

Perancangan dan Implementasi Aplikasi *Marketplace* Barang Bekas “LOAK.IN” Berbasis *Web* Menggunakan *Framework Laravel*

Much Nur Syams Simaja^{1*}, Rizal Amri Khoirul Hakim Ritonga¹, Amira Salsabila¹,
Muhammad Farraz Fatih¹, Jati Nur Shiddiq¹, Dhafa Aulia¹, Ika Yusnita Sari¹

¹Fakultas Sains dan Teknologi, Sistem Informasi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara,
Kota Medan, Sumatera Utara, Indonesia

Email: ^{1*}much.n.s.simaja@gmail.com, ²rizalamri2707@gmail.com,
³amirasalsabila2005@gmail.com, ⁴fatihfarraz17@gmail.com, ⁵jati.shiddiq@gmail.com,
⁶dhafaaulia063@gmail.com, ⁷ikayusnita2@gmail.com

(* : coresponding author)

Abstrak— Perdagangan barang bekas saat ini masih banyak dilakukan melalui media sosial dan grup pesan instan yang tidak terstruktur, sehingga menimbulkan permasalahan dalam pencarian barang, pengelolaan data penjual, dan moderasi konten. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan aplikasi marketplace barang bekas berbasis web bernama LOAK.IN sebagai solusi untuk mengorganisir aktivitas jual beli barang bekas secara lebih terstruktur. Solusi tersebut diwujudkan melalui pengembangan aplikasi web menggunakan framework Laravel dengan arsitektur Model-View-Controller (MVC). Metode penelitian yang digunakan adalah model pengembangan perangkat lunak Waterfall, yang meliputi tahap analisis, perancangan, implementasi, dan pengujian. Pengujian fungsional dilakukan menggunakan metode black-box testing terhadap seluruh kebutuhan sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh fungsionalitas utama aplikasi berjalan sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan dan sistem beroperasi secara stabil, sehingga LOAK.IN dapat digunakan sebagai solusi fungsional untuk mendukung transaksi barang bekas secara lebih terorganisir.

Kata Kunci: *Marketplace, Barang Bekas, UMKM, Laravel, MVC, SQLite, Ekonomi Sirkular, Aplikasi Web*

Abstract— Currently, the trade in used goods is still largely conducted through unstructured social media and instant messaging groups, resulting in problems in searching for goods, managing seller data, and moderating content. This study aims to design and implement a web-based used goods marketplace application called LOAK.IN as a solution to organize used goods buying and selling activities in a more structured manner. This solution is realized through the development of a web application using the Laravel framework with a Model-View-Controller (MVC) architecture. The research method used is the Waterfall software development model, which includes the stages of analysis, design, implementation, and testing. Functional testing was conducted using the black-box testing method for all system requirements. The results show that all main functionality of the application runs according to the specified specifications and the system operates stably, so LOAK.IN can be used as a functional solution to support more organized used goods transactions.

Keywords: *Marketplace, Second-hand Goods, UMKM, Laravel, MVC, SQLite, Circular Economy, Web Applications*

1. PENDAHULUAN

Revolusi digital telah mentransformasi landscape ekonomi Indonesia, dengan e-commerce dan marketplace menjadi pilar utama. Namun, ekosistem digital untuk barang bekas (*second-hand goods*) yang terstruktur dan terpercaya masih relatif terbatas, khususnya bagi segmen komunitas dengan daya beli terbatas seperti pelajar dan UMKM. Barang bekas mulai dari buku, elektronik, hingga perabot rumah tangga sering kali masih memiliki nilai fungsional dan ekonomis yang tinggi. Sayangnya, ketiadaan platform yang dikhususkan menyebabkan transaksi ini banyak terjadi di platform umum seperti Facebook Marketplace atau grup WhatsApp, yang memiliki keterbatasan mendasar: informasi tidak terkurasi, tidak ada kategorisasi yang baik, risiko penipuan lebih tinggi, dan tidak ada mekanisme *reporting* dan moderasi yang terintegrasi (Statista, 2023). Kondisi ini menciptakan friksi dalam proses transaksi dan menghambat potensi ekonomi sirkular, di mana produk dapat digunakan kembali sehingga mengurangi limbah (Ellen MacArthur, 2019). Berdasarkan latar belakang penelitian ini menjawab pertanyaan-pertanyaan yaitu Bagaimana merancang arsitektur sistem dan basis data untuk sebuah marketplace barang bekas berbasis web yang dapat memfasilitasi manajemen akun, listing, dan moderasi konten secara terstruktur,

Bagaimana mengimplementasikan fitur-fitur inti marketplace (registrasi, manajemen listing, pencarian, pelaporan, dan admin panel) menggunakan framework Laravel dengan pola arsitektur MVC, dan Prototipe yang dibangun telah memenuhi kebutuhan fungsional dan dapat beroperasi dengan stabil berdasarkan skenario pengujian yang ditetapkan.

Tujuan penelitian ini adalah, Menghasilkan desain sistem yang komprehensif meliputi Diagram Alir (*Flowchart*), Diagram Konteks, Diagram Sekuens (*Sequence Diagram*), dan Entity-Relationship Diagram (ERD) untuk sistem LOAK.IN, Membangun prototipe aplikasi web yang fungsional menggunakan Laravel, dengan mengimplementasikan semua modul utama berdasarkan desain yang telah dibuat, dan Melakukan pengujian fungsional (*black-box testing*) untuk memvalidasi kebenaran perilaku sistem dan mengidentifikasi area untuk pengembangan lebih lanjut. Agar fokus penelitian tetap terjaga, diterapkan batasan-batasan seperti Aplikasi dibangun sebagai *website* responsif, belum berupa aplikasi *mobile native*, Sistem berfungsi sebagai *listing platform* dan *contact facilitator* saja. Proses negosiasi, pembayaran, dan pengiriman dilakukan secara mandiri oleh pengguna di luar platform (misalnya via WhatsApp), Menggunakan SQLite untuk kemudahan pengembangan dan portabilitas. Migrasi ke MySQL/MariaDB dimungkinkan dengan perubahan konfigurasi minimal, Fitur seperti sistem pembayaran terintegrasi, *user rating*, *chat* internal, dan *recommendation engine* berada di luar cakupan penelitian ini. Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu Menyediakan platform yang mudah digunakan, tanpa biaya komisi, untuk memasarkan dan menemukan barang bekas dengan informasi yang terorganisir, Menyediakan alat moderasi sentral untuk mengelola konten dan menangani laporan, meningkatkan keamanan dan kualitas platform, dan Menjadi studi kasus konkret implementasi Laravel untuk membangun marketplace sederhana, yang dapat dijadikan referensi atau dasar untuk pengembangan dengan kompleksitas lebih tinggi.

1.1 Marketplace dan Ekonomi Sirkular

Marketplace digital berperan sebagai intermedator yang mengurangi biaya transaksi dan memperluas jangkauan pasar (Bakos, Y. 1998). Dalam konteks keberlanjutan, marketplace barang bekas merupakan instrumen kunci dalam ekonomi sirkular dengan menerapkan prinsip *reuse* dan *extended product lifetime* (Lacy, P., 2015). Platform seperti OLX atau Carousell telah membuktikan model ini, namun sering kali kompleks dan kurang spesifik untuk kebutuhan komunitas lokal atau segmen tertentu. Penelitian oleh (Gefen, D., et al., 2003). menunjukkan bahwa keberhasilan platform semacam ini sangat bergantung pada *trust*, kemudahan penggunaan (*usability*), dan kualitas informasi produk.

1.2 Framework Laravel dalam Pengembangan Web

Laravel adalah framework PHP open-source yang mengadopsi pola MVC, menyediakan struktur kode yang rapi, ekspresif, dan elegan. Keunggulannya antara lain: sistem routing yang powerful, ORM Eloquent untuk abstraksi database, sistem templating Blade, dan *built-in authentication*. Fitur-fitur ini secara signifikan mempercepat pengembangan aplikasi web seperti marketplace, memungkinkan pengembang fokus pada logika bisnis daripada infrastruktur dasar (Stauffer, M. 2020).

1.3 Penelitian Terkait

Beberapa penelitian terdahulu telah mengembangkan marketplace untuk buku bekas kampus (Firdaus & Sari, 2021). atau platform jual-beli peralatan UMKM (Pratama & Wijaya, 2022). Komonalitasnya terletak pada fitur CRUD produk dan panel admin. Penelitian ini berkontribusi dengan menawarkan fokus khusus pada barang bekas umum untuk pelajar/UMKM, serta mengintegrasikan secara eksplisit fitur pelaporan oleh pengguna dan alur kerja moderasi admin ke dalam desain inti sistem, yang divisualisasikan melalui diagram alir yang rinci.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Metode Pengembangan Sistem

Penelitian mengikuti model *waterfall* (Pressman, 2014). yang linear dan sistematis: (1) Analisis Kebutuhan, (2) Perancangan Sistem, (3) Implementasi, (4) Pengujian, dan (5) Pembahasan.

Model ini dipilih karena ruang lingkup proyek yang telah didefinisikan dengan jelas dan kebutuhan yang stabil. Model ini dipilih karena memiliki tahapan yang sistematis dan terstruktur, serta sesuai untuk pengembangan sistem dengan kebutuhan yang telah didefinisikan dengan jelas sejak awal. Model Waterfall memungkinkan setiap tahap pengembangan diselesaikan secara berurutan, sehingga memudahkan proses perencanaan, dokumentasi, dan pengendalian pengembangan aplikasi marketplace barang bekas LOAK.IN.

2.1.1 Analisis

Tahap analisis dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan dan kebutuhan sistem marketplace barang bekas LOAK.IN. Analisis diawali dengan pengamatan terhadap proses transaksi barang bekas yang masih banyak dilakukan melalui media sosial dan grup pesan instan, yang bersifat tidak terstruktur dan menyulitkan pengelolaan data penjual, pencarian barang, serta pengawasan konten. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya sebuah sistem berbasis web yang mampu mengorganisir aktivitas jual beli barang bekas secara terpusat dan terkelola dengan baik.

2.1.2 Desain

Tahap desain sistem bertujuan untuk menerjemahkan hasil analisis kebutuhan ke dalam bentuk rancangan sistem yang terstruktur sebagai acuan implementasi aplikasi LOAK.IN. Perancangan sistem dilakukan dengan menggunakan pendekatan arsitektur Model-View-Controller (MVC) yang diterapkan pada framework Laravel. Arsitektur ini digunakan untuk memisahkan antara logika aplikasi, pengelolaan data, dan tampilan antarmuka, sehingga sistem lebih terorganisir dan mudah dikembangkan. Selain itu, dilakukan perancangan basis data yang digambarkan melalui Entity Relationship Diagram (ERD) untuk menunjukkan entitas, atribut, serta relasi antar data yang digunakan dalam sistem.

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Kebutuhan

Kebutuhan diekstraksi dari observasi terhadap pola jual-beli di media sosial, diskusi informal dengan calon pengguna, dan studi literatur. Hasilnya dirumuskan sebagai kebutuhan fungsional dan non-fungsional.

3.1.1 Kebutuhan Fungsional:

- a. **RF-01:** Sistem harus menyediakan registrasi dan login pengguna.
- b. **RF-02:** Pengguna yang login dapat mengelola profil (nama, lokasi, WhatsApp, bio, foto).
- c. **RF-03:** Penjual dapat membuat, membaca, mengedit, menghapus, dan menandai "terjual" pada listing barangnya.
- d. **RF-04:** Sistem harus menyediakan halaman eksplorasi listing dengan filter berdasarkan kategori dan pencarian kata kunci.
- e. **RF-05:** Pengguna (baik login maupun tidak) dapat melaporkan listing yang mencurigakan.
- f. **RF-06:** Admin dapat melihat semua listing, menghapus listing bermasalah, dan mengelola siklus status laporan.

3.1.2 Kebutuhan Non Fungsional:

- a. **RNF-01 Usability:** Antarmuka harus intuitif, konsisten, dan responsif.
- b. **RNF-02 Reliability:** Validasi *input* harus ketat, dengan pesan error yang informatif.
- c. **RNF-03 Security:** Password di-*hash*, akses halaman di-*protect* dengan middleware, sanitasi *input* untuk mencegah XSS.
- d. **RNF-04 Maintainability:** Kode terstruktur mengikuti konvensi Laravel MVC.

3.2 Use Case Diagram



Gambar 1. Use Case Diagram

Use Case Diagram ini menjelaskan interaksi antara pengguna dengan sistem marketplace barang bekas LOAK.IN. Sistem ini melibatkan tiga aktor utama, yaitu Pembeli, Penjual, dan Admin.

Pembeli memiliki hak akses antara lain:

1. Melakukan login dan registrasi akun,
2. Melihat beranda dan daftar listing,
3. Mencari dan memfilter listing,
4. Melihat detail listing dan profil penjual, serta
5. Melaporkan listing yang dianggap tidak sesuai.

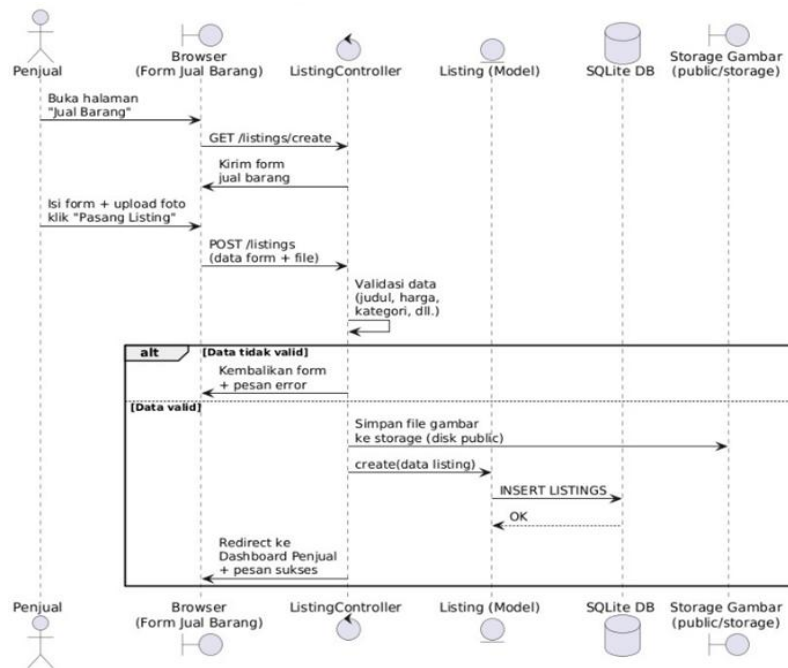
Penjual memiliki hak akses antara lain:

1. Melakukan login dan registrasi akun,
2. Mengelola profil penjual,
3. Membuat listing baru,
4. Mengelola listing yang mencakup edit dan hapus listing,
5. Mengubah status listing menjadi terjual, serta
6. Mengelola dashboard penjual.

Admin memiliki hak akses antara lain:

1. Melihat seluruh listing,
2. Memfilter dan menghapus listing,
3. Melihat detail laporan listing, serta
4. Mengubah status laporan. Relasi *include* digunakan untuk menunjukkan bahwa beberapa aktivitas pengelolaan listing mencakup proses edit dan hapus listing sebagai bagian dari fungsi utama, sedangkan seluruh aktivitas yang bersifat pengelolaan data hanya dapat dilakukan setelah pengguna berhasil melakukan login ke dalam sistem.

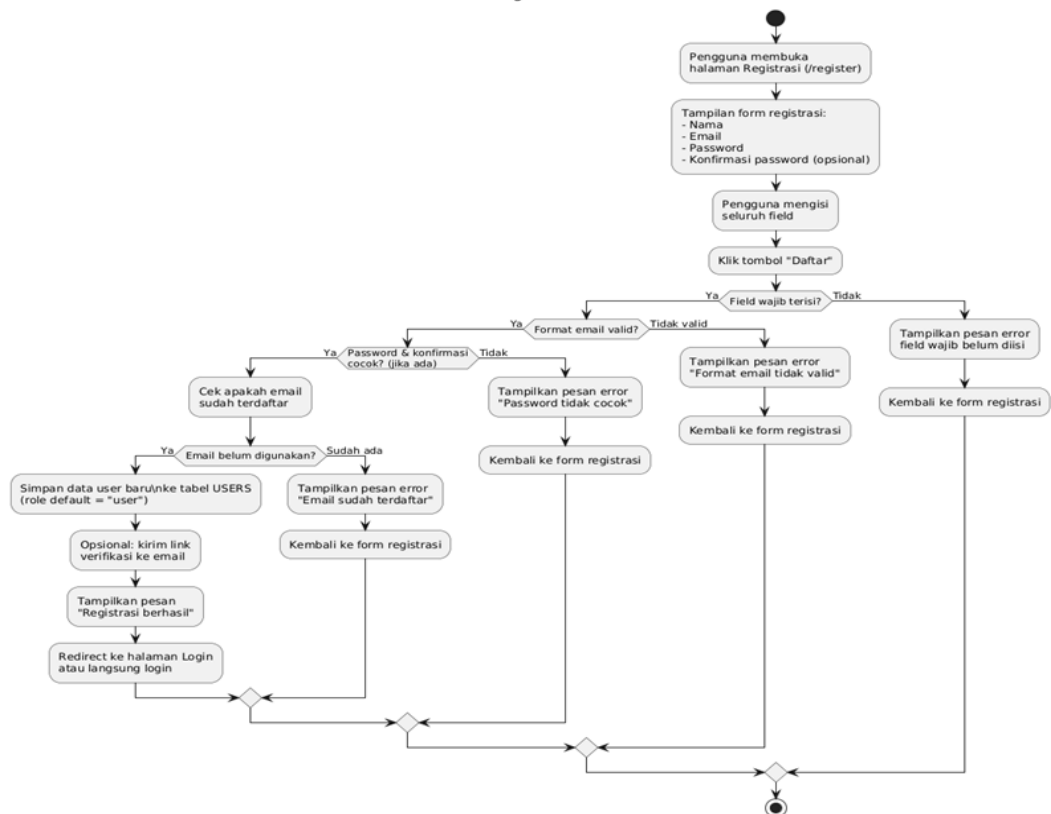
3.3 Sequence Diagram



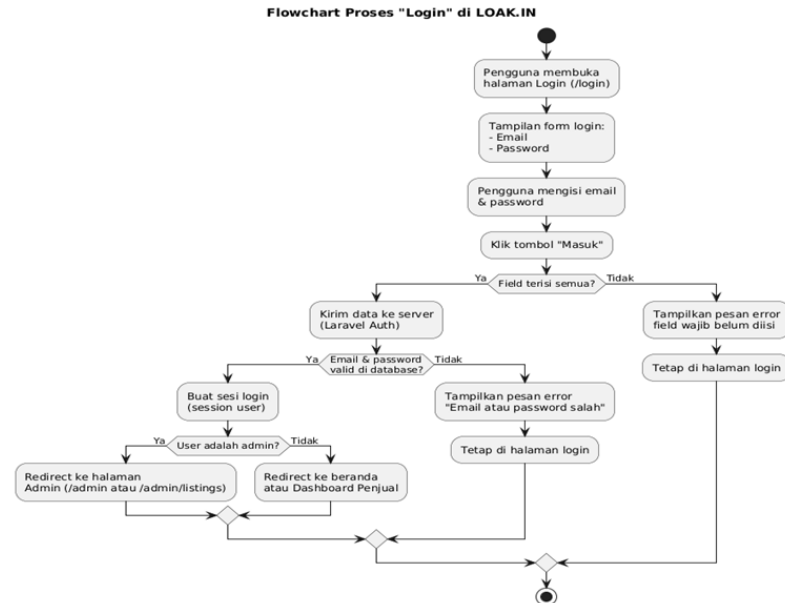
Gambar 2. Sequence Diagram

3.4 Activity Diagram

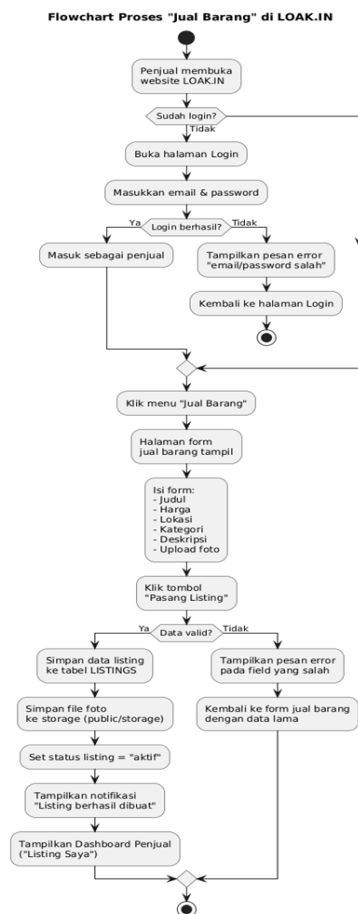
Flowchart Proses "Registrasi Akun" di LOAK.IN



Gambar 3. Activity Diagram - Registrasi Akun



Gambar 4. Activity Diagram - Login Pengguna



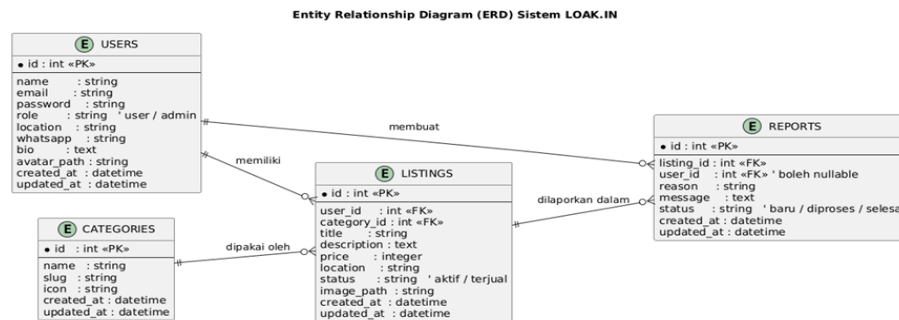
Gambar 5. Activity Diagram – Menjual Barang



Gambar 6. Activity Diagram – Pelaporan

3.5 Basis Data

Perancangan basis data dilakukan untuk menentukan struktur penyimpanan data yang digunakan oleh sistem LOAK.IN. Proses ini meliputi penentuan tabel, atribut, serta hubungan antar tabel agar data dapat dikelola secara terintegrasi.

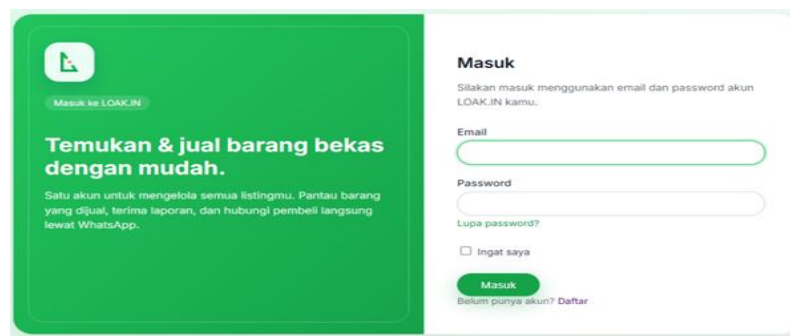


Gambar 7. Basis Data (*Database*)

4. IMPLEMENTASI

4.1 Implementasi Modul dan Fitur Utama

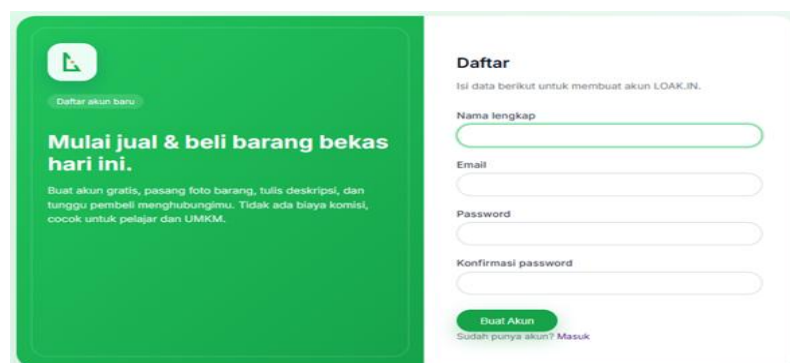
4.1.1 Implementasi Halaman *Login*



Gambar 8. Halaman *Login* LOAK.IN

Halaman Login LOAK.IN berfungsi sebagai pintu masuk utama bagi pengguna untuk mengakses sistem. Pengguna diminta memasukkan email dan kata sandi yang telah terdaftar, kemudian sistem akan melakukan proses autentikasi dan mengarahkan pengguna ke halaman sesuai dengan peran (user atau admin).

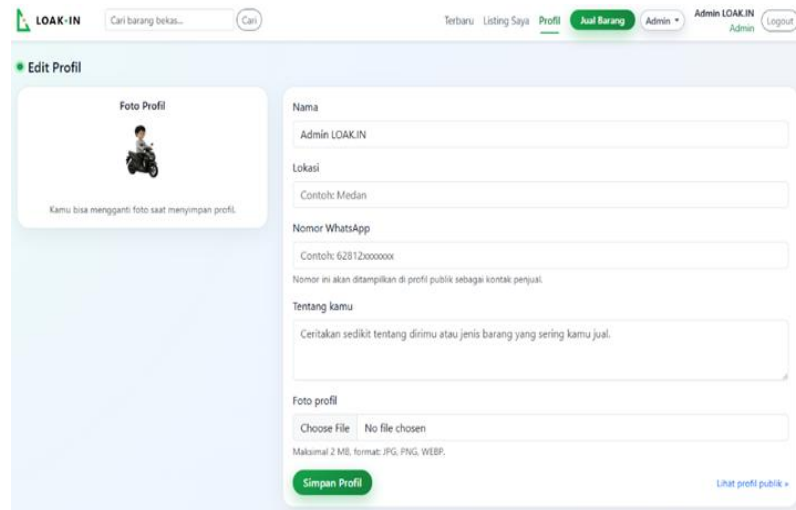
4.1.2 Implementasi Halaman *Registrasi*



Gambar 9. Halaman *Registrasi*

Halaman registrasi digunakan untuk pembuatan akun baru pada sistem LOAK.IN. Pengguna mengisi data dasar seperti nama, email, dan kata sandi, yang selanjutnya akan disimpan ke dalam basis data setelah melalui proses validasi.

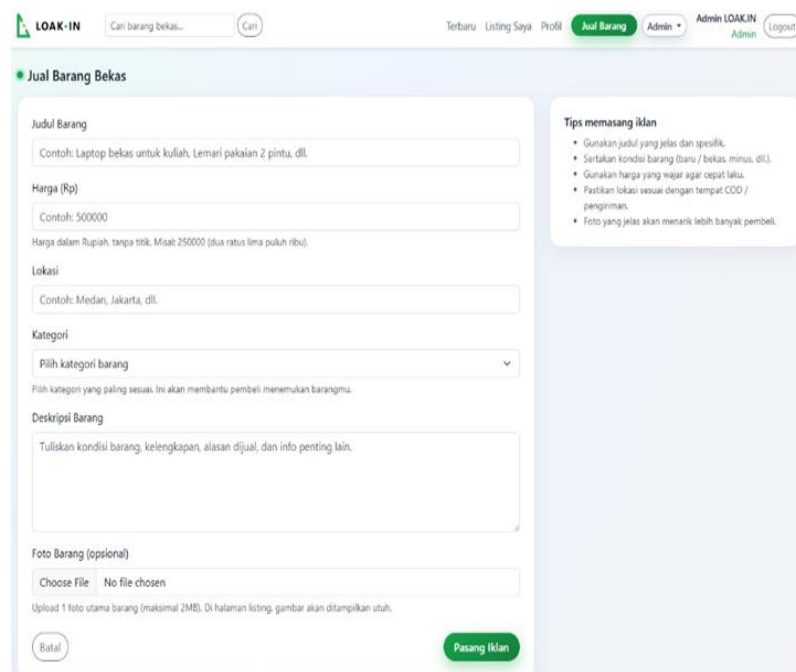
4.1.3 Implementasi Halaman *Edit Profile*



Gambar 10. Halaman *Edit Profile*

Halaman Edit Profil memungkinkan pengguna untuk memperbarui informasi pribadi, seperti nama, lokasi, nomor WhatsApp, bio, dan foto profil. Fitur ini mendukung pengelolaan identitas penjual agar informasi yang ditampilkan kepada pembeli selalu akurat dan terkini.

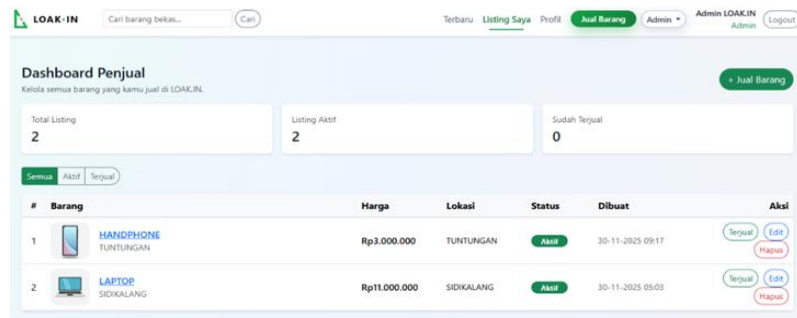
4.1.4 Implementasi Halaman *Form Jual Barang*



Gambar 11. Halaman *Form Jual Barang*

Halaman Form Jual Barang digunakan oleh penjual untuk menambahkan listing barang bekas yang akan dijual. Form ini menyediakan input data seperti judul barang, kategori, harga, lokasi, deskripsi, dan unggah gambar, dengan validasi server-side untuk memastikan kelengkapan data.

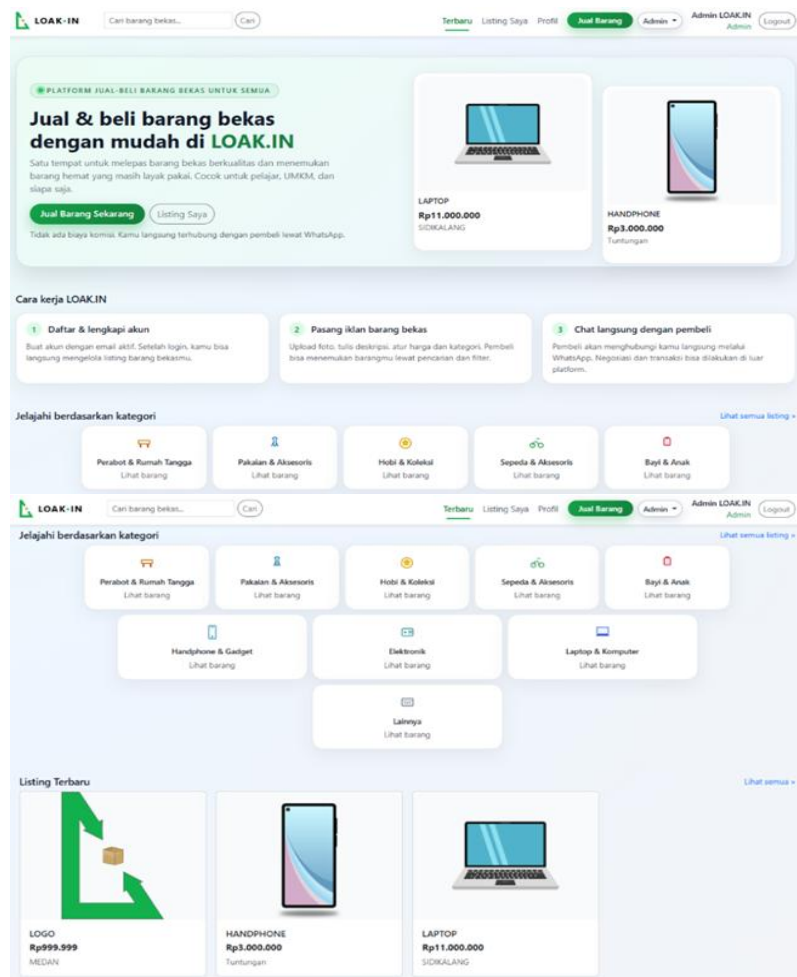
4.1.5 Implementasi Halaman *Dashboard Penjual*



Gambar 12. Halaman *Dashboard Penjual*

Dashboard Penjual menampilkan daftar seluruh listing yang dimiliki oleh penjual. Pada halaman ini, penjual dapat melihat status barang, melakukan edit atau hapus listing, serta mengubah status barang menjadi terjual.

4.1.6 Implementasi Halaman Beranda



Gambar 13. Halaman Beranda LOAK.IN

Halaman Beranda merupakan halaman utama yang menampilkan daftar listing barang bekas yang tersedia dalam sistem. Pengguna dapat melihat barang terbaru, melakukan pencarian, serta memfilter listing berdasarkan kategori yang tersedia.

4.2 Hasil Pengujian Fungsional

Tabel 1. Hasil Pengujian Fungsional

ID SKENARIO	FITUR YANG DIUJI	DATA UJI	HASIL YANG DIHARAPKAN	STATUS HASIL
TS-01	Registrasi User Baru	Data valid (email baru)	Akun dibuat, redirect ke login.	PASS
TS-02	Registrasi (Duplikasi Email)	Email yang sudah terdaftar	Pesan error "Email sudah digunakan".	PASS
TS-03	Login User Biasa	Kredensial valid (role: user)	Redirect ke beranda / dashboard penjual.	PASS
TS-04	Login Admin	Kredensial valid (role: admin)	Redirect ke halaman admin.	PASS
TS-05	Buat Listing Baru	Form lengkap + gambar valid	Listing muncul di "Listing Saya" dan beranda.	PASS
TS-06	Buat Listing (Data Invalid)	Harga berupa teks	Validasi gagal, error ditampilkan di field harga.	PASS
TS-07	Lapor Listing	Isi alasan dan pesan	Notifikasi sukses, laporan muncul di panel admin.	PASS
TS-08	Admin Hapus Listing	Admin pilih hapus di panel	Listing dan gambar terkait terhapus dari sistem.	PASS
TS-09	Ubah Status Laporan	Admin ubah status jadi "selesai"	Status laporan terupdate di database dan tampilan.	PASS

Pengujian menyimpulkan bahwa semua kebutuhan fungsional (RF-01 s/d RF-06) telah terpenuhi. Sistem stabil, validasi berjalan baik, dan alur navigasi sesuai dengan sitemap yang dirancang.

4.3 Pencapaian terhadap Tujuan Penelitian

Penelitian ini berhasil mencapai ketiga tujuannya. Pertama, suite lengkap diagram desain (Konteks, Sitemap, ERD, Arsitektur, Flowchart, Sequence Diagram) telah dihasilkan, memberikan panduan visual yang sangat jelas bagi implementasi. Kedua, prototipe LOAK.IN yang fungsional telah dibangun dengan memanfaatkan ekosistem Laravel secara efektif, membuktikan bahwa framework ini cocok untuk pengembangan marketplace cepat. Ketiga, pengujian black-box yang komprehensif telah memvalidasi kepatuhan sistem terhadap spesifikasi fungsional.

4.4 Analisis Kekuatan dan Kelemahan Sistem

a. Kekuatan:

- Struktur Kode yang Terkelola:** Penerapan MVC memisahkan concern dengan baik, memudahkan pemeliharaan dan kolaborasi tim.
- Keamanan Dasar Terpenuhi:** Hash password (bcrypt), protection CSRF token, dan middleware authorization telah diimplementasikan.
- Usability yang Baik:** Antarmuka mengikuti desain umum marketplace, sehingga familiar bagi pengguna. Form dengan validasi real-time meningkatkan pengalaman.
- Mekanisme Moderasi Terintegrasi:** Alur "Laporan -> Tinjau Admin -> Tindakan" yang terdesain formal adalah nilai tambah dibandingkan transaksi di grup media sosial.

b. Kelemahan & Tantangan:

1. **Skalabilitas:** SQLite kurang ideal untuk produksi dengan beban tinggi. Migrasi ke MySQL/PostgreSQL dan optimasi query (indexing) diperlukan.
2. **Fitur Transaksi Terbatas:** Ketergantungan pada WhatsApp untuk komunikasi dan transaksi meninggalkan risiko dan ketidaknyamanan, seperti tidak adanya rekam jejak negosiasi dalam platform.
3. **Keamanan Lanjutan:** Fitur seperti verifikasi email dua langkah, sanitasi input yang lebih agresif, dan audit log belum diimplementasikan.
4. **Kinerja Unggah Gambar:** Belum ada kompresi gambar otomatis di sisi server, yang dapat mengonsumsi bandwidth dan storage.

4.5 Implikasi bagi Praktik dan Penelitian Lanjutan

LOAK.IN menunjukkan bahwa adalah mungkin untuk membangun platform niche yang terfokus dengan biaya dan waktu pengembangan yang relatif rendah menggunakan tools modern seperti Laravel. Bagi UMKM atau komunitas kampus, sistem semacam ini dapat di-deploy sebagai solusi internal. Dari perspektif penelitian, karya ini membuka jalan untuk pengembangan pada aspek:

1. **Integrasi Pembayaran Digital:** Menambahkan gateway seperti Midtrans atau Xendit untuk transaksi dalam platform.
2. **Trust and Reputation System:** Mengimplementasikan sistem rating dan ulasan berbasis transaksi.
3. **Machine Learning for Moderation:** Menggunakan model klasifikasi gambar/teks untuk membantu mendeteksi listing palsu atau tidak pantas secara otomatis.
4. **Progressive Web App (PWA):** Mengonversi aplikasi menjadi PWA untuk pengalaman seperti aplikasi native di mobile.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan seluruh rangkaian kegiatan penelitian, dapat disimpulkan bahwa:

1. Aplikasi web marketplace barang bekas LOAK.IN telah berhasil dirancang dengan metodologi yang terstruktur, menghasilkan seperangkat dokumen desain (ERD, Flowchart, Diagram Arsitektur, dll.) yang komprehensif.
2. Implementasi menggunakan framework Laravel beserta ekosistemnya (*Eloquent*, *Blade*, *Breeze*, *Storage*) terbukti efisien dan efektif dalam mewujudkan semua modul fungsional inti: manajemen pengguna, profil, listing barang, pencarian, pelaporan, dan moderasi admin.
3. Hasil pengujian black-box yang ekstensif mengkonfirmasi bahwa prototipe yang dibangun berperilaku sesuai dengan spesifikasi kebutuhan yang telah ditetapkan. Sistem beroperasi dengan stabil, memiliki validasi input yang memadai, dan menyajikan antarmuka pengguna yang responsif dan mudah dinavigasi.

Dengan demikian, LOAK.IN telah memenuhi tujuannya sebagai proof-of-concept untuk sebuah platform terstruktur yang dapat menjembatani penjual dan pembeli barang bekas, khususnya dari kalangan pelajar dan UMKM, sekaligus menawarkan fondasi yang kokoh untuk pengembangan lebih lanjut.

REFERENCES

- Statista. (2023). *E-commerce in Indonesia*. Diakses dari <https://www.statista.com>
- Ellen MacArthur Foundation. (2019). *Completing the Picture: How the Circular Economy Tackles Climate Change*.
- Bakos, Y. (1998). The emerging role of electronic marketplaces on the Internet. *Communications of the ACM*.



- Lacy, P., & Rutqvist, J. (2015). *Waste to Wealth: The Circular Economy Advantage*. Palgrave Macmillan.
- Gefen, D., Karahanna, E., & Straub, D. W. (2003). Trust and TAM in Online Shopping: An Integrated Model. *MIS Quarterly*.
- Otwell, T. *Laravel Documentation*. <https://laravel.com/docs>
- Stauffer, M. (2020). *Laravel: Up & Running*. O'Reilly Media.
- Firdaus, A., & Sari, I.P. (2021). Perancangan Marketplace Buku Bekas Berbasis Web untuk Kalangan Mahasiswa. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*.
- Pratama, B., & Wijaya, A. (2022). Sistem Marketplace untuk UMKM Berbasis Web Menggunakan Framework CodeIgniter. *Journal of Information System and Technology*.
- Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2014). *Software Engineering: A Practitioner's Approach* (8th ed.). McGraw-Hill.