebelumnya membingungkan dirombak menjadi proses wizard multi-tahap yang terstruktur (Gambar 10, 11, 12, 13, dan 14), memberikan panduan visual yang jelas kepada pengguna. Fitur "lihat password" ditambahkan pada halaman *Login* (Gambar 7). Indikator *loading* diimplementasikan pada tombol aksi untuk memberikan umpan balik visual saat proses sedang berlangsung. Terakhir, peran *user* dan *reviewer* diintegrasikan ke dalam satu akun untuk menyederhanakan alur kerja pengguna yang memiliki kedua peran tersebut.

4.2 Hasil Verifikasi

Tahap verifikasi dilakukan secara sistematis untuk memastikan bahwa SIM KI yang telah diimplementasikan berfungsi sesuai dengan spesifikasi kebutuhan dan bebas dari bug atau anomali. Penelitian ini menerapkan pendekatan pengujian berlapis yang mengkombinasikan *Black Box Testing*, *White Box Testing* (melalui Unit Testing), *User Acceptance Testing* (UAT), dan *System Usability Scale* (SUS), sebuah kombinasi yang valid secara metodologis untuk evaluasi sistem informasi yang komprehensif.

Pengujian *Black Box* difokuskan pada validasi fungsionalitas sistem dari perspektif pengguna akhir, tanpa memerlukan pengetahuan tentang struktur kode internal. Teknik ini krusial untuk memastikan bahwa sistem memenuhi persyaratan fungsional yang telah ditetapkan. Dalam penelitian ini, teknik *Equivalence Partitioning* (Pembagian Kelas Ekuivalensi) dan *Boundary Value Analysis* (Analisis Nilai Batas) digunakan untuk merancang kasus uji (*test cases*) yang efisien namun representatif. Selain itu, *Decision Table Testing* (Pengujian Tabel Keputusan) juga dimanfaatkan untuk memvalidasi logika bisnis yang melibatkan banyak kondisi.

Pengujian *Black Box* pada fitur-fitur krusial *backend*, seperti *Login* dan Pengajuan (*Submission*), menunjukkan hasil yang memuaskan. Untuk fitur *Login*, pengujian *use case* (Tabel 5) dan pengujian tabel keputusan (Tabel 6) memvalidasi bahwa sistem mampu menangani skenario kredensial valid dan invalid secara benar, termasuk kondisi email belum terverifikasi, sesuai dengan ekspektasi. Untuk fitur Pengajuan, pengujian *use case* (Tabel 7) mengonfirmasi bahwa sistem berhasil mengirimkan notifikasi email kepada Admin dan Reviewer saat pengajuan baru dibuat. Pengujian tabel keputusan (Tabel 8) lebih lanjut memvalidasi berbagai kombinasi kondisi input, ketersediaan file, kelengkapan data personal, dan status autentikasi pengguna, memastikan sistem memberikan respons yang tepat (sukses atau gagal dengan pesan error yang sesuai) untuk setiap skenario.

Tabel 5. Hasil Pengujian Use Case Login (Backend)

Table 5. Use Case Testing Results: Login (Backend)

ID	Test Description	Expected Result	Test Result	Conclusion
UC-01-1	User enters a valid username and password	System responds with successful login and provides a token	As Expected	Passed
UC-01-2	User enters an incorrect username and correct password	System displays the message "Incorrect username or password"	As Expected	Passed

UC-01-3	User enters a correct username and incorrect password	System displays the message "Incorrect username or password"	As Expected	Passed
---------	---	--	-------------	--------

Tabel 6. Hasil Pengujian Tabel Keputusan Login (Backend)

Table 6. Decision Table Testing Results: Login (Backend)

Condition	TC-01	TC-02	TC-03	TC-04
Email found (valid)	F	T	T	T
Password match (valid)	–	F	T	T
Email verified	–	–	F	T
Output	Login failed: "The email and password you entered are incorrect" (401)	Login failed: "The email and password you entered are incorrect" (401)	Login failed: "Email has not been verified. A verification link has been resent to your email." (401)	Login successful, role and token returned, activity log saved (200)

Tabel 7. Hasil Pengujian Use Case Notifikasi Pengajuan (Backend)

Table 7. Use Case Testing Results: Submission Notification (Backend)

