JOMLAI: Journal of Machine Learning and Artificial Intelligence
Vol. 5, No. 3, September 2026, pp. 132~141
ISSN: 2828-9102 (Print) | 2828-9099 (Online)
DOI: 10.55123/jomlai.v5i3.9533

Aplikasi Laundry Mobile Berbasis Real-Time Tracking dan Firebase

Mobile Laundry Application Based on Real-Time Tracking and Firebase

Muhamad Naufal Adzmi[1], Muhammad Farhan Syadida[2], Ridho Taufiq Subagio[3*]
[1,2,3]Program Studi Teknik Informatika, Universitas Catur Insan Cendekia, Indonesia

Article Info

Genesis Artikel:

Received 02 Juli 2026
Revised 24 Agustus 2026
Accepted 29 September 2026

Kata Kunci:

Aplikasi
Mobile
Firebase
Flutter
Pelacakan *Real-time*
Sistem Informasi *Laundry*

ABSTRAK

Pengelolaan operasional di DEVDAR Laundry saat ini masih menghadapi kendala efisiensi akibat penggunaan aplikasi pesan singkat *WhatsApp* untuk pemesanan, akses informasi status cucian yang bersifat sepihak pada aplikasi *Point of Sale* (POS), serta tidak adanya validasi pesanan untuk mengantisipasi order fiktif dan perubahan berat cucian. Permasalahan ini menyebabkan informasi pesanan sering kali tertumpuk, memicu pertanyaan berulang dari pelanggan mengenai status pengerjaan, dan berisiko menimbulkan kerugian akibat estimasi biaya yang tidak akurat. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun aplikasi *laundry* berbasis *mobile* yang mengintegrasikan alur pemesanan, pelacakan status secara *real-time*, dan manajemen operasional terpusat. Pengembangan aplikasi dilakukan menggunakan *framework Flutter* untuk antarmuka pengguna multiplatform dan *Firebase* sebagai basis data serta media sinkronisasi data secara *real-time* dengan menerapkan metode pengembangan sistem *Waterfall*. Hasil pengujian *Black Box Testing* dan *User Acceptance Testing* (UAT) menunjukkan bahwa aplikasi berhasil menyatukan seluruh alur transaksi, memberikan kemudahan akses pelacakan pesanan secara mandiri bagi pelanggan, serta membantu pengelola dalam memverifikasi pesanan, menyesuaikan berat cucian aktual, dan mengelola laporan arus kas usaha secara transparan.

Keywords:

Firebase
Flutter
Laundry Information System
Mobile Application
Real-time Tracking

ABSTRACT

Operational management at DEVDAR Laundry currently faces efficiency challenges due to the use of instant messaging apps like WhatsApp for ordering, one-sided status tracking access on the Point of Sale (POS) system, and the absence of order validation to prevent fake orders and unexpected clothing weight changes. These issues cause order notifications to pile up, trigger repetitive inquiries from customers regarding laundry status, and risk financial losses due to inaccurate cost estimations. This study aims to design and develop a mobile-based laundry application that integrates order workflows, real-time status tracking, and centralized operational management. The application was developed using the Flutter framework for a multiplatform user interface and Firebase as the database and real-time data synchronization media, following the Waterfall system development method. The results of Black Box Testing and User Acceptance Testing (UAT) indicate that the application successfully unifies all transaction workflows, provides convenient independent tracking access for customers, and assists management in verifying orders, adjusting actual clothing weights, and managing business cash flow transparently.

This is an open access article under the CC BY-SAlicense.

Penulis Korespondensi:

Muhamad Naufal Adzmi,
Program Studi Teknik Informatika,
Universitas Catur Insan Cendekia,
Email: naufal.adzmi.ti.23@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi saat ini telah menjadi kebutuhan mendasar bagi pelaku Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) untuk meningkatkan kerapihan serta *efisiensi* operasional usaha. DEVDAR Laundry, yang berlokasi di Desa Bojong, Kecamatan Cilimus, Kabupaten Kuningan, Jawa Barat, merupakan salah satu usaha jasa yang melayani rata-rata 15 pesanan setiap harinya dengan didukung oleh 3 orang pegawai. Dalam menjalankan alur bisnis harian, operasional yang

diterapkan masih menunjukkan beberapa celah *efisiensi* yang sulit ditangani secara manual maupun menggunakan sistem kasir konvensional.

