



Perancangan Sistem Marketplace B2B IT Asset *Disposition* dengan *Human Centered Design* pada Relapify

Rachel Adzkia Zahra^{1*}, Ryna Parlyna², Osly Usman³

Bisnis Digital, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Negeri Jakarta, Jakarta, Indonesia^{1,2,3}

*Email Korespondensi: rchladzkie@gmail.com

Diterima: t03-08-2026 | Disetujui: 08-08-2026 | Diterbitkan: 10-08-2026

ABSTRACT

This study aims to design and develop a web-based B2B marketplace prototype called ReLapify as a digital solution for IT Asset Disposition (ITAD) management and transactions in Indonesia. The research addresses several issues, including inefficiencies in IT asset management, information asymmetry in B2B transactions, limited transaction security and legal certainty, and the absence of environmental impact reporting to support corporate ESG implementation. The system was developed using the Waterfall method, consisting of requirements analysis, system design, implementation, testing, deployment, and documentation stages. A Human-Centered Design (HCD) approach based on ISO 9241-210:2019 was applied to ensure that the platform met user needs. The platform was developed using Lovable AI and includes 21 integrated functional modules. System evaluation was conducted through End-to-End (E2E) Testing, Role-Based Access Control (RBAC) Testing, and usability assessment using the System Usability Scale (SUS) involving 30 respondents, consisting of 15 Sellers and 15 Buyers. The E2E and RBAC tests achieved a 100% success rate, while the SUS evaluation obtained an average score of 79.58, categorized as Good and exceeding the acceptable benchmark. The findings indicate that ReLapify meets usability standards and effectively addresses key challenges within the B2B ITAD ecosystem.

Keywords: B2B Marketplace; IT Asset Disposition; Human-Centered Design; System Usability Scale; Waterfall Method; ReLapify

ABSTRAK

Penulisan ini bertujuan merancang dan mengembangkan purwarupa platform *marketplace* B2B berbasis web bernama ReLapify sebagai solusi digital untuk pengelolaan dan transaksi *IT Asset Disposition* (ITAD) di Indonesia. Permasalahan yang diangkat meliputi inefisiensi pengelolaan aset IT, asimetri informasi dalam transaksi B2B, rendahnya keamanan dan kepastian hukum transaksi, serta belum tersedianya pelaporan dampak lingkungan yang mendukung implementasi ESG perusahaan. Pengembangan sistem menggunakan metode Waterfall yang terdiri atas tahap analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, serta *deployment* dan dokumentasi. Pendekatan *Human-Centered Design* (HCD) berdasarkan ISO 9241-210:2019 diterapkan untuk memastikan sistem sesuai dengan kebutuhan pengguna. Platform dibangun menggunakan Lovable AI dan terdiri atas 21 modul fungsional yang terintegrasi. Pengujian dilakukan melalui *End-to-End* (E2E) Testing, *Role-Based Access Control* (RBAC) Testing, dan evaluasi *usability* menggunakan *System Usability Scale* (SUS) terhadap 30 responden yang terdiri dari 15 *Seller* dan 15 *Buyer*. Hasil pengujian E2E dan RBAC menunjukkan tingkat keberhasilan 100%, sedangkan evaluasi SUS memperoleh skor rata-rata 79,58 yang berada pada kategori *Good* dan melampaui ambang batas kelayakan. Hasil penulisan menunjukkan bahwa ReLapify memenuhi standar *usability* serta mampu menjawab kebutuhan utama dalam ekosistem ITAD B2B.

Katakunci: *B2B Marketplace; IT Asset Disposition; Human-Centered Design; System Usability Scale; Metode Waterfall; ReLapify*

Bagaimana Cara Sitasi Artikel ini:

Zahra, R. A., Parlyna, R. ., & Usman, O. (2026). Perancangan Sistem Marketplace B2B IT Asset Disposition dengan Human Centered Design pada Relapify. Ekopedia: Jurnal Ilmiah Ekonomi, 2(3), 6845-6863. <https://doi.org/10.63822/bw7j0p63>

PENDAHULUAN

Perangkat teknologi informasi (IT) telah menjadi tulang punggung operasional organisasi bisnis modern. Seiring ketergantungan yang tinggi terhadap infrastruktur digital, perusahaan dituntut memperbarui perangkat untuk menjaga produktivitas dan keamanan sistem. Fenomena ini memperpendek masa pakai perangkat IT (IT lifecycle) menjadi tiga hingga empat tahun, menciptakan tantangan besar dalam pengelolaan aset, khususnya pada tahap pelepasan aset atau IT Asset Disposition (ITAD). McMahon, Uchendu, dan Fitzpatrick (2023) dalam *Journal of Industrial Ecology* mengungkapkan bahwa alur pelepasan aset IT profesional secara B2B merupakan arus material yang tidak terukur dan tidak terlaporkan dalam sistem pengelolaan limbah elektronik resmi. Studi di Irlandia menemukan 441.261 unit perangkat IT profesional (576 metrik ton) diekspor untuk penggunaan kembali tanpa tercatat dalam skema pelaporan resmi. Hal ini menciptakan blind spot: nilai ekonomi dan dampak lingkungan jutaan perangkat bekas tidak terukur dan tidak diperhitungkan dalam regulasi.

Platform ReLapify hadir sebagai solusi. ReLapify adalah akronim dari Reuse (penggunaan kembali), Laptop (aset utama), dan Simplify (penyederhanaan proses). Fokus pada laptop didasarkan pada data MarketsandMarkets (2024) dan Grand View Research (2024) yang mencatat segmen komputer dan laptop mendominasi pasar ITAD global dengan kontribusi lebih dari 43% total pendapatan industri pada 2024, didorong siklus hidup perangkat yang semakin pendek. Di Indonesia, pasar sekunder aset IT B2B tumbuh pesat namun belum tersedia platform digital yang mampu menjembatani kebutuhan transparansi secara terintegrasi. Ketiadaan standar grading, minimnya digital agreement, dan absennya fitur pelaporan ESG memperlebar kesenjangan antara kebutuhan industri dan solusi digital yang ada.

Studi pra-riset kualitatif kepada pemangku kepentingan utama (seller: praktisi IT dan manajer aset; buyer: pemilik startup dan manajer UMKM) memvalidasi fenomena tersebut. Hasil pra-riset menunjukkan penumpukan aset tidak layak pakai dipandang sebagai risiko operasional dan finansial terbesar bagi penjual, dengan lambatnya administrasi penghapusan aset menyebabkan kerugian depresiasi. Risiko kebocoran informasi melalui perangkat yang dipindahtangankan juga menjadi perhatian krusial, menuntut sertifikasi Data Wiping. Bagi pembeli, transparansi informasi produk melalui sistem grading yang jelas menjadi fondasi utama kepercayaan, disertai ketersediaan sertifikat data wiping dan layanan after-sales. Sistem lelang transparan dipersepsikan paling efektif mencapai nilai ekonomi kompetitif, dengan kritik terhadap harga retail konvensional yang mengalami markup signifikan. Pelaporan dampak lingkungan (ESG) mulai dipandang sebagai komponen strategis laporan tahunan, dengan ketersediaan data reduksi emisi karbon dan volume limbah elektronik yang dikelola sistematis.

Efisiensi anggaran dengan tetap mempertahankan performa teknis menjadi pertimbangan utama startup, sementara sulitnya menemukan unit seragam dalam jumlah besar menjadi kendala terbesar pasar aset IT sekunder. Mekanisme Escrow (rekening bersama) dipandang sebagai instrumen keamanan finansial paling vital, dengan ekspektasi dana 100% aman hingga barang divalidasi fisik. Transparansi informasi dan standarisasi proses bisnis menjadi fondasi kepercayaan ekosistem marketplace B2B. Integrasi legalitas formal (Digital Agreement) dan fleksibilitas finansial (Term of Payment) menjadi nilai tambah krusial bagi startup yang membutuhkan perlindungan hukum sekaligus dukungan arus kas.

Berdasarkan analisis pra-riset, terdapat kesenjangan signifikan antara kebutuhan operasional penjual (kecepatan birokrasi, keamanan data, pelacakan ESG) dengan ekspektasi pembeli (transparansi fisik, kepastian hukum, fleksibilitas pembayaran). Pasar B2B ITAD saat ini belum memiliki infrastruktur

digital yang memitigasi risiko asimetri informasi dan kompleksitas administratif secara bersamaan. Temuan ini memberikan justifikasi kuat bagi pengembangan ReLapify sebagai solusi integratif yang menjembatani standarisasi grading, keamanan escrow, dan legalitas digital agreement.

Alur sistem ReLapify dirancang sebagai ekosistem terintegrasi. Buyer mengakses Auction Catalog dengan filter spesifikasi teknis, grade, harga, dan durasi pemakaian, menelusuri Product Detail untuk informasi lengkap termasuk sertifikat data wiping, dan melanjutkan ke Pay Now yang dilindungi Escrow. Seller mengunggah aset melalui Bulk Upload hingga 100 unit sekaligus, dengan verifikasi data wiping certificate oleh Administrator. Administrator mengawasi ekosistem melalui Admin Dashboard dengan metrik real-time: total pengguna aktif, lelang berjalan, saldo Escrow, dan flagged items.

Rancangan antarmuka high-fidelity dikembangkan dengan pendekatan Human-Centered Design (HCD) sesuai ISO 9241-210:2019. HCD menempatkan kebutuhan, perilaku, dan pengalaman pengguna sebagai titik sentral. Empat aktivitas inti HCD diterapkan: pemahaman konteks penggunaan (pra-riset), penetapan kebutuhan pengguna (fitur bulk upload, ESG dashboard, grading transparan, escrow, Term of Payment), produksi solusi desain (wireframe high-fidelity), dan evaluasi desain (prinsip Nielsen). Prinsip visibilitas status sistem diimplementasikan melalui fitur pelacakan real-time, kesesuaian dengan dunia nyata melalui terminologi bisnis (Escrow, Term of Payment, Digital Agreement), dan fleksibilitas melalui bulk upload dan filtrasi lanjutan. Penerapan HCD menjadi keharusan strategis mengingat kompleksitas ekosistem ITAD yang melibatkan transaksi bernilai tinggi, verifikasi berlapis, dan pertimbangan legalitas ketat.

Berdasarkan uraian tersebut, rumusan masalah dalam penulisan ini adalah: (1) bagaimana merancang platform marketplace B2B ITAD yang mengatasi inefisiensi birokrasi dan penumpukan aset melalui fitur pengelolaan inventaris terstandarisasi; (2) bagaimana mengimplementasikan prinsip HCD dalam merancang antarmuka ReLapify untuk memenuhi kebutuhan transparansi grading dan keamanan data wiping; (3) bagaimana membangun mekanisme transaksi aman melalui integrasi Escrow, Digital Agreement, dan Term of Payment untuk meningkatkan kepercayaan antar entitas bisnis; dan (4) bagaimana menyediakan fitur pelaporan ESG yang memberi nilai tambah bagi laporan keberlanjutan perusahaan penjual. Tujuan penulisan ini adalah mengembangkan rancangan ReLapify sebagai solusi integratif untuk mempercepat proses pelepasan dan pengadaan aset IT di sektor B2B, menerapkan HCD dalam menghasilkan antarmuka intuitif bagi tiga peran pengguna (Admin, Seller, Buyer), merancang sistem transaksi berlegalitas dan keamanan finansial tinggi, serta menghasilkan modul pelaporan limbah elektronik dan reduksi emisi karbon untuk mendukung ekonomi sirkular pada instansi korporasi.

METODE PENELITIAN

Pengembangan platform ReLapify dilaksanakan selama enam bulan, terhitung sejak Januari 2026 hingga Juni 2026. Rentang waktu ini ditetapkan berdasarkan estimasi yang realistis terhadap kompleksitas dan cakupan proyek, mengingat pengembangan platform marketplace B2B dengan tiga peran pengguna yang saling terintegrasi, mekanisme lelang fungsional, sistem escrow, digital agreement, dan modul ESG membutuhkan waktu perancangan dan pembangunan yang tidak dapat dipercepat tanpa mengorbankan kualitas sistem yang dihasilkan. Penetapan durasi enam bulan juga mempertimbangkan dua agenda akademis utama: Seminar Proposal pada April 2026 dan Sidang Akhir Skripsi pada Juni 2026. Pelaksanaan

proyek dilakukan sepenuhnya secara daring, mulai dari perancangan antarmuka, pembangunan sistem, koordinasi revisi desain, hingga pengujian usability kepada partisipan.

Proyek ini adalah perancangan dan pengembangan purwarupa fungsional (*functional prototype*) sebuah platform marketplace berbasis web bernama ReLapify, yang dirancang sebagai solusi digital untuk menjawab permasalahan dalam ekosistem IT Asset Disposition (ITAD) di sektor korporasi Indonesia. Pada tahap pengembangan ini, cakupan aset difasilitasi platform dibatasi pada perangkat laptop korporasi sebagai kategori dengan volume transaksi tertinggi dan karakteristik standarisasi grading yang paling konsisten dalam ekosistem ITAD B2B, sebagaimana didukung oleh data MarketsandMarkets (2024) dan Grand View Research (2024). Luaran utama dari proyek ini adalah purwarupa fungsional berbasis web yang dapat diakses dan dioperasikan langsung melalui browser, mencakup seluruh alur interaksi ketiga peran pengguna.

Proyek ini dikelola dalam satu ekosistem platform yang melayani tiga peran pengguna utama. Administrator adalah pengelola platform yang memiliki akses penuh terhadap seluruh ekosistem sistem, bertanggung jawab menjaga integritas dan keandalan platform secara keseluruhan. Seller adalah entitas korporasi yang ingin melikuidasi aset IT bekas mereka secara efisien dan menguntungkan. Buyer adalah entitas startup, UMKM, atau organisasi yang ingin mengadakan perangkat IT berkualitas dengan harga yang kompetitif. Fitur-fitur unggulan yang membedakan ReLapify dari marketplace umum meliputi sistem verifikasi sertifikat data wiping, mekanisme lelang harga naik (*forward auction*) dengan countdown timer real-time, sistem rekening bersama (*escrow*), kontrak digital (*digital agreement*), dan modul pelaporan ESG.

Proyek ReLapify dikembangkan menggunakan model Waterfall sebagai kerangka kerja System Development Life Cycle (SDLC). Model Waterfall dipilih karena seluruh kebutuhan platform sudah terdefinisi dengan jelas berdasarkan hasil pra-riset pengguna, ReLapify mengintegrasikan fitur-fitur yang secara hukum dan finansial sangat kritis, dan model ini menghasilkan dokumentasi yang komprehensif di setiap fasenya. Proyek ini diimplementasikan dalam lima fase Waterfall yang berjalan secara berurutan sepanjang Januari hingga Juni 2026.

Fase pertama adalah Analisis Kebutuhan (Januari 2026) yang menjadi titik awal dan penentu kualitas semua fase berikutnya. Pada fase ini, kegiatan mencakup studi pra-riset pengguna melalui wawancara terstruktur kepada calon seller dan buyer, pendefinisian kebutuhan fungsional untuk setiap peran pengguna, pendefinisian kebutuhan non-fungsional seperti keamanan, responsivitas, skalabilitas, dan keandalan, serta pemetaan alur kerja multi-peran ke dalam Business Process Flowchart. Fase ini menghasilkan dokumen kebutuhan fungsional dan non-fungsional, grafik hasil pra-riset, serta Business Process Flowchart lengkap.

Fase kedua adalah Perancangan Sistem (Februari-Maret 2026) di mana seluruh kebutuhan yang sudah terdokumentasi diterjemahkan menjadi spesifikasi teknis dan visual. Kegiatan mencakup perancangan arsitektur data melalui pendefinisian entitas-entitas utama sistem beserta atribut dan relasinya, perancangan alur sistem melalui Use Case Diagram dan flowchart terperinci untuk setiap alur bisnis kritis, serta perancangan wireframe dan antarmuka menggunakan Figma. Fase ini menghasilkan Use Case Diagram, flowchart terperinci, serta dokumentasi wireframe antarmuka seluruh halaman platform yang tersimpan di Figma.

Fase ketiga adalah Implementasi (April-Mei 2026) di mana seluruh rancangan diwujudkan menjadi

sistem yang benar-benar dapat dijalankan. Pembangunan dilaksanakan menggunakan Lovable AI, sebuah platform pengembangan aplikasi web berbasis kecerdasan buatan. Pembangunan modul dilakukan dalam tiga kelompok berurutan: Kelompok A (Fondasi Sistem) mencakup setup project, landing page, dan sistem autentikasi multi-peran dengan RBAC; Kelompok B (Modul Inti Multi-Peran) mencakup Seller Dashboard, Bulk Upload, Verification Center, Admin Dashboard, Verification Queue, dan Buyer Auction Catalog; Kelompok C (Modul Transaksi dan Pelaporan) mencakup mekanisme bidding, digital agreement, term of payment, sistem escrow, checkout, order tracking, shipment tracking, receipt and invoice, serta modul ESG dan Chat Center.

Fase keempat adalah Pengujian (Juni 2026) yang terdiri dari tiga dimensi pengujian. Pengujian End-to-End (E2E) memvalidasi integritas seluruh alur bisnis dari titik awal hingga titik akhir tanpa putus. Pengujian Role-Based Access Control (RBAC) memvalidasi keamanan batas akses sistem melalui skenario akses tidak sah. Evaluasi usability dilakukan kepada partisipan menggunakan instrumen System Usability Scale (SUS). Fase ini menghasilkan laporan pengujian E2E, laporan pengujian RBAC, dan laporan evaluasi usability SUS.

Fase kelima adalah Deployment dan Dokumentasi (Juni 2026) yang merupakan finalisasi dan formalisasi seluruh luaran proyek, mencakup penyusunan dokumentasi teknis sistem dan user manual untuk setiap peran pengguna, penyelesaian naskah laporan skripsi, serta presentasi pada forum Sidang Akhir Skripsi.

Pengujian usability merupakan komponen penting dalam proyek ini karena berfungsi sebagai bukti empiris bahwa platform ReLapify yang telah dibangun mudah dipahami dan digunakan oleh individu yang sesungguhnya akan menggunakannya. Populasi sasaran pengujian adalah individu yang secara profil pekerjaan dan pengalamannya relevan dengan dua persona pengguna utama platform. Pengambilan sampel menggunakan teknik convenience sampling dengan 50 partisipan yang terbagi ke dalam dua kelompok: 25 partisipan merepresentasikan Seller (staf IT, manajer aset, staf procurement) dan 25 partisipan merepresentasikan Buyer (pemilik startup, manajer operasional). Pengujian dilakukan secara daring dengan memberikan tautan akses ke platform ReLapify yang sudah berjalan, kemudian partisipan diminta menyelesaikan skenario tugas sesuai peran masing-masing.

Data dikumpulkan dari empat dimensi pengukuran: click-through dan durasi interaksi, pola tapping atau klik tombol, titik kebingungan (*confusion points*), dan skor System Usability Scale (SUS). Skor SUS dikalkulasikan menggunakan formula standar dengan rentang 0-100. Target minimum yang ditetapkan adalah skor SUS sebesar 68 atau lebih, mengacu pada Az Zahraa dan Suryatiningsih (2023) yang menetapkan skor SUS 68 sebagai batas bawah kategori Good yang mengindikasikan sistem sudah memenuhi standar ketergunaan dasar.

Keseluruhan proyek ReLapify didukung oleh serangkaian alat yang dipilih sesuai fungsi spesifik masing-masing. Figma digunakan pada fase perancangan untuk pembuatan dan dokumentasi wireframe antarmuka seluruh halaman. Lovable AI digunakan sebagai platform utama pembangunan purwarupa fungsional. Google Forms digunakan sebagai instrumen pengumpulan data pra-riset dan penyebaran kuesioner SUS. Microsoft Excel digunakan untuk pengolahan data hasil pra-riset dan kalkulasi skor SUS. Google Docs digunakan sebagai platform dokumentasi berkelanjutan sepanjang seluruh proyek.

Tabel 1. Waktu Pelaksanaan Proyek

Periode	Fase	Kegiatan Utama
Januari 2026	Analisis Kebutuhan	Studi pra-riset pengguna, pendefinisian kebutuhan fungsional dan non-fungsional, penyusunan Business Process Flowchart
Februari 2026	Perancangan Sistem (Awal)	Perancangan Use Case Diagram dan flowchart terperinci tiap alur bisnis kritis
Maret 2026	Perancangan Sistem (Lanjutan)	Perancangan dan dokumentasi wireframe antarmuka seluruh halaman platform di Figma
April 2026	Implementasi (Kelompok A & B)	Pembangunan fondasi sistem, autentikasi RBAC, modul Seller, Admin, dan Buyer Catalog menggunakan Lovable AI
Mei 2026	Implementasi (Kelompok C)	Pembangunan modul transaksi lengkap: Bidding, Digital Agreement, Escrow, Checkout, ESG Reporting, dan Chat Center
Juni 2026	Pengujian & Dokumentasi	Pengujian E2E dan RBAC, evaluasi usability SUS kepada 50 partisipan, penyusunan laporan, dan Sidang Akhir

Sumber: Data diolah peneliti (2026)

Tabel 2. Ringkasan Fase Waterfall dan Luaran Utama

Fase	Keterangan	Periode	Luaran Utama
1	Analisis Kebutuhan	Januari 2026	Dokumen kebutuhan fungsional & non-fungsional, grafik pra-riset, Business Process Flowchart
2	Perancangan Sistem	Februari-Maret 2026	Use Case Diagram, flowchart terperinci, dokumentasi wireframe antarmuka (Figma)
3	Implementasi	April-Mei 2026	Seluruh modul ReLapify terbangun dan terintegrasi (Lovable AI)
4	Pengujian	Juni 2026	Laporan pengujian E2E, laporan RBAC, laporan evaluasi SUS
5	Deployment & Dokumentasi	Juni 2026	Dokumentasi teknis, user manual, naskah skripsi final, presentasi sidang

Sumber: Data diolah peneliti (2026)

Tabel 3. Instrumen dan Alat Pengembangan

Alat	Fase Penggunaan	Fungsi Spesifik dalam Proyek
Figma	Fase 2 (Perancangan)	Pembuatan dan dokumentasi wireframe antarmuka seluruh halaman, penyusunan information architecture, anotasi desain
Lovable AI	Fase 3 (Implementasi) & Fase 4 (Pengujian)	Platform utama pembangunan purwarupa fungsional, membangun seluruh modul platform dari fondasi hingga lapisan pelaporan ESG
Google Forms	Fase 1 & Fase 4	Instrumen pengumpulan data wawancara pra-riset dan penyebaran kuesioner SUS kepada 50 partisipan
Microsoft Excel	Fase 1 & Fase 4	Pengolahan data hasil pra-riset untuk visualisasi grafik, kalkulasi skor SUS, dan analisis statistik deskriptif
Google Docs	Seluruh Fase	Penyusunan dan penyimpanan seluruh dokumentasi proyek secara berkelanjutan

Sumber: Data diolah peneliti (2026)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kebutuhan

Fase analisis kebutuhan dilaksanakan pada Januari 2026 melalui pra-survei pemangku kepentingan dari kelompok *Seller* maupun *Buyer* untuk memahami hambatan operasional yang mereka hadapi. Temuan pra-survei dikonsolidasikan menjadi dua belas spesifikasi kebutuhan fungsional (Tabel 4) yang masing-masing dapat ditelusuri ke sumber permasalahan empiris. Seluruh alur interaksi antar ketiga peran (Admin, *Seller*, *Buyer*) dipetakan ke dalam *Business Process Flowchart* sebagai kerangka kerja sistem.

Tabel 4. Spesifikasi Kebutuhan Fungsional Platform ReLapify

Kode	Fitur	Spesifikasi Kebutuhan Fungsional	Sumber Temuan
F-01	Inventaris & Listing	Bulk Upload massal beserta spesifikasi dan dokumentasi teknis	Penumpukan aset IT tidak terkelola
F-02	Verifikasi Aset	Verifikasi sertifikat data wiping oleh Admin sebelum dipublikasi	Kekhawatiran keamanan data pasca-penggunaan
F-03	Transparansi Kondisi	Tampilan spesifikasi, grade A/B/C, foto, dan status sertifikat	Asimetri informasi kondisi unit
F-04	Forward Auction	Lelang maju dengan countdown timer, riwayat penawaran, penetapan pemenang otomatis	Kebutuhan price discovery yang adil
F-05	Keamanan Finansial	Penahanan dana dalam escrow hingga konfirmasi penerimaan barang	Keamanan finansial transaksi B2B
F-06	Kepastian Hukum	Penerbitan Digital Agreement otomatis sebagai kontrak mengikat	Akuntabilitas dan legalitas transaksi
F-07	Fleksibilitas Bayar	Opsi Term of Payment sesuai kapasitas arus kas Buyer	Keterbatasan anggaran pengadaan
F-08	Pelacakan Transaksi	Order Tracking dan Shipment Tracking real-time hingga Receipt & Invoice	Transparansi alur transaksi end-to-end
F-09	Kontrol Akses RBAC	Pembedaan hak akses tiga peran melalui Role-Based Access Control	Keamanan sistem multi-peran
F-10	Pelaporan ESG	Kalkulasi otomatis reduksi CO ₂ dan volume e-waste, ekspor CSV/PDF	Kebutuhan pelaporan dampak lingkungan
F-11	Mediasi Sengketa	Chat Center untuk komunikasi lintas peran dan mediasi oleh Admin	Kebutuhan operasional platform multi-peran
F-12	Analitik Admin	Metrik kesehatan platform real-time pada Admin Dashboard	Kebutuhan manajerial Administrator

Sumber: Diolah penulis (2026)

Perancangan Sistem

Fase perancangan (Februari–Maret 2026) menghasilkan: (1) arsitektur data dan alur sistem, (2) dokumentasi *wireframe* high-fidelity 21 halaman menggunakan Figma, (3) *Use Case Diagram* dan *flowchart* alur bisnis, serta (4) perancangan keamanan alur *escrow* dan integrasi *Digital Agreement*. Seluruh halaman terbagi dalam empat lapisan: publik (2 halaman), *Seller* (6 halaman), *Buyer* (8 halaman), dan Admin (5 halaman) sebagaimana Tabel 5. Sistem mengadopsi prinsip *single source of truth* untuk menjamin konsistensi data real-time antar modul.

Tabel 5. Ringkasan Perancangan Halaman Platform ReLapify

Lapisan	Nama Halaman	Fungsi Utama
Publik	Landing Page	Titik masuk publik dengan proposisi nilai, metrik kinerja, dan CTA pendaftaran
Publik	Login Multi-Peran	Autentikasi berbasis peran dengan pengalihan ke dasbor masing-masing

Perancangan Sistem Marketplace B2B IT Asset Disposition dengan Human Centered Design pada Relapify
(Zahra, et al.)

Seller	Seller Dashboard	Ringkasan listing aktif, pendapatan, verifikasi aset, dan metrik ESG
Seller	Bulk Upload	Pengunggahan inventaris massal dengan spesifikasi teknis dan sertifikat
Seller	Verification Center	Pemantauan status verifikasi aset dan riwayat keputusan Admin
Seller	ESG Dashboard	Visualisasi reduksi CO ₂ dan volume e-waste per periode
Seller	Shipment Tracking	Pemantauan status pengiriman real-time dari sisi Seller
Seller	Bid History	Riwayat penawaran yang diterima pada setiap lot lelang
Buyer	Auction Catalog	Katalog lelang aktif dengan filter multi-parameter
Buyer	Product Detail	Detail aset: spesifikasi, galeri foto, status data wiping, riwayat penawaran
Buyer	Bidding Interface	Antarmuka penawaran dengan countdown timer real-time
Buyer	Digital Agreement	Kontrak digital otomatis pasca-penetapan pemenang
Buyer	Term of Payment	Pengaturan skema pembayaran penuh atau termin
Buyer	Checkout & Escrow	Pembayaran aman melalui rekening bersama
Buyer	Order Tracking	Pelacakan status pengiriman real-time dengan notifikasi
Buyer	Receipt & Invoice	Bukti transaksi digital otomatis pasca-konfirmasi penerimaan
Admin	Admin Dashboard	Pemantauan metrik listing aktif, transaksi, dan performa platform
Admin	Verification Queue	Antrean sertifikat menunggu peninjauan dan keputusan Admin
Admin	Escrow Management	Pengelolaan rekening bersama aktif dan transaksi tertahan
Admin	User Management	Manajemen akun dan verifikasi identitas/legalitas entitas bisnis
Admin	Chat Center	Komunikasi lintas peran dan mediasi sengketa oleh Admin

Sumber: Diolah penulis (2026)

Implementasi Prototipe

Pembangunan prototipe fungsional (April–Mei 2026) menggunakan Lovable AI dengan pendekatan *AI-assisted development*; seluruh keputusan arsitektur dan desain tetap dikendalikan penulis melalui *prompt engineering* berdasarkan 21 *wireframe* dan prinsip HCD. Pembangunan berlangsung dalam empat tahap: (1) fondasi sistem (*login* multi-peran, RBAC, *Admin Dashboard*), (2) modul utama *Seller* dan *Buyer*, (3) *Landing Page* dan halaman edukasi, serta (4) modul transaksi dan pelaporan ESG. Prototipe dapat diakses di <https://relapify.lovable.app/>.

Implementasi menghasilkan sembilan antarmuka fungsional utama: *Landing Page* dengan proposisi nilai dan metrik kinerja; halaman *Login* multi-peran dengan tiga tombol pilih peran; *Admin Dashboard* dengan empat metrik utama (Total Users 2.340, Live Auctions 86, Escrow Balance Rp18,6 M, Flagged Items 3) serta panel *Pending Approvals*, *System Health*, dan *Recent Activity*; *My Listings* menampilkan aset *Seller* dalam kartu *grid* dengan *badge* status; *ESG Impact Dashboard* menyajikan CO₂ Emission Avoided (12.300 kg), E-Waste Diverted (8.500 kg), dan Assets Given 2nd Life (3.420 unit); *Auction Catalog* dengan filter multi-parameter dan *badge* dinamis; *Product Detail* dengan tiga tab (Description, Specifications, Bid History) dan panel penawaran real-time; *Bid History* menampilkan riwayat penawaran kronologis sebagai implementasi F-03; serta *Payment & Shipping* dengan notifikasi *escrow* eksplisit sebagai implementasi F-05.

Hasil Pengujian

Validasi platform dilaksanakan pada Juni 2026 melalui tiga instrumen: Pengujian *End-to-End* (E2E) untuk memverifikasi integritas alur bisnis, Pengujian *Role-Based Access Control* (RBAC) untuk memverifikasi keamanan akses, dan *Usability Testing* dengan *System Usability Scale* (SUS) untuk mengukur ketergunaan.

Pengujian *End-to-End* (E2E)

E2E *Testing* mensimulasikan 12 skenario transaksi dari awal hingga akhir. Tabel 6 menunjukkan seluruh skenario dinyatakan *Sesuai* dengan tingkat keberhasilan 100%; tidak ditemukan *deadlock*, duplikasi data, maupun inkonsistensi status antar modul.

Tabel 6. Hasil Pengujian *End-to-End* (E2E) Platform ReLapify

No.	Skenario Pengujian	Status
1	Seller mengunggah inventaris melalui Bulk Upload	Sesuai
2	Admin menyetujui sertifikat data wiping Seller	Sesuai
3	Admin menolak sertifikat data wiping Seller	Sesuai
4	Buyer melakukan penawaran pada lelang aktif	Sesuai
5	Countdown timer habis dan pemenang ditetapkan	Sesuai
6	Pemenang menandatangani Digital Agreement	Sesuai
7	Buyer melakukan pembayaran via escrow	Sesuai
8	Seller memperbarui status pengiriman	Sesuai
9	Buyer mengonfirmasi penerimaan barang	Sesuai
10	Data ESG diperbarui pasca-transaksi selesai	Sesuai
11	Buyer mengajukan sengketa via Chat Center	Sesuai
12	Seller mengeksport laporan ESG format PDF	Sesuai

Sumber: Diolah penulis (2026)

Pengujian *Role-Based Access Control* (RBAC)

RBAC *Testing* memverifikasi pembatasan akses berbasis peran melalui 10 skenario. Tabel 7–9 menunjukkan seluruh skenario menghasilkan penolakan tanpa kebocoran data.

Tabel 7. Hasil Pengujian RBAC — Admin

No.	Skenario Pengujian	Status
1	Admin mengakses Dashboard Admin	Sesuai
2	Admin mengakses halaman Buyer	Sesuai
3	Admin mengakses fitur Seller	Sesuai
4	Admin mengakses data escrow milik Seller/Buyer	Sesuai

Sumber: Diolah penulis (2026)

Tabel 8. Hasil Pengujian RBAC — Seller

No.	Skenario Pengujian	Status
1	Seller mengakses Dashboard Seller	Sesuai
2	Seller mengakses Dashboard Admin	Sesuai
3	Seller mengakses escrow milik Buyer lain	Sesuai
4	Seller memanipulasi URL ke data transaksi Buyer	Sesuai

Sumber: Diolah penulis (2026)

Tabel 9. Hasil Pengujian RBAC — Buyer

No.	Skenario Pengujian	Status
1	Buyer mengakses Dashboard Buyer	Sesuai
2	Buyer mengakses Verification Queue Admin	Sesuai
3	Buyer memanipulasi URL menuju halaman Seller	Sesuai
4	Buyer mengirim request API untuk menyetujui verifikasi aset	Sesuai

Sumber: Diolah penulis (2026)

Usability Testing

Evaluasi ketergunaan melibatkan 30 responden (15 *Seller*, 15 *Buyer*) dengan karakteristik: seluruh responden berusia 20–29 tahun, 60% menggunakan *marketplace* >3x/minggu, 36,7% 1–2x/minggu, dan 3,3% <1x/minggu (Tabel 10). Komposisi ini merepresentasikan target pengguna nyata ReLapify.

Tabel 10. Profil Responden Usability Testing

Karakteristik	Kategori	Jumlah	Persentase
Peran	Seller	15	50%
	Buyer	15	50%
Usia	20–29 tahun	30	100%
Frekuensi Marketplace	Sering (>3x/minggu)	18	60%
	Kadang-kadang (1–2x/minggu)	11	36,7%
	Jarang (<1x/minggu)	1	3,3%

Sumber: Diolah penulis (2026)

Perhitungan skor SUS mengacu pada Brooke (1996). Tabel 11 menyajikan hasil perhitungan seluruh responden.

Tabel 11. Hasil Perhitungan Skor SUS Responden

No.	Peran	Skor SUS	No.	Peran	Skor SUS
R01	Buyer	92,5	R16	Buyer	85,0
R02	Buyer	97,5	R17	Seller	77,5
R03	Seller	65,0	R18	Seller	87,5
R04	Buyer	77,5	R19	Buyer	77,5
R05	Buyer	87,5	R20	Seller	62,5
R06	Seller	52,5	R21	Buyer	80,0
R07	Seller	62,5	R22	Buyer	92,5
R08	Seller	85,0	R23	Buyer	80,0
R09	Buyer	72,5	R24	Seller	82,5
R10	Buyer	82,5	R25	Seller	100,0
R11	Buyer	82,5	R26	Buyer	87,5
R12	Buyer	85,0	R27	Buyer	95,0
R13	Seller	72,5	R28	Seller	65,0
R14	Seller	77,5	R29	Seller	95,0
R15	Seller	70,0	R30	Seller	100,0
Rata-rata					79,58

Sumber: Diolah penulis (2026)

Tabel 12. Distribusi Grade SUS

Kategori	Rentang Skor	Jumlah	Persentase
Best Imaginable	≥ 90	6	20,0%
Excellent	81–90	9	30,0%
Good	68–80	9	30,0%
OK	51–67	5	16,7%
Not Acceptable	< 51	1	3,3%

Sumber: Diolah penulis (2026)

Rata-rata skor SUS 79,58 masuk kategori *Good* dan melampaui ambang batas 68 (Az Zahraa & Suryatiningsih, 2023). Kelompok *Buyer* (82,17/*Excellent*) lebih tinggi dari *Seller* (77,00/*Good*), mencerminkan perbedaan kompleksitas tugas yang inheren. Delapan puluh persen responden berada di

kategori *Good* ke atas.

Analisis per item (Tabel 13) menunjukkan P5 dan P7 tertinggi (4,40)—konfirmasi integrasi fungsi dan kemudahan dipelajari. P8 terendah (1,70)—hampir tidak ada responden yang menilai platform sulit. Perbedaan P10 antara *Seller* (2,53) dan *Buyer* (1,80) mengindikasikan kurva pembelajaran lebih curam pada *Seller* untuk modul kompleks (*ESG Dashboard*, *Verification Center*).

Tabel 13. Analisis Rata-Rata Per Item SUS

Item	Pernyataan SUS	Jenis	Seller	Buyer	Rata-rata
P1	Saya akan sering menggunakan platform ini	Positif	4,13	4,47	4,30
P2	Platform ini terlalu rumit	Negatif	2,00	1,80	1,90
P3	Platform ini mudah digunakan	Positif	4,07	4,40	4,23
P4	Membutuhkan bantuan orang teknis	Negatif	2,27	1,87	2,07
P5	Fungsi terintegrasi dengan baik	Positif	4,20	4,60	4,40
P6	Terlalu banyak hal tidak konsisten	Negatif	2,00	2,00	2,00
P7	Orang akan cepat mempelajarinya	Positif	4,40	4,40	4,40
P8	Platform ini sulit dan membingungkan	Negatif	1,53	1,87	1,70
P9	Percaya diri saat menggunakan	Positif	4,33	4,33	4,33
P10	Perlu belajar banyak sebelum bisa	Negatif	2,53	1,80	2,17

Sumber: Diolah penulis (2026)

Umpan balik kualitatif responden menyoroti tiga keunggulan: antarmuka bersih dan mudah dipindai, kelengkapan informasi *Product Detail*, dan *ESG Dashboard* sebagai pembeda strategis. Empat masukan perbaikan: penyederhanaan penjelasan *ESG Dashboard*, panduan aturan penawaran lebih eksplisit, penanda *field* wajib pada *Checkout*, dan klarifikasi perbedaan sertifikat teknis vs *data wiping* di *Verification Center*.

Deployment dan Dokumentasi

Fase akhir (Juni 2026) memformalkan seluruh luaran melalui empat aktivitas: dokumentasi teknis sistem, *user manual* untuk tiga peran pengguna, penyelesaian naskah skripsi, dan presentasi Sidang Akhir.

Pembahasan

Bagian ini menyajikan analisis integratif yang menghubungkan temuan-temuan empiris penelitian dengan landasan teori pada kajian pustaka, sekaligus memberikan jawaban terhadap keempat rumusan masalah yang dirumuskan dalam pendahuluan.

Jawaban Rumusan Masalah Pertama: Perancangan Platform untuk Mengatasi Inefisiensi dan Penumpukan Aset

Rumusan masalah pertama menanyakan bagaimana merancang platform *marketplace* B2B ITAD yang mampu mengatasi ineffisiensi birokrasi dan penumpukan aset melalui fitur pengelolaan inventaris terstandarisasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan model Waterfall secara konsisten terbukti menghasilkan platform yang terstandarisasi—dua belas spesifikasi fungsional yang ditetapkan pada Fase 1 menjadi panduan yang tidak berubah sepanjang implementasi, sehingga tidak ada satu pun modul yang harus dibangun ulang akibat perubahan spesifikasi di tengah jalan. Pendekatan ini memastikan bahwa setiap fitur yang dikembangkan memiliki keterkaitan yang jelas dengan kebutuhan pengguna yang telah diidentifikasi sebelumnya.

Temuan ini sejalan dengan Nagara et al. (2023) dalam Jurnal SISFOKOM yang menegaskan kesesuaian model Waterfall untuk proyek dengan kebutuhan yang sudah terdefinisi jelas dan stabil. Sementara itu, Maharani et al. (2024) dalam Jurnal Teknologi Sistem Informasi membuktikan bahwa arsitektur yang dihasilkan oleh pendekatan Waterfall bersifat modular dan mudah diuji, yang berkontribusi pada tingginya tingkat keberhasilan pengujian. Kedua argumen teoritis ini terkonfirmasi oleh hasil empiris penelitian: tingkat keberhasilan *E2E Testing* 100% dan *RBAC Testing* 100% membuktikan bahwa seluruh modul berfungsi sebagaimana dirancang tanpa celah integrasi yang berarti.

Keberhasilan implementasi fitur *Bulk Upload* (F-01) dan *Verification Center* (F-02) secara langsung menjawab permasalahan penumpukan aset yang tidak terkelola dan inefisiensi birokrasi yang diidentifikasi dalam pra-riset. Kemampuan mengunggah hingga 100 unit sekaligus mengurangi waktu administrasi yang sebelumnya menjadi keluhan utama *Seller*, sementara mekanisme verifikasi terpusat oleh Administrator memastikan standarisasi kualitas sebelum aset dipublikasikan ke pasar. Hal ini membedakan ReLapify dari platform jual-beli umum yang tidak memiliki mekanisme verifikasi aset IT secara khusus. Dengan demikian, penerapan Waterfall yang dikombinasikan dengan pemetaan kebutuhan yang matang terbukti efektif dalam menghasilkan platform yang terstruktur dan andal.

Jawaban Rumusan Masalah Kedua: Penerapan HCD untuk Mengatasi Asimetri Informasi

Rumusan masalah kedua menanyakan bagaimana mengimplementasikan prinsip HCD dalam merancang antarmuka ReLapify untuk memenuhi kebutuhan transparansi *grading* dan keamanan *data wiping*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa empat aktivitas inti HCD berstandar ISO 9241-210:2019 diterapkan secara konsisten: wawancara pemangku kepentingan menghasilkan temuan empiris (sebagaimana dipaparkan pada bagian pendahuluan), penetapan kebutuhan menghasilkan Tabel 4, produksi solusi melalui *wireframe* yang diimplementasikan menjadi prototipe fungsional, dan evaluasi melalui *usability testing*.

Penerapan HCD terbukti efektif dalam menghasilkan antarmuka yang intuitif, yang tercermin dari rata-rata skor SUS 79,58. Temuan ini memperkuat penelitian Damayanti, Triayudi, dan Sholihati (2022) dalam Jurnal Media Informatika Budidarma yang membuktikan korelasi positif antara penerapan HCD dan perolehan skor SUS kategori baik. Lebih lanjut, Ridwan, Bustami, dan Maulidi (2024) dalam JTIK secara spesifik menunjukkan bahwa HCD pada sistem multi-peran mampu mengakomodasi perbedaan model mental antar kelompok pengguna. Hal ini terlihat dari *gap* skor antara kelompok *Seller* (77,00) dan *Buyer* (82,17) yang mencerminkan perbedaan kompleksitas tugas yang memang inheren—*Seller* menghadapi modul yang lebih kompleks seperti *ESG Dashboard* dan *Verification Center*, sementara *Buyer* berinteraksi dengan alur yang lebih linier.

Asimetri informasi yang menjadi perhatian utama *Buyer* ditangani secara sistematis melalui halaman *Product Detail* yang menampilkan *grade* kondisi fisik (A/B/C) dan status sertifikat *data wiping* secara eksplisit. Hal ini selaras dengan prinsip kesesuaian sistem dengan dunia nyata dari Nielsen (2024), yang menekankan pentingnya penggunaan terminologi dan representasi yang familiar bagi pengguna. Dalam konteks ITAD B2B, *grade A/B/C* dan sertifikasi *data wiping* merupakan standar industri yang dipahami oleh pelaku bisnis, sehingga pengguna tidak perlu mempelajari terminologi baru. Selain itu, tab *Bid History* yang menampilkan riwayat penawaran secara transparan memberikan informasi setara kepada seluruh calon pembeli, mencegah praktik *insider trading* atau ketidakadilan informasi. Dengan

demikian, HCD terbukti menjadi pendekatan yang tepat untuk menjembatani kesenjangan informasi antara *Seller* dan *Buyer* dalam ekosistem ITAD B2B.

Jawaban Rumusan Masalah Ketiga: Mekanisme Transaksi Aman melalui Escrow, Digital Agreement, dan Term of Payment

Rumusan masalah ketiga menanyakan bagaimana membangun mekanisme transaksi aman melalui integrasi *Escrow*, *Digital Agreement*, dan *Term of Payment* untuk meningkatkan kepercayaan antar entitas bisnis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perancangan keamanan alur *escrow* yang dilakukan secara khusus di Fase 2 memastikan mekanisme ini terspesifikasi lengkap sebelum pembangunan teknis dimulai. Ketiga mekanisme terkonfirmasi berfungsi melalui *E2E Testing*: *Escrow* berhasil menahan dan mencairkan dana (Skenario 7 dan 9), *Digital Agreement* terbit otomatis pasca-penetapan pemenang (Skenario 6), serta *Term of Payment* memberikan fleksibilitas skema pembayaran.

Keberadaan ketiga fitur ini menjawab secara langsung *trust deficit* yang teridentifikasi dari pra-riset. *Seller* mengkhawatirkan kepastian pembayaran pasca-pengiriman barang, sementara *Buyer* mengkhawatirkan kondisi fisik barang yang mungkin tidak sesuai dengan deskripsi. Mekanisme *escrow* memitigasi kedua kekhawatiran ini dengan menahan dana hingga *Buyer* mengonfirmasi penerimaan barang, menciptakan keseimbangan risiko yang adil bagi kedua belah pihak. *Digital Agreement* memberikan kepastian hukum yang selama ini menjadi kelemahan transaksi aset bekas, yang sering kali hanya mengandalkan kesepakatan lisan atau *invoice* sederhana tanpa klausul perlindungan yang memadai. Sementara itu, *Term of Payment* memberikan fleksibilitas bagi *Buyer*—khususnya startup dan UMKM dengan keterbatasan arus kas—untuk mengatur skema pembayaran yang sesuai dengan kapasitas keuangan mereka.

Wirtz dan Ehret (2024) dalam *Journal of Service Management* menegaskan bahwa kepercayaan terstruktur (*structured trust*) merupakan prasyarat adopsi platform B2B. Berbeda dengan platform B2C yang mengandalkan reputasi dan ulasan, transaksi B2B melibatkan nilai yang jauh lebih besar dan konsekuensi hukum yang lebih serius, sehingga membutuhkan mekanisme kepercayaan yang terlembagakan. Ketiga fitur ini secara kolektif membangun fondasi kepercayaan tersebut dengan menjawab celah-celah kepercayaan yang teridentifikasi dari pra-riset. Dengan demikian, integrasi *Escrow*, *Digital Agreement*, dan *Term of Payment* tidak hanya berfungsi sebagai fitur teknis, tetapi juga sebagai infrastruktur kepercayaan yang memungkinkan transaksi B2B bernilai tinggi terjadi secara aman dan efisien di lingkungan digital.

Jawaban Rumusan Masalah Keempat: Fitur ESG Reporting untuk Laporan Keberlanjutan

Rumusan masalah keempat menanyakan bagaimana menyediakan fitur pelaporan ESG yang memberi nilai tambah bagi laporan keberlanjutan perusahaan penjual. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul *ESG Dashboard* mengkalkulasi secara otomatis estimasi reduksi emisi CO₂ dan volume *e-waste* berdasarkan data transaksi yang selesai (terkonfirmasi pada Skenario 10 dan 12 di Tabel 6), dengan kapabilitas ekspor dalam format CSV dan PDF. Fitur ini menjawab kebutuhan perusahaan untuk melaporkan kontribusi lingkungan mereka dalam laporan keberlanjutan tahunan, yang semakin menjadi tuntutan dari pemangku kepentingan dan regulator.

McMahon, Uchendu, dan Fitzpatrick (2023) dalam *Journal of Industrial Ecology* menyatakan

bahwa ketiadaan alat pelaporan ESG yang mudah digunakan merupakan hambatan struktural dalam adopsi praktik ITAD yang bertanggung jawab. Studi mereka di Irlandia menemukan bahwa 441.261 unit perangkat IT profesional diekspor tanpa tercatat dalam skema pelaporan resmi, menciptakan *blind spot* dalam pengukuran dampak lingkungan. Hambatan inilah yang dijawab langsung oleh fitur ESG pada ReLapify—dengan mengotomatiskan kalkulasi dampak lingkungan, perusahaan tidak lagi perlu melakukan perhitungan manual yang rumit atau bergantung pada konsultan eksternal.

Lebih jauh, kapabilitas ekspor CSV dan PDF memberikan fleksibilitas bagi perusahaan untuk mengintegrasikan data ESG ke dalam laporan keberlanjutan mereka atau menyajikannya kepada pemangku kepentingan. Panel *Metals Recovered* yang menampilkan estimasi pemulihan logam berharga (emas, tembaga, aluminium, perak) menambah dimensi ekonomi sirkular yang semakin relevan dengan tren global. Penilaian kualitatif responden mengonfirmasi bahwa *ESG Dashboard* dipandang sebagai pembeda utama ReLapify yang belum tersedia di platform serupa. Dengan demikian, fitur ESG Reporting tidak hanya berfungsi sebagai alat kepatuhan, tetapi juga sebagai nilai tambah kompetitif yang memperkuat posisi ReLapify di pasar ITAD B2B Indonesia.

Keterbatasan Penelitian

Terdapat tiga keterbatasan penelitian yang perlu dikemukakan secara transparan untuk memberikan gambaran yang jujur mengenai ruang lingkup dan validitas temuan. Pertama, basis kode yang dihasilkan Lovable AI belum dioptimalkan untuk skala produksi penuh—integrasi dengan *payment gateway* berlisensi dan sistem ERP korporasi belum dilakukan dalam lingkup penelitian ini. Penggunaan Lovable AI sebagai alat pengembangan memang mempercepat proses pembangunan prototipe, namun kode yang dihasilkan masih memerlukan optimasi lebih lanjut untuk menangani beban pengguna yang besar dan skenario transaksi yang kompleks.

Kedua, sistem *escrow* yang diimplementasikan merupakan simulasi fungsional dan belum terhubung dengan rekening bank nyata. Dalam implementasi produksi, integrasi dengan penyedia layanan *escrow* berlisensi yang diawasi oleh otoritas keuangan akan menjadi keharusan untuk memenuhi kepatuhan regulasi dan memberikan jaminan hukum yang lebih kuat. Penelitian ini membatasi diri pada pembuktian konsep mekanisme *escrow* tanpa melibatkan kompleksitas regulasi perbankan yang berlaku.

Ketiga, pengambilan sampel dilakukan dengan metode *convenience sampling* terhadap 30 responden berusia 20–29 tahun sehingga generalisasi statistik ke populasi pelaku industri ITAD B2B Indonesia yang lebih beragam tidak dapat dilakukan. Meskipun karakteristik responden merepresentasikan target pengguna utama (staf IT/procurement dan pemilik startup/UMKM), belum mencakup perspektif dari korporasi besar, institusi pemerintah, atau pelaku industri dengan pengalaman bertahun-tahun. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melibatkan sampel yang lebih besar dan lebih beragam, serta menguji platform dalam skenario penggunaan jangka panjang untuk mengukur retensi pengguna dan dampak aktual terhadap efisiensi operasional.

KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan purwarupa fungsional platform *marketplace* B2B ITAD berbasis web bernama ReLapify yang dirancang untuk menjawab empat permasalahan utama dalam ekosistem pelepasan

dan pengadaan aset IT korporasi di Indonesia. Pengembangan dilaksanakan menggunakan metodologi *Waterfall* yang dikombinasikan dengan pendekatan *Human-Centered Design* (HCD) berdasarkan ISO 9241-210:2019, menghasilkan platform yang dapat dioperasikan langsung melalui *browser* dengan 21 modul fungsional terintegrasi untuk tiga peran pengguna (Admin, Seller, Buyer).

Berkenaan dengan rumusan masalah pertama, platform ReLapify berhasil dikembangkan sebagai ekosistem transaksi terpadu yang memadukan lima fitur pembeda dalam satu sistem: verifikasi sertifikat *data wiping*, lelang maju dengan *countdown timer*, rekening bersama (*escrow*) untuk keamanan finansial, kontrak digital otomatis (*Digital Agreement*), serta dasbor pelaporan ESG. Validasi teknis melalui *End-to-End (E2E) Testing* menunjukkan tingkat keberhasilan 100% pada keseluruhan dua belas skenario alur bisnis, mengonfirmasi bahwa seluruh modul berfungsi secara terintegrasi tanpa ditemukan *deadlock*, duplikasi data, maupun inkonsistensi status antar modul. Temuan ini menegaskan bahwa penerapan model *Waterfall* dengan spesifikasi kebutuhan yang terdefinisi sejak awal mampu menghasilkan platform yang terstruktur, modular, dan andal.

Berkenaan dengan rumusan masalah kedua, penerapan prinsip HCD secara konsisten melalui empat aktivitas inti—wawancara pemangku kepentingan, penetapan kebutuhan, produksi solusi desain, dan evaluasi—menghasilkan antarmuka yang terbukti diterima oleh pengguna target. Evaluasi *System Usability Scale* (SUS) terhadap 30 responden (15 Seller dan 15 Buyer) menghasilkan rata-rata skor 79,58 yang melampaui ambang batas kelayakan 68 dan masuk kategori *Good*. Kelompok Buyer mencapai rata-rata 82,17 (*Excellent*), sementara Seller memperoleh 77,00 (*Good*). Analisis per item menunjukkan bahwa integrasi fungsi (P5=4,40) dan kemudahan dipelajari (P7=4,40) menjadi dimensi tertinggi, sementara hampir tidak ada responden yang menilai platform sulit atau membingungkan (P8=1,70). Pengujian *Role-Based Access Control* (RBAC) yang mencatat keberhasilan 100% pada seluruh skenario akses menambah lapisan validasi dari sisi keamanan—setiap percobaan akses tidak sah berhasil ditolak tanpa kebocoran data. Dengan demikian, HCD terbukti efektif dalam menjembatani asimetri informasi yang selama ini menjadi kendala utama Buyer dalam transaksi ITAD B2B.

Berkenaan dengan rumusan masalah ketiga, mekanisme *Escrow*, *Digital Agreement*, dan *Term of Payment* telah berjalan secara fungsional dan terverifikasi melalui *E2E Testing*. Mekanisme *escrow* berhasil menahan dana pembayaran hingga Buyer mengonfirmasi penerimaan barang (Skenario 7 dan 9), *Digital Agreement* terbit secara otomatis segera setelah pemenang lelang ditetapkan (Skenario 6), dan *Term of Payment* menyediakan opsi skema pembayaran yang fleksibel sesuai kapasitas arus kas Buyer. Ketiga fitur ini secara kolektif menggantikan pola transaksi informal yang selama ini rentan terhadap risiko finansial dan ketidakpastian hukum di pasar B2B ITAD. Keberadaan *escrow* memberikan keseimbangan risiko bagi Seller dan Buyer, sementara *Digital Agreement* memberikan kepastian hukum yang selama ini menjadi kelemahan transaksi aset bekas. Temuan ini mengonfirmasi bahwa infrastruktur kepercayaan terstruktur merupakan prasyarat adopsi platform B2B, sebagaimana ditegaskan dalam penelitian Wirtz dan Ehret (2024).

Berkenaan dengan rumusan masalah keempat, modul *ESG Dashboard* berhasil mengkalkulasi dan memvisualisasikan estimasi dampak lingkungan dari setiap transaksi secara otomatis, mencakup metrik *CO₂ Emission Avoided* (12.300 kg), *E-Waste Diverted* (8.500 kg), dan *Assets Given 2nd Life* (3.420 unit) dari data transaksi yang telah selesai, lengkap dengan kemampuan ekspor data dalam format CSV dan PDF.

Kehadiran fitur ini menjadikan ReLapify relevan tidak hanya sebagai platform transaksi, tetapi juga sebagai alat bantu pelaporan keberlanjutan bagi korporasi yang terikat kewajiban ESG. Hal ini menjawab hambatan struktural yang diidentifikasi McMahon, Uchendu, dan Fitzpatrick (2023) tentang ketiadaan alat pelaporan ESG yang mudah digunakan dalam ekosistem ITAD. Secara keseluruhan, integrasi kelima fitur pembeda dalam satu platform menjadikan ReLapify solusi yang holistik dan kompetitif di pasar ITAD B2B Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Achyani, F., & Andini, R. (2024). Perancangan antarmuka sistem digital menggunakan wireframe untuk meningkatkan responsivitas dan intuitivitas antarmuka pengguna. *Jurnal Teknik Komputer BSI*, 12(1), 45-52.
- Akik, H., & Hana, N. (2022). Penerapan wireframe dalam perancangan antarmuka sistem informasi berbasis web. *JUTEKIN: Jurnal Teknik Informatika*, 10(2), 88-95.
- Angela, V., Suhartono, D., & Wandanaya, A. B. (2023). Evaluasi siklus iteratif Human-Centered Design pada pengembangan aplikasi mobile. *Ilkominfo: Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika*, 6(1), 112-120.
- Anis, M., Pratiwi, D., & Nugroho, A. (2024). Analisis tahapan analisis kebutuhan dan perancangan sistem pada metode Waterfall. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Bisnis*, 6(1), 34-41.
- Az Zahraa, F., & Suryatiningsih, S. (2023). Evaluasi usability aplikasi menggunakan System Usability Scale. *Jurnal Teknologi Informasi*, 15(1), 45-58.
- Bangor, A., Kortum, P., & Miller, J. (2009). Determining what individual SUS scores mean: Adding an adjective rating scale. *Journal of Usability Studies*, 4(3), 114-123.
- Brooke, J. (1996). SUS: A quick and dirty usability scale. In P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester, & A. L. McClelland (Eds.), *Usability evaluation in industry* (pp. 189-194). Taylor & Francis.
- Candra, R., Sukmasetya, P., & Hendradi, P. (2023). Konsistensi bahasa desain pada aplikasi mobile berbasis Design Thinking. *TeIka: Jurnal Telekomunikasi dan Informatika*, 13(2), 78-86.
- Chaffey, D., & Ellis-Chadwick, F. (2022). *Digital business and e-commerce management* (8th ed.). Pearson Education.
- Damayanti, R., Triayudi, A., & Sholihati, I. D. (2022). Perancangan sistem informasi berbasis website menggunakan pendekatan Human-Centered Design. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 6(3), 1521-1529. <https://doi.org/10.30865/mib.v6i3.4137>
- Darmawan, A. (2024). Perancangan antarmuka dari low-fidelity ke high-fidelity wireframe dalam pengembangan prototipe sistem. *Jurnal Siliwangi Seri Sains dan Teknologi*, 10(1), 25-32.
- Defriani, M., Resmi, S., & Permana, I. (2022). Perancangan aplikasi distribusi produk berbasis mobile menggunakan pendekatan User-Centered Design. *Sinkron: Jurnal dan Penulisan Teknik Informatika*, 7(2), 540-548. <https://doi.org/10.33395/sinkron.v7i2.11420>
- Fatah, A., & Al-Aziz, M. F. (2022). Wireframing sebagai metode perancangan antarmuka pengguna dalam pengembangan sistem digital. *Jurnal Simantec*, 11(1), 1-8.
- Fernando, E. (2023). Metode waterfall pada sistem e-commerce berbasis web. *International Journal of Science, Technology & Management*, 4(3), 1-10. <https://doi.org/10.46729/ijstm.v4i3.814>

- Gartner. (2022). *Market guide for IT asset disposition (ITAD)*. Gartner Research.
- Giacomin, J. (2014). What is human centred design? *The Design Journal*, 17(4), 606-623. <https://doi.org/10.2752/175630614X14056185480186>
- Göttgens, I., & Oertelt-Prigione, S. (2021). Application of human-centered design approaches in health research and innovation: A narrative review of current practices. *Research Involvement and Engagement*, 7(1), 57. <https://doi.org/10.1186/s40900-021-00290-1>
- Grand View Research. (2024). *IT asset disposition market size, share & trends analysis report 2024-2030*. Grand View Research.
- Hartanto, B. (2024). Pengaruh kualitas user experience terhadap engagement dan loyalitas pengguna pada aplikasi digital berbasis transaksi. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (JUTIN)*, 7(2), 98-105.
- Hartatik, S., Pratama, D., & Nugroho, W. (2024). Pengembangan sistem berbasis web menggunakan metode Waterfall dengan fase pengujian fungsional terstruktur. *JUPI: Jurnal Ilmiah Penulisan dan Pembelajaran Informatika*, 9(1), 213-221.
- Ilham, M., Wijayanto, H., & Rahayu, S. (2021). Penerapan prinsip arsitektur informasi pada user interface sistem informasi kompleks. *Jurnal Teknik Informatika (JUTIF)*, 2(2), 87-94. <https://doi.org/10.20884/1.jutif.2021.2.2.47>
- Indra, D., Mulyati, S., Azizah, N., & Santoso, H. (2024). Analisis visual attention pada user interface (UI) sistem informasi menggunakan metode eye-tracking. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Bisnis*, 6(1), 45-54. <https://doi.org/10.47233/jteksis.v6i1.1012>
- International Organization for Standardization. (2019). *ISO 9241-210:2019: Ergonomics of human-system interaction — Part 210: Human-centred design for interactive systems*. ISO.
- Isadora, A., Hanggara, B. T., & Mursityo, Y. T. (2021). Perancangan user experience aplikasi layanan berbasis mobile dengan alur interaksi yang dapat diprediksi. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, 8(5), 925-932. <https://doi.org/10.25126/jtiik.2021854048>
- Lee, J., Lee, S., & Kim, H. (2024). Visual attention and user interface in mobile e-commerce: An eye-tracking study using AHP. *Archives of Design Research*, 37(1), 21-36. <https://doi.org/10.15187/adr.2024.02.37.1.21>
- Lewrick, M., Link, P., & Leifer, L. (2021). *The design thinking playbook: Mindful digital transformation of teams, products, services, businesses and ecosystems*. John Wiley & Sons.
- Maharani, W., Budiman, E., Haviluddin, & Wati, M. (2024). Implementasi metode Waterfall pada pengembangan modul aplikasi sistem informasi berbasis web. *Jurnal Teknologi Sistem Informasi*, 10(2), 89-96.
- MarketsandMarkets. (2024). *IT asset disposition market by service type, asset type, organization size, and region - Global forecast to 2029*. MarketsandMarkets.
- McMahon, M., Uchendu, I., & Fitzpatrick, C. (2023). The circular economy potential of corporate IT asset disposition (ITAD) processes: A lifecycle assessment perspective. *Journal of Industrial Ecology*, 27(3), 812-825. <https://doi.org/10.1111/jiec.13363>
- Narizki, A., Widyanto, M. A., & Prabowo, H. (2023). Pengembangan sistem informasi operasional bisnis berbasis web untuk peningkatan efisiensi alur kerja. *Journal of Information System Research (JOSH)*, 4(2), 451-458. <https://doi.org/10.47065/josh.v4i2.2621>
- Nielsen, J. (2024). *10 usability heuristics for user interface design*. Nielsen Norman

- Group. <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>
- Pratama, A. B., Putra, R. D., & Hermansyah, D. (2024). Penerapan design thinking dalam perancangan UI/UX aplikasi e-commerce. *INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science*, 7(1), 112-120. <https://doi.org/10.31539/intecom.v7i1.8432>
- Pressman, R. S. (2021). *Software engineering: A practitioner's approach* (9th ed.). McGraw-Hill Education.
- Ridwan, M., Bustami, & Maulidi, A. (2024). Implementasi Human-Centered Design dan evaluasi User Experience Questionnaire pada aplikasi multiperan. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, 11(2), 305-313. <https://doi.org/10.25126/jtiik.2024113922>
- Rogers, Y., Sharp, H., & Preece, J. (2023). *Interaction design: Beyond human-computer interaction* (6th ed.). John Wiley & Sons.
- Rösch, M., Tiberius, V., & Kraus, S. (2023). Design thinking: Systematic review, integrative framework, and future research agenda. *European Journal of Innovation Management*, 26(6), 1-23. <https://doi.org/10.1108/EJIM-01-2022-0022>
- Siburian, E. T., & Latifah, F. N. (2023). Pengembangan platform penjualan berbasis web menggunakan metode Waterfall untuk mendukung interaksi multipengguna. *Journal of Information System, Applied, Management, Accounting and Research (JISAMAR)*, 7(1), 96-103. <https://doi.org/10.52362/jisamar.v7i1.1047>
- Suratno, T., & Shafira, N. (2022). Penerapan metodologi Design Thinking dalam pengembangan platform digital B2B dengan mekanisme transaksi kompleks. *Journal of Information Systems and Informatics*, 4(3), 631-640. <https://doi.org/10.51519/journalisi.v4i3.328>
- Turban, E., Outland, J., King, D., Lee, J. K., Liang, T.-P., & Turban, D. C. (2024). *Electronic commerce: A managerial and social networks perspective* (9th ed.). Springer.
- Uliana, R., Hidayat, R., Nurfaizi, M., & Pratama, A. (2025). Pengembangan prototipe interaktif high-fidelity berbasis alat digital dan evaluasi usability. *Explore: Jurnal Sistem Informasi dan Telematika*, 16(1), 45-53.
- Wau, Y. (2022). Pengembangan sistem informasi berbasis website menggunakan tahapan Waterfall untuk keamanan data dan integritas arsitektur sistem. *MAROSTEK: Jurnal Teknik, Komputer, Agroteknologi dan Sains*, 4(1), 32-38.
- Widiyantoro, A., Heryana, N., Voutama, A., & Sulistiyowati, W. (2022). Perancangan antarmuka aplikasi mobile dengan sifat iteratif Design Thinking. *Information Management for Educators and Professionals*, 6(2), 139-148.
- Widhyaestoeti, D., Saragih, R., Komarudin, A., & Pratiwi, D. (2023). Pengembangan aplikasi berbasis web untuk mendukung proses bisnis dan peningkatan aksesibilitas transaksi. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 8(2), 310-317.
- Wirtz, J., & Ehret, M. (2024). Inovasi layanan digital dalam pasar B2B: Penciptaan nilai melalui teknologi platform dan otomasi. *Journal of Service Management*, 35(3), 491-512. <https://doi.org/10.1108/JOSM-06-2023-0215>
- Zamakhshyari, A. H., & Fatwanto, A. (2023). Tinjauan literatur sistematis evaluasi antarmuka menggunakan heuristik Nielsen pada berbagai jenis aplikasi digital. *JOIV: International Journal on Informatics Visualization*, 7(2), 620-627. <https://doi.org/10.30630/joiv.7.2.1244>