ID	Test Description	Expected Result	Test Result	Conclusion
UC-07-1	Inventor submits a new application	System sends an email notification to Admin and Reviewer regarding the new submission	As Expected	Passed

Tabel 8. Hasil Pengujian Tabel Keputusan Pengajuan Merek (Backend)

Table 8. Decision Table Testing Results: Trademark Submission (Backend)

Condition	TC-01	TC-02	TC-03	TC-04	TC-05
All required input fields are filled (body)	T	T	F	T	T
All main files are	T	F	T	T	T

available (label, signature, etc.)					
Additional files and description are provided	T	T	T	F	T
Complete personal data and ID card (KTP) are available	T	T	T	F	T
User is authenticated (valid JWT token)	T	T	T	T	F
Output	Brand successfully created, email sent to admin, activity log recorded (200)	Uploaded file: incomplete (400)	Failed: to parse data or empty field (500)	Failed: incomplete personal data/I D card, validation failed (500)	Failed: User not authenticated (401)

Pada sisi *frontend*, pengujian *Black Box* secara komprehensif mencakup 17 skenario fungsional utama yang mewakili alur kerja pengguna dalam sistem. Hasil pengujian yang dirangkum dalam Tabel 9 menunjukkan bahwa seluruh skenario yang diuji, mulai dari Registrasi, Login, akses Beranda, melihat FAQ dan Dokumen Unduhan, mengirim pesan melalui Pusat Bantuan, melihat Progres Pengajuan, hingga melakukan Pengajuan untuk keempat jenis KI, serta fungsi-fungsi administratif seperti melengkapi atau memperbarui berkas dan melihat penugasan *review*, berjalan sesuai dengan hasil yang diharapkan dan dinyatakan "Berhasil". Temuan ini mengindikasikan bahwa fungsionalitas inti sistem telah terimplementasi dengan benar dari perspektif pengguna.

Tabel 9. Hasil Pengujian Black Box (Frontend)
Table 9. Black Box Testing Results (Frontend)

No	Test Description	Expected Result	Test Result	Conclusion
1	Register	Successfully register and user is redirected to account verification information page	Registration successful and user redirected to verification page	Passed
2	Login	Successfully login and	Login successful	Passed

No	Test Description	Expected Result	Test Result	Conclusion
		system redirects user to dashboard page based on user role	and user redirected to dashboard	
3	Home	System displays home page content	System displays home page content	Passed
4	View FAQ	System displays FAQ based on category	System displays questions and answers by category	Passed
5	Download Document	System processes the document to be downloaded and saves it to the user's device	System downloads and saves document to user's device	Passed
6	Help Center	System sends message to admin and displays success message	System displays success message	Passed
7	View Submission Progress	System displays all stages with their respective statuses	System displays progress with submission status	Passed
8	Copyright Submission	Copyright submission data successfully added and error message displayed	Data successfully added and error message displayed	Passed
9	Patent Submission	Patent submission data successfully added and error message displayed	Data successfully added and error message displayed	Passed
10	Trademark Submission	Trademark submission data successfully added and error message displayed	Data successfully added and error message displayed	Passed
11	Industrial Design Submission	Industrial design submission data successfully added and	Data successfully added and error message displayed	Passed



No	Test Description	Expected Result	Test Result	Conclusion
12	Update Submission Progress	error message displayed	System displays success message	Passed
		Submission progress data successfully updated and system displays success message		
13	Update Submission Quota Data	Data successfully updated and displays success message	System displays success message	Passed
14	Complete Submission Documents	Sistem akan menampilkan formulir yang digunakan pengguna untuk melengkapi berkas pengajuan	System displays success message	Passed
15	Update Submission Documents	Sistem akan menampilkan formulir perbaikan berkas yang berisi dokumen dan keterangan dari admin serta formulir untuk mengunggah ulang dokumen	System displays success message and redirects to submission history	Passed
16	Select Submission Scheme	Sistem akan menampilkan formulir untuk memilih skema pengajuan	System displays success message	Passed
17	System displays all tasks assigned by admin	Sistem akan menampilkan seluruh penugasan yang diberikan admin	System displays assignment data	Passed

Berbeda dengan *Black Box Testing*, pengujian *White Box* bertujuan untuk memverifikasi logika internal, struktur, dan alur program pada kode backend. Dalam penelitian ini, pengujian *White Box* diimplementasikan melalui Unit Testing menggunakan *framework* Jest pada aplikasi backend Node.js. Pengujian ini secara spesifik menargetkan controller API untuk memastikan setiap unit fungsionalitas beroperasi secara independen sesuai rancangan. Hasil pengujian unit untuk *Authentication Controller*, yang menangani fungsi-fungsi kritis seperti registrasi, login (standar dan Google), verifikasi email, dan reset password, menunjukkan tingkat keberhasilan

yang tinggi. Sebagaimana didokumentasikan dalam Tabel 10 dan divisualisasikan pada Gambar 15, keseluruhan 23 kasus uji (*test cases*) yang dirancang untuk controller ini berhasil dieksekusi tanpa kegagalan (Status: *Success*). Ini memberikan keyakinan bahwa logika inti terkait autentikasi dan manajemen akun pengguna telah diimplementasikan dengan benar.

Tabel 10. Hasil Unit Testing Authentication Controller (Backend)

No	Controller	Feature	Case	Status
1	Authentication Controller	GET Me With Token	Login Then Profile	Success
2			Register And Verify	Success
3		POST Register	Email Already Used	Success
4			Profanity Detected	Success
5			User Not Found	Success
6			POST Login	Password Is Incorrect
7		Email Is Not Verified	Success	
8		Login Is Successful	Success	
9		POST Login Google	Google Login Success	Success
10			Email Verify Success	Success
11			Invalid Or Expired Token	Success
12		GET Verify Email	User Not Found	Success
13			Already Verified	Success
14		Missing Token Param	Success	
15		POST Send Email Reset Password	Send Email Success	Success
16			Missing Email Field	Success
17		User Not Found	Success	
18			Internal Server Error	Success
19			Missing Token Param	Success
20		POST Reset Password	Missing newPassword	Success
21			Password Mismatch	Success
22			User Not Found	Success

23	Reset Password Success	Success
----	------------------------------	---------

Tabel 11. Hasil Unit Testing Update Progress Status (Backend)

Table 11. Unit Testing Results for Update Progress Status (Backend)

No	Feature	Case	Status
1	Update Progress	Success Update Submission Progress	Success
2	Status	Usersubmission Not Found	Success
3		Handle Server Error	Success

```

PASS test/Auth.api.spec.js
GET Me With Token
  ✓ login then profile (166 ms)
POST Register
  ✓ register and verify (115 ms)
  ✓ email already used (53 ms)
  ✓ profanity detected (21 ms)
POST Login
  ✓ user not found (19 ms)
  ✓ password is incorrect (20 ms)
  ✓ email is not verified (17 ms)
  ✓ login is successful (20 ms)
POST Login Google
  ✓ google login success (28 ms)
GET Verify Email
  ✓ email verify success (16 ms)
  ✓ invalid or expired token (18 ms)
  ✓ user not found (16 ms)
  ✓ already verified (15 ms)
  ✓ missing token param (2 ms)
POST Send Email Reset Password
  ✓ send email success (16 ms)
  ✓ missing email field (18 ms)
  ✓ user not found (15 ms)
  ✓ internal server error (15 ms)
POST Reset Password
  ✓ missing token param (15 ms)
  ✓ missing new password (14 ms)
  ✓ password mismatch (13 ms)
  ✓ user not found (14 ms)
  ✓ reset password success (12 ms)

Test Suites: 1 passed, 1 total
Tests: 23 passed, 23 total
Snapshots: 0 total
Time: 3.502 s, estimated 4 s
Run all test suites matching /test/Auth.api.spec.js/i

```

Gambar 15. Hasil Eksekusi Unit Testing Authentication Controller
Gambar 15. Results of Unit Testing Execution for Authentication Controller

Pengujian unit juga dilakukan terhadap fitur krusial lainnya, yaitu pembaruan status progres pengajuan (Update Progress Status). Fitur ini penting untuk melacak kemajuan setiap pengajuan KI dalam sistem. Hasil pengujian, seperti yang diringkas dalam Tabel 11 dan ditunjukkan pada Gambar 16, mengonfirmasi bahwa ketiga skenario yang diuji—yaitu, pembaruan status berhasil, penanganan kasus ketika data pengajuan tidak ditemukan (*Usersubmission Not Found*), dan penanganan kesalahan server internal (*Handle Server Error*), berhasil dieksekusi (Status: *Success*). Hasil ini menunjukkan bahwa logika internal untuk manajemen progres pengajuan, termasuk penanganan kondisi normal dan kondisi error, telah berfungsi sesuai harapan. Secara keseluruhan, hasil pengujian *White Box (Unit Testing)* pada komponen-komponen kritis *backend* menunjukkan bahwa logika internal dan alur program telah diimplementasikan sesuai dengan rancangan dan berfungsi dengan benar pada *level unit*.

```

PASS test/UpdateProgress.api.spec.js
PATCH /api/v1/user-submission/submission-progress/:id
  ✓ success update submission progress (168 ms)
  ✓ UserSubmission not found (41 ms)
  ✓ handle server error (50 ms)

Test Suites: 1 passed, 1 total
Tests: 3 passed, 3 total
Snapshots: 0 total
Time: 2.206 s, estimated 3 s
Run all test suites matching /test/UpdateProgress.api.spec.js/i

```

Gambar 16. Hasil Eksekusi Unit Testing Update Progress Status

Figure 16. Results of Unit Testing Execution for Update Progress Status

Verifikasi pada sisi *frontend* melampaui sekadar pengujian fungsional (*Black Box*) dan mencakup evaluasi terhadap penerimaan (*acceptance*) dan kebergunaan (*usability*) sistem oleh pengguna akhir. Dua metode utama digunakan: *System Usability Scale (SUS)* dan *User Acceptance Testing (UAT)*. Pengukuran *usability* dilakukan pada tahap prototype menggunakan SUS, sebuah kuesioner standar industri yang terdiri dari 10 pertanyaan (diringkas dalam Tabel 12) untuk menghasilkan skor kuantitatif antara 0-100. Pengujian SUS melibatkan 19 responden yang berinteraksi dengan *prototype high-fidelity* yang dirancang menggunakan Figma. Hasil perhitungan skor SUS dari respons kuesioner (Tabel 13) menghasilkan skor rata-rata akhir sebesar 77.89. Mengacu pada skala interpretasi SUS (Gambar 6), skor ini termasuk dalam kategori "Baik" (*Good*) dan berada di atas rata-rata industri (umumnya dianggap sekitar 68). Hasil ini mengindikasikan bahwa desain antarmuka baru yang dihasilkan melalui pendekatan *Design Thinking* memiliki tingkat *usability* yang baik dan diterima secara positif oleh calon pengguna pada tahap perancangan.

Tabel 12. Ringkasan Pertanyaan Kuesioner
Table 12. Summary of Questionnaire Items

No	Question	Score
1	I feel that I will frequently use this new version of Sentra KI.	1-5
2	I feel that this new version of Sentra KI is too complicated to use.	1-5
3	I feel that this new version of Sentra KI is easy to understand and use.	1-5
4	I need to learn a lot to be able to use this new version of Sentra KI well.	1-5
5	I find it easier to perform tasks using this new version of Sentra KI.	1-5
6	I feel that I need technical assistance to use this new version of Sentra KI.	1-5
7	I feel that other users can easily use this new version of Sentra KI quickly.	1-5
8	I feel that there are many inconsistencies in this new version of Sentra KI.	1-5
9	I find the appearance of this new version of Sentra KI attractive and well-organized.	1-5
10	I need to familiarize myself first before using this new system.	1-5

Tabel 13. Hasil Perhitungan Skor Kuesioner

Table 13. Results of Questionnaire Score Calculations

Respondent	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Total	Score (Total x 2.5)
User 1	4	2	4	2	4	2	4	2	5	2	31	77.5
User 2	3	1	5	2	5	1	4	2	5	2	34	85.0
User 3	4	1	5	2	4	2	5	2	4	2	33	82.5
User 4	4	2	4	4	4	2	5	2	5	2	30	75.0
User 5	5	2	5	3	4	2	4	2	5	4	30	75.0
User 6	4	2	5	2	5	2	4	1	5	2	34	85.0
User 7	4	2	4	4	4	3	3	2	4	3	25	62.5
User 8	4	2	4	3	4	3	4	2	4	3	27	67.5
User 9	4	1	5	2	5	2	5	1	5	2	36	90.0
User 10	4	2	5	3	5	3	4	1	5	2	32	80.0
User 11	4	4	4	4	5	4	4	2	5	2	26	65.0
User 12	4	2	5	2	5	2	5	1	5	1	36	90.0
User 13	5	1	5	2	5	2	5	1	5	2	37	92.5
User 14	4	2	4	4	4	2	7	3	5	3	30	75.0
User 15	4	2	4	2	4	3	4	2	4	3	28	70.0
User 16	4	1	5	3	5	2	5	1	5	3	34	85.0
User 17	4	1	5	2	4	2	4	2	4	2	32	80.0
User 18	5	2	5	4	5	4	4	2	4	4	27	67.5
User 19	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	30	75.0
Average Score (Final Result)											77.89	

Setelah sistem *frontend* selesai diimplementasikan, *User Acceptance Testing* (UAT) dilakukan untuk memvalidasi penerimaan sistem akhir oleh pengguna dalam skenario penggunaan yang mendekati nyata. UAT melibatkan 5 pengguna yang mewakili peran berbeda dalam sistem (*Inventor, Reviewer, Admin*) dan menggunakan kuesioner yang sama dengan yang digunakan untuk mengevaluasi sistem lama (sebagaimana disebutkan dalam catatan penelitian *frontend*). Hasil UAT pada sistem baru (Tabel 14) menunjukkan tingkat penerimaan yang sangat positif. Seluruh responden (100%) menyatakan "Sangat Setuju" bahwa aplikasi baru sangat berguna dan dapat memenuhi kebutuhan mereka. Mayoritas responden juga menyatakan "Sangat Setuju" (60%) atau "Setuju" (40%) bahwa aplikasi mudah digunakan, memiliki tampilan menarik, dan responsif. Skor rata-rata keseluruhan untuk kategori "Sangat Setuju" mencapai 76%. Angka ini menunjukkan peningkatan signifikan dibandingkan dengan skor UAT sistem lama sebesar 68% (seperti yang dilaporkan dalam catatan penelitian *frontend*). Peningkatan sebesar 8% ini secara kuantitatif membuktikan bahwa evolusi sistem informasi berhasil meningkatkan penerimaan dan kepuasan pengguna akhir secara nyata.

Secara ringkas, hasil verifikasi melalui kombinasi pengujian Black Box, White Box, SUS, dan UAT menunjukkan bahwa SIM KI ITK yang telah dievolusi tidak hanya berfungsi sesuai dengan spesifikasi fungsional dan teknis, tetapi juga menunjukkan peningkatan signifikan dalam hal usability dan penerimaan oleh pengguna akhir.

Tabel 14. Hasil Pengujian UAT
Table 14. User Acceptance Testing (UAT) Results

No	Question	Strongly Agree	Agree	Disagree	Strongly Disagree
1	Is the application very useful?	100%	0%	0%	0%
2	Is the application easy to use?	60%	40%	0%	0%
3	Does the application meet user needs?	100%	0%	0%	0%
4	Does the application have an attractive interface?	60%	40%	0%	0%
5	Does the application respond quickly when accessed?	60%	40%	0%	0%
Average		76%	24%	0%	0%

Secara ringkas, hasil verifikasi melalui kombinasi pengujian Black Box, White Box, SUS, dan UAT menunjukkan bahwa SIM KI ITK yang telah dievolusi tidak hanya berfungsi sesuai dengan spesifikasi fungsional dan teknis, tetapi juga menunjukkan peningkatan signifikan dalam hal usability dan penerimaan oleh pengguna akhir.

5. KESIMPULAN

Evolusi Sistem Informasi Kekayaan Intelektual (SIM KI) di Institut Teknologi Kalimantan (ITK) telah berhasil mentransformasi proses manajemen KI dari metode manual yang tidak efisien menjadi platform digital terintegrasi. Implementasi *backend* menggunakan Node.js (Express) dan PostgreSQL berhasil memperluas cakupan sistem untuk mengelola empat jenis KI (Hak Cipta, Paten, Merek, Desain Industri) serta menambahkan fitur-fitur krusial seperti notifikasi email otomatis, login Google, dan ekspor laporan. Secara paralel, evolusi *frontend* yang dirancang menggunakan Design Thinking dan diimplementasikan dengan React JS secara signifikan meningkatkan pengalaman pengguna, mengatasi permasalahan alur kerja yang membingungkan dan inkonsistensi antarmuka.

Hasil verifikasi komprehensif melalui *Black Box Testing*, *White Box Testing (Unit Testing)*, *System Usability Scale (SUS)*, dan *User Acceptance Testing (UAT)* secara konsisten menunjukkan keberhasilan evolusi ini. Fungsionalitas sistem terbukti berjalan sesuai spesifikasi, logika internal *backend* terverifikasi andal, dan yang terpenting, persepsi pengguna terhadap usability (skor SUS 77.89 - "Baik") dan penerimaan

sistem (skor UAT meningkat menjadi 76%) menunjukkan peningkatan yang nyata. Temuan ini mengimplikasikan bahwa sistem baru tidak hanya lebih efisien secara operasional tetapi juga lebih diterima dan mudah digunakan oleh sivitas akademika ITK.

Studi ini berkontribusi sebagai studi kasus penerapan metodologi hibrida (Waterfall dengan Design Thinking) dalam konteks evolusi sistem informasi akademik di Indonesia. Penelitian lebih lanjut dapat difokuskan pada analisis dampak jangka panjang sistem ini terhadap produktivitas KI di ITK dan eksplorasi integrasi dengan sistem universitas lainnya.

6. SARAN

Berdasarkan keberhasilan evolusi sistem ini, penelitian selanjutnya disarankan untuk berfokus pada integrasi SIM KI dengan sistem informasi universitas lainnya, seperti Sistem Informasi Akademik (SIKAD) atau sistem informasi Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) ITK. Integrasi ini akan menciptakan ekosistem data yang lebih holistik dan mengurangi redundansi data. Selain itu, perlu dilakukan analisis dampak jangka panjang untuk mengukur pengaruh sistem baru ini secara kuantitatif terhadap peningkatan produktivitas, efisiensi waktu, dan jumlah pendaftaran KI yang berhasil di ITK.

7. REFERENSI

- Abdal, N. M., Rauf, B. A., Yusri, Y., Mantasiah, R., & Hasmawati, H. (2022). PKM Peningkatan Pemahaman Dosen Mengenai Hak Kekayaan Intelektual Melalui IP-Training (Intellectual Property Training). *Pengabdian*, 3(2). <https://doi.org/10.26858/pengabdian.v3i2.40326>
- Abdurrahmansyah, A., & Rismawati, I. (2022). Peningkatan Kualitas Perguruan Tinggi Melalui Sistem Penjamin Mutu Dengan Pendekatan Total Quality Management. *Jurnal Perspektif*, 6(2), 154. <https://doi.org/10.15575/jp.v6i2.177>
- Ahmad, R. F., Suyitno, I., Kurniawan, T., & Anggoro, B. K. (2022). Manajemen Pengetahuan Model SECI Di UPT Perpustakaan Universitas Negeri Malang. *Jolla Journal of Language Literature and Arts*, 2(12), 1768–1779. <https://doi.org/10.17977/um064v2i122022p1768-1779>
- Arifuddin, A., Arafiq, A., Fitriana, E., & Udin, U. (2022). Sosialisasi Seluk-Beluk Plagiarisme Kepada Guru-Guru Yang Berstatus Mahasiswa Magister Bahasa Inggris Unram. *Jurnal Pendidikan Dan Pengabdian Masyarakat*, 5(1), 72–78. <https://doi.org/10.29303/jppm.v5i1.3399>
- Ferbangkara, S., Mardiana, M., Arinto, F. X., Sulistiyanti, S. R., Khairudin, K., Sulistiono, W. E., & Muhammad, M. A. (2023). Usability of Lampung Heritage Virtual Reality Tour. *Journal of Engineering and Scientific Research*, 4(2). <https://doi.org/10.23960/jesr.v4i2.107>
- Ginting, N. B., Afrianto, Y., Wahyudi, E., & Ningrum, L. T. (2022). Design and Development of Web-Based Information System for Office Stationery Procurement Management. *Jurnal Pilar Nusa Mandiri*, 18(1), 65–74. <https://doi.org/10.33480/pilar.v18i1.2995>
- Herawati, L., Ulum, I., & Juanda, A. (2020). Pengungkapan Modal Intelektual Perguruan Tinggi Vokasi Di Indonesia Berdasarkan Instrumen Akreditasi Program Studi (Iaps) 4.0. *Ekuitas (Jurnal Ekonomi Dan Keuangan)*, 4(1), 107–121. <https://doi.org/10.24034/j25485024.y2020.v4.i1.4428>
- Khamdamov, U., Abdullayev, A., Elov, J., & Sultanov, D. (2020). Conceptual Model of the Education Management Information System for Higher Education Institutions. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 9(5), 7295–7300. <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2020/59952020>
- Li, J., Zou, Y., & Li, M. (2022). Synergetic Evolution of the Regional Intellectual Property Management Systems in China Based on Logistic Model. *Managerial and Decision Economics*, 43(8), 3736–3750. <https://doi.org/10.1002/mde.3625>
- Mashoto, K. O. (2022). Intellectual Property Management Capacity in Tanzania: Perception of Researchers in Academia and Research Institutions of Health and Allied Sciences. *East African Health Research Journal*, 6(2), 180–188. <https://doi.org/10.24248/eahrj.v6i2.697>
- Ngwenya, S., & Onyancha, O. B. (2023). Diffusion of Intellectual Property Knowledge in Zimbabwean Universities: Tools, Programmes and Strategies. *Global Knowledge Memory and Communication*, 74(1/2), 235–252. <https://doi.org/10.1108/gkmc-10-2022-0234>
- Rachmanto, A. (2021). Analysis and Design of Incoming Mail Filing Information Systems at Universities, by Optimizing the Use of Google Drive. *Proceeding of International Conference on Business Economics Social Sciences and Humanities*, 2, 412–420. <https://doi.org/10.34010/icobest.v2i.300>
- Rudianto, B., & Achyani, Y. E. (2022). Rancang Bangun Sistem Informasi Simpan Pinjam Pada Koperasi Berbasis Web. *Journal of Information System Applied Management Accounting and Research*, 6(1), 77. <https://doi.org/10.52362/jisamar.v6i1.669>
- Saputra, D. F. (2023). Implementasi Sistem Tata Kelola Data Kekayaan Intelektual Di Perguruan Tinggi. *Jurnal Informatika Universitas Pamulang*, 8(4), 627–633. <https://doi.org/10.32493/informatika.v8i4.38562>
- Sinal, M., Widaningsih, Muqit, Abd., Himmah, D. R., & Sukadi, I. (2023). Penguatan Sentra Hak Kekayaan Intelektual (HKI) Di Perguruan Tinggi Sebagai Upaya Perlindungan Hukum Terhadap Kekayaan Intelektual. *Peradaban Journal of Law and Society*,

- 2(2), 184–200.
<https://doi.org/10.59001/pjls.v2i2.136>
- Sucipto, S., Rahmayantis, M. D., Pramesti, Y. S., Sahari, S., Jatmiko, J., Ramadhani, R. A., Mukmin, B. A., & Fauji, D. A. S. (2022). Peningkatan Kualitas Publikasi Ilmiah Melalui Workshop Series Literasi Ilmiah Pada Universitas Nusantara PGRI Kediri. *Kontribusi Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(2), 128–138.
<https://doi.org/10.53624/kontribusi.v2i2.99>
- Sudjana, S. (2021). Pemahaman Hukum Kekayaan Intelektual Bagi Civitas Akademika Di Perguruan Tinggi. *Jurnal Sosioteknologi*, 20(3), 373–382.
<https://doi.org/10.5614/sostek.itbj.2021.20.3.9>
- Suglobov, A. E., Orlova, K. S., Kalliopin, A. K., Katys, P., & Novikov, A. V. (2021). Intellectual Property

- Policy of Universities: Specific Regulation. *Revista Tempos E Espaços Em Educação*, 14(33), e16155.
<https://doi.org/10.20952/revtee.v14i33.16155>
- Suprpto, E. (2021). User Acceptance Testing (UAT) Refreshment PBX Outlet Site BNI Kanwil Padang. *Jurnal Civronlit Unbari*, 6(2), 54.
<https://doi.org/10.33087/civronlit.v6i2.85>

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Institut Teknologi Kalimantan (ITK) atas dukungan pendanaan yang telah diberikan. Penelitian ini dapat terlaksana berkat dukungan penuh melalui skema Hibah Internal ITK, yang sangat berkontribusi pada penyelesaian penelitian ini.