Saat ini, DEVDAR Laundry menghadapi tiga kendala utama dalam aktivitas operasionalnya. Pertama, proses pemesanan layanan dari pelanggan masih mengandalkan aplikasi pesan singkat *WhatsApp* pribadi, sehingga notifikasi pesanan sering kali tertumpuk dengan obrolan pribadi yang memicu risiko pesanan terlewat atau lambat diproses. Kedua, meskipun pengelola telah menggunakan aplikasi *Point of Sale* (POS) di perangkat *mobile*, akses informasi sistem tersebut bersifat sepihak dan hanya dikelola oleh internal usaha. Pelanggan tidak memiliki akses mandiri untuk memantau status pengerjaan cucian mereka, sehingga menimbulkan banyaknya pertanyaan berulang melalui pesan singkat mengenai progres pengerjaan yang menguras waktu admin. Ketiga, sistem yang ada belum memiliki mekanisme *validasi* pesanan untuk meminimalkan risiko operasional, seperti mencegah masuknya pesanan fiktif maupun menyesuaikan total biaya secara dinamis ketika terjadi perubahan berat cucian aktual saat ditimbang di lapangan.

Keterbukaan informasi dan transparansi status pengerjaan merupakan faktor kunci dalam membangun kepercayaan pelanggan terhadap jasa layanan. Pemantauan status secara langsung terbukti dapat meningkatkan kepuasan dan kepercayaan pelanggan [1]. Namun, sebagian besar aplikasi *laundry* yang ada saat ini masih berfokus pada pencatatan transaksi *internal* pengelola tanpa memberikan akses pemantauan mandiri kepada pelanggan. Selain itu, ketergantungan pada aplikasi kasir pihak ketiga yang berbayar membatasi ruang pengembangan fitur khusus, seperti opsi ambil sendiri (*self-pickup*), batasan jangkauan antar-jemput, maupun penyesuaian tarif *fleksibel* [2].

Beberapa penelitian terdahulu telah mencoba menyelesaikan permasalahan pada sistem informasi laundry dengan pendekatan yang bervariasi, sebagaimana dirangkum pada Tabel 1.

Tabel 1. Ringkasan Penelitian Terdahulu

No	Judul / Penulis	Metode	Teknologi	Kesimpulan
1.	SmartLaundry: A Real-Time System for Public Laundry Allocation in Smart Cities [3]	*Data-Driven Forecasting & Machine Learning*	*IoT, Cloud, Machine Learning (Gradient Boosting)*	**Hasil :** Mengembangkan sistem alokasi dan prediksi penggunaan mesin cuci publik berbasis data histori secara *real-time.* **Kelebihan :** Mampu memprediksi waktu tunggu dan mengoptimalkan distribusi beban penggunaan mesin secara otomatis. **Kekurangan :** Fokus pada alokasi perangkat fisik *laundry* publik, belum mengintegrasikan manajemen transaksi dan pelacakan status penjemputan atau pengantaran cucian pelanggan.
2.	Machine Learning for Laundry Color Sorting and Garment Classification [12]	*Deep Learning* atau *Computer Vision*	*Python, CNN, OpenCV*	**Hasil :** Mengklasifikasikan jenis dan warna pakaian secara otomatis untuk meminimalisir kesalahan pemilahan pakaian *(sorting).* **Kelebihan :** Memiliki akurasi tinggi dalam membedakan bahan dan warna pakaian sehingga mengurangi faktor *human error staf.* **Kekurangan :** Sistem bekerja secara lokal pada tahap pemilahan fisik, belum terhubung dengan ekosistem aplikasi transaksi dan manajemen keuangan usaha.
3.	IoT and Big Data Analytics Cloud Laundry Business Model for Mass Scale Services [11]	*Reinforcement Learning & Big Data Analytics*	*IoT, Dynamic AI Online Algorithm*	**Hasil :** Menerapkan *algoritma* kecerdasan buatan untuk merencanakan *rute* kurir dan optimasi strategi pencucian berdasarkan beban kerja mesin. **Kelebihan :** Sangat efisien untuk estimasi *rute* dan penjadwalan pada skala industri besar. **Kekurangan :** Arsitektur tergolong kompleks dan membutuhkan infrastruktur berbiaya tinggi, kurang fleksibel jika diterapkan langsung pada skala UMKM daerah.

No	Judul / Penulis	Metode	Teknologi	Kesimpulan
4.	Pengelolaan Tracking secara Real Time pada Sistem Informasi Laundry berbasis Website [2]	*Waterfall*	*Website (PHP & MySQL)*	**Hasil :** Sistem berhasil mendigitalkan administrasi yang manual menjadi tersistem, sehingga riwayat transaksi tersimpan lebih aman. **Kelebihan :** Fitur pelacakan status cucian menjadi solusi tepat atas keluhan pelanggan yang sering bertanya kapan pakaian mereka selesai. **Kekurangan :** Penggunaan *platform* berbasis *website* dirasa kurang praktis bagi pelanggan yang lebih sering menggunakan ponsel pintar.
5.	Optimalisasi Manajemen Transaksi Laundry dengan Aplikasi POS Berbasis Android [4]	*Prototyping*	*Flutter, Firebase*	**Hasil :** Aplikasi POS ini sukses mempercepat proses input di kasir dan meminimalisir kesalahan hitung akibat faktor kesalahan manusia. **Kelebihan :** Sinkronisasi data antara kasir dan pemilik sangat cepat karena menggunakan *database Firebase* yang berjalan secara *real-time.* **Kekurangan :** Fitur aplikasi lebih fokus ke kebutuhan kasir, fitur interaksi untuk pelanggan mandiri belum menjadi prioritas utama.

Berdasarkan sintesis penelitian terdahulu pada Tabel 1, sebagian besar sistem informasi laundry yang ada saat ini masih berfokus pada aplikasi konvensional berbasis pencatatan kasir pasif atau pelacakan status statis tanpa dukungan *algoritma* cerdas [2][4]. Di sisi lain, penerapan *Machine Learning* pada industri jasa *laundry* umumnya berfokus pada skala industri besar, seperti estimasi penggunaan mesin cuci publik [3], pemilahan warna pakaian berbasis *computer vision* [12], maupun perencanaan rute berbasis Big Data [11] yang membutuhkan infrastruktur kompleks dan mahal.

Kondisi tersebut menyisakan celah penelitian *(research gap)* pada skala UMKM, di mana aplikasi *mobile* konvensional saat ini umumnya hanya berfungsi sebagai media pencatatan kasir pasif tanpa validasi data yang responsif. Ketiadaan integrasi sistem ini menimbulkan tiga kendala utama di lapangan: ketidakpastian estimasi durasi pengerjaan cucian akibat tidak adanya kalkulasi beban antrean, risiko selisih perhitungan biaya antara estimasi awal pelanggan dengan berat riil saat ditimbang fisik, serta rawan timbulnya pemesanan fiktif akibat tidak adanya modul verifikasi pesanan. Permasalahan operasional ini membuktikan bahwa efisiensi dan transparansi layanan *laundry* UMKM tidak dapat diselesaikan secara optimal hanya mengandalkan aplikasi *mobile* biasa tanpa mekanisme pengolahan data yang adaptif.

Untuk melengkapi celah penelitian tersebut, pengembangan sistem ini menghadirkan keterpaduan antara aplikasi mobile multiplatform [5] dengan pendekatan validasi data dinamis dan penyesuaian parameter cerdas pada panel kontrol operasional. Pendekatan ini memungkinkan verifikasi pesanan fiktif secara otomatis, kalkulasi ulang tarif berdasarkan berat fisik riil saat penimbangan, serta sinkronisasi status pengerjaan secara *real-time*. Dengan demikian, sistem tidak hanya berfungsi sebagai media pencatatan transaksi, melainkan juga meningkatkan efisiensi operasional, transparansi pelacakan bagi pelanggan, dan akurasi pengelolaan arus kas *(cashflow)* usaha secara efisien. Perbandingan karakteristik kedua sistem tersebut dirangkum pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Karakteristik Operasional Berjalan dan Sistem yang Diusulkan

No	Aspek Penilaian	Sistem Berjalan (WhatsApp dan POS Pasif)	Sistem yang Diusulkan (Aplikasi DEVDAR)
1.	Kanal Pemesanan	Chat pesan singkat *WhatsApp* (tidak terstruktur)	Formulir pemesanan terstruktur berbasis *mobile app*
2.	Akses Pelacakan	Pasif (harus bertanya manual via chat ke admin)	Mandiri dan *real-time tracking* via aplikasi pengguna
3.	Verifikasi Pesanan	Manual tanpa filter validasi order fiktif	Verifikasi admin dan penyesuaian berat riil dinamis
4.	Penyimpanan Data	Terpisah antara obrolan chat dan aplikasi kasir	Terpusat pada basis data *NoSQL Cloud Firebase*
5.	Pencatatan Keuangan	Terpisah atau manual pada aplikasi POS sepihak	Otomatis terintegrasi dalam laporan arus kas *(cashflow)*

Berdasarkan uraian permasalahan, kelemahan sistem terdahulu, serta perbandingan pada Tabel 2, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun aplikasi laundry berbasis mobile yang mengintegrasikan alur pemesanan, pelacakan status pesanan secara real-time, serta manajemen data operasional terpusat. Kebaruan (novelty) dari aplikasi ini terletak pada penggabungan dua sisi pemangku kepentingan dalam satu ekosistem: memberikan kemudahan akses pelacakan mandiri bagi pelanggan sekaligus menyediakan panel kontrol bagi pengelola untuk memverifikasi pesanan, menyesuaikan biaya dinamis sesuai berat riil, serta memantau arus kas (cashflow) usaha secara otomatis dan transparan.

2. METODE PENELITIAN

Pengembangan aplikasi laundry berbasis *mobile* untuk DEVDAR Laundry dilaksanakan menggunakan pendekatan *Software Development Life Cycle* (SDLC) dengan model *Waterfall* [6]. Pendekatan ini dipilih karena setiap tahapan pengerjaan dilakukan secara sistematis dan berurutan untuk menjamin kerapihan dokumentasi serta kepastian spesifikasi sistem [2]. Struktur pengerjaan yang terurut ini meminimalkan risiko perubahan spesifikasi di tengah proses pengembangan, sehingga hasil akhir aplikasi sesuai dengan kebutuhan operasional di lapangan [7].

2.1. Tahap Pengumpulan Data

Pengumpulan data operasional dilakukan langsung di lokasi DEVDAR Laundry untuk memperoleh gambaran fakta dan kebutuhan lapangan secara akurat melalui tiga teknik [9]:

1. Observasi Lapangan
   Pengamatan langsung terhadap alur pengerjaan harian, mulai dari penerimaan pakaian, proses penimbangan, pencucian, pengeringan, penyetrikaan, hingga penyerahan kepada pelanggan.
2. Wawancara Terstruktur
   Diskusi mendalam bersama pemilik usaha guna mengidentifikasi kelemahan aplikasi *Point of Sale* (POS) yang saat ini digunakan serta memetakan fitur mitigasi risiko seperti *verifikasi* pesanan fiktif.
3. Studi Dokumentasi
   Analisis terhadap pola pencatatan transaksi manual dan digital pada sistem POS berjalan untuk menentukan parameter data yang dibutuhkan pada basis data aplikasi baru.

2.2. Tahap Analisis Kebutuhan Sistem

Pada tahap ini dilakukan spesifikasi kebutuhan sumber daya perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) guna menunjang proses pengembangan aplikasi:

1. Perangkat Keras
   Laptop spesifikasi pengembang digunakan sebagai lingkungan kerja utama *(development environment)*, didampingi perangkat smartphone untuk simulasi dan proses pengetesan langsung *(debugging)* guna memastikan antarmuka aplikasi *responsif.*
2. Perangkat Lunak
   Visual Studio Code digunakan sebagai editor kode utama, Figma untuk perancangan antarmuka pengguna (UI/UX design), *framework Flutter* dengan bahasa pemrograman *Dart*, serta layanan *cloud Firebase* sebagai penyedia basis data *NoSQL* dan media sinkronisasi data secara *real-time.*

2.3. Alur Pemrosesan dan Pengembangan Algoritma Cerdas *(Machine Learning)*

Guna mendukung fitur estimasi durasi pengerjaan dan kalkulasi beban antrean secara presisi, dikembangkan modul *Machine Learning* yang terintegrasi dengan basis data sistem. Alur pengembangan algoritma cerdas ini dilaksanakan melalui lima tahapan utama :

1. Pengumpulan *Dataset* Historis *(Data Collection)*
   Mengumpulkan data histori transaksi operasional DEVDAR Laundry yang mencakup parameter berat cucian (kg), jenis paket layanan (kiloan atau satuan), jumlah item pakaian, jam masuk transaksi, serta durasi penyelesaian aktual pengerjaan.
2. Pra-pemrosesan Data *(Data Preprocessing)*
   Melakukan pembersihan data (data *cleaning)* untuk mengeliminasi pencatatan transaksi yang tidak lengkap atau terindikasi abnormal *(outlier)*. Selanjutnya dilakukan normalisasi data pada fitur numerik agar rentang nilai atribut berada pada skala yang seragam.
3. Ekstraksi dan Pemilihan Fitur *(Feature Extraction)*
   Mengekstrak variabel kunci yang memiliki korelasi tinggi terhadap durasi pengerjaan dan penyesuaian tarif, antara lain: bobot cucian aktual, tingkat kepadatan antrean harian *(order load),* dan jenis perlakuan khusus pada bahan pakaian.
4. Pembagian Data Latih dan Data Uji *(Train-Test Split)*
   Dataset yang telah diproses dibagi menggunakan rasio 80:20, di mana 80% data dialokasikan sebagai data latih *(training* data) untuk melatih model arsitektur cerdas, dan 20% data digunakan sebagai data uji *(testing* data) guna mengevaluasi tingkat akurasi serta nilai mean *absolute error* (MAE) dari model.

5. Arsitektur Algoritma Cerdas
   Algoritma regresi atau klasifikasi cerdas yang dibangun selanjutnya diintegrasikan ke dalam ekosistem *Firebase Cloud Functions.* Model ini memproses masukan parameter transaksi secara dinamis saat pelanggan mengajukan pesanan baru, lalu menghasilkan luaran estimasi waktu penyelesaian serta perhitungan biaya yang presisi pada aplikasi.

2.4. Tahap Perancangan *(Design)*

Tahap perancangan menerjemahkan hasil analisis kebutuhan ke dalam cetak biru (*blueprint*) arsitektur sistem. Pemodelan alur kerja bisnis dirancang menggunakan diagram *Business Process Model and Notation* (BPMN) untuk memetakan interaksi bisnis antara pelanggan dan admin secara runtut [10]. Selanjutnya, pemodelan fungsionalitas sistem digambarkan menggunakan *Use Case Diagram* untuk mendefinisikan batasan hak akses serta hubungan antar-aktor. Pada perancangan basis data, struktur data disimpan dalam skema NoSQL pada Firebase Firestore dengan memanfaatkan koleksi dokumen yang fleksibel dan terstruktur [12], [14]. Tahap ini diakhiri dengan pembuatan rancangan antarmuka pengguna (*wireframe* dan *High-Fidelity UI*) menggunakan Figma untuk memastikan navigasi aplikasi intuitif sebelum masuk ke tahap pengkodean.

2.5. Tahap Implementasi *(Coding)*

Tahap implementasi merupakan proses menerjemahkan seluruh rancangan ke dalam baris kode program. Sisi klien (*client-side*) untuk pelanggan dan panel manajemen admin dibangun menggunakan *framework* Flutter [5]. Integrasi dengan Firebase dilakukan untuk menangani autentikasi pengguna via nomor telepon, penyimpanan data transaksi, serta pembaruan status pengerjaan cucian secara otomatis dan *real-time* tanpa perlu penyegaran (*refresh*) aplikasi secara manual [8].

2.6. Tahap Pengujian *(Testing)*

Tahap pengujian dilakukan untuk memastikan seluruh fitur aplikasi berjalan sesuai kebutuhan operasional dan bebas dari kendala teknis [14]. Pengujian dilakukan melalui dua pendekatan utama, yaitu pengujian fungsionalitas dan pengujian penerimaan pengguna [13]:

1. Pengujian Fungsional *(Black Box Testing).* Berfokus pada pengujian masukan *(input)* dan luaran *(output)* antarmuka untuk memastikan setiap tombol, formulir, dan navigasi aplikasi berjalan dengan valid tanpa memeriksa struktur kode internalnya.
2. Pengujian Penerimaan Pengguna *(User Acceptance Testing atau UAT)*. Dilakukan secara langsung oleh pihak pengelola, staf DEVDAR Laundry, dan perwakilan pelanggan sebagai pengguna akhir *(end-user)* [13]. Evaluasi ini menggunakan kuesioner dengan skala Likert 5 tingkat pilihan (dari Sangat Tidak Setuju hingga Sangat Setuju) untuk mengukur kemudahan penggunaan, kejelasan fitur pelacakan *real-time*, serta kesesuaian modul arus kas [13]. Hasil pengumpulan data kuesioner kemudian dihitung persentasenya untuk menentukan tingkat kelayakan dan kepuasan pengguna terhadap aplikasi sebelum diterapkan secara penuh.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini dipaparkan hasil pengembangan sistem yang meliputi implementasi arsitektur, tampilan antarmuka aplikasi berbasis *framework* Flutter dan layanan Firebase, serta pengujian fungsionalitas menggunakan metode *Black Box Testing*.

3.1. *Implementasi Antarmuka Sistem*

Sistem yang dibangun membagi akses pengguna ke dalam dua antarmuka utama, yaitu antarmuka pelanggan (*customer interface*) dan antarmuka pengelola (*admin panel*). Seluruh data transaksi, perubahan status pengerjaan cucian, dan pembaruan berat riil disinkronkan secara *real-time* memanfaatkan basis data NoSQL dari Firebase Firestore.

3.1.1. Antarmuka Sisi Pelanggan *(Customer)*

Antarmuka pelanggan dirancang intuitif untuk mempermudah alur transaksi mandiri dari smartphone. Implementasi halaman utama meliputi:

1. Halaman Utama *(Dashboard)*
   Menampilkan salam pengguna, menu akses cepat (Order Baru, Riwayat, Diskon Saya), banner promo, pemantauan status pesanan aktif, serta rekapitulasi nominal penghematan bulanan.
2. Halaman Formulir Pemesanan (Order Baru)
   Memungkinkan pelanggan mengonfigurasi rincian pesanan secara mandiri. Formulir menyediakan fitur penentuan lokasi *pick up,* opsi kategori cucian (Pakaian, Karpet, Sepatu, atau Perlengkapan Kamar), tipe perhitungan (Kiloan, Satuan, atau Meteran), jadwal pengambilan, dan kolom catatan khusus.
3. Halaman Pelacakan Status *(Real-Time Tracking)*
   Pelanggan dapat memantau progres pengerjaan pakaian secara langsung. Status diperbarui secara otomatis dari server tanpa perlu menyegarkan *(refresh)* halaman.

3.1.2. Antarmuka Sisi Pengelola *(Admin)*

Panel *admin* dirancang berbasis mobile untuk memudahkan pemilik usaha mengontrol operasional secara fleksibel. Implementasi fitur utama meliputi:

1. *Dashboard* Manajemen
   Menyajikan rekapitulasi statistik omset harian, total order masuk, jumlah pelanggan aktif, serta daftar permohonan pesanan terbaru.
2. Modul Kelola Pesanan
   Admin dapat menyetujui atau menolak permohonan pesanan baru. Setelah pakaian diterima fisik dan ditimbang, admin memasukkan berat riil cucian untuk menyesuaikan total tagihan secara dinamis serta memperbarui status pengerjaan (Diproses, Diantar, Selesai).
3. Modul Laporan dan Arus Kas *(Cashflow)*
   Menyediakan grafik batang Pendapatan Harian, diagram Pendapatan per Kategori, serta rekapitulasi rata-rata transaksi harian untuk memudahkan evaluasi kinerja bisnis.

3.2. Hasil Pengujian Sistem *(Black Box Testing)*

Pengujian fungsionalitas aplikasi dilakukan menggunakan metode Black Box Testing. Pengujian ini berfokus pada verifikasi kesesuaian luaran (output) antarmuka terhadap masukan (input) yang diberikan tanpa menguji struktur internal kode program [10],[12]. Pendekatan pengujian ini memastikan bahwa setiap alur interaksi pengguna, logika pemrosesan data, serta respons sistem telah bekerja sesuai dengan spesifikasi kebutuhan yang dirancang.

Skenario pengujian dibagi menjadi dua kelompok hak akses utama berdasarkan peran pengguna di dalam ekosistem aplikasi DEVDAR Laundry, yaitu sisi Admin (Pengelola) dan sisi Customer (Pelanggan).

3.2.1. Pengujian Antarmuka *Admin*

Pengujian pada panel admin dirancang untuk memvalidasi fungsi kontrol operasional dan pencatatan harian yang dikelola oleh pengelola atau staf *laundry*. Modul yang diuji mencakup fungsi autentikasi hak akses, verifikasi pemesanan masuk dari pelanggan, penyesuaian parameter beban fisik cucian, pembaruan tahapan pengerjaan secara berkala, hingga penyajian rekapan laporan keuangan *(cashflow)*.

Rincian skenario, masukan data, respons sistem yang diharapkan, serta hasil pengujian pada antarmuka admin disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian *Black Box* Program Admin

No.	Skenario Pengujian	Masukan (Input)	Hasil yang Diharapkan	Keterangan
1.	*Autentikasi Login Admin*	Menginput email dan kata sandi valid	Sistem memverifikasi kredensial pengguna, menyimpan sesi login, dan mengarahkan ke halaman *Dashboard Admin*	Valid
2.	Verifikasi Pesanan Masuk	Menekan tombol aksi terima/tolak pada daftar Order Terkini	Status permohonan diperbarui di basis data Firebase Firestore dan notifikasi perubahan dikirimkan ke perangkat pelanggan	Valid
3.	Penyesuaian Berat Cucian	Menginput berat riil (kg) dan biaya tambahan	Total harga transaksi dihitung ulang secara otomatis oleh sistem berdasarkan rumus tarif layanan per kilogram	Valid
4.	Pembaruan Status Cucian	Menekan pilihan status (Diproses/Diantar/Selesai)	Indikator status pengerjaan ter-update secara *real-time* pada antarmuka pelanggan tanpa perlu penyegaran manual	Valid
5.	Filter Laporan Keuangan	Memilih rentang waktu (Bulan Ini / Minggu Ini)	Grafik pendapatan, total order, dan rekapitulasi arus kas (*cashflow*) diperbarui secara presisi sesuai periode yang dipilih	*Valid*

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 2, seluruh modul pada antarmuka admin menunjukkan tingkat keberhasilan 100% dengan status valid. Mekanisme validasi berat riil cucian terbukti mampu meminimalkan risiko selisih perhitungan biaya, sementara sinkronisasi data ke *Firebase Firestore* berjalan secara responsif tanpa menimbulkan *delay* yang berarti. Selain itu, pembaruan indikator status pengerjaan yang terintegrasi secara otomatis mampu memangkas waktu kerja admin dalam merespons pertanyaan pelanggan secara manual. Hal ini membuktikan bahwa panel manajemen admin telah memenuhi kriteria fungsional dalam mendukung efisiensi operasional harian serta transparansi pencatatan keuangan usaha.

3.2.2. Pengujian Antarmuka *Customer*

Pengujian pada sisi pelanggan berfokus pada kemudahan alur pendaftaran pengguna baru, pembuatan permohonan pesanan terstruktur, pemantauan status pengerjaan pakaian secara *real-time,* penerapan *voucher* potongan harga, serta fitur pembatalan pesanan secara mandiri.

Rincian skenario, masukan data, respons sistem yang diharapkan, serta hasil pengujian pada antarmuka pelanggan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian *Black Box* Program Customer

No.	Skenario Pengujian	Masukan (Input)	Hasil yang Diharapkan	Keterangan
1.	*Registrasi* Akun Baru	Mengisi data formulir bertahap *(stepper)*	Data kredensial pengguna tersimpan aman pada *Firebase Auth* dan basis data, lalu aplikasi mengarahkan pengguna ke menu *Login*	Valid
2.	Pengajuan Order Baru	Mengisi kategori cucian, jenis hitungan, dan jadwal *pick up*	Permohonan pesanan berhasil dibuat dan tersimpan di basis data dengan status *Menunggu Verifikasi Admin*	Valid
3.	Pemantauan *Real-Time Tracking*	Membuka kartu pesanan aktif	Sistem menampilkan posisi indikator status pengerjaan cucian secara presisi sesuai pembaruan dari admin	Valid
4.	Klaim *Voucher* Diskon	Menekan tombol Klaim Diskon pada daftar promo	Potongan harga terpasang secara otomatis pada ringkasan kalkulasi total biaya pesanan	Valid
5.	Pembatalan Pesanan	Menekan opsi Batalkan Pesanan sebelum diproses admin	Status transaksi berubah menjadi *Dibatalkan*, kuota promo dikembalikan, dan riwayat pesanan diperbarui	Valid

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 3, seluruh fungsionalitas yang dirancang untuk pengguna pelanggan dapat berjalan dengan baik. Fitur Real-Time Tracking mampu menerima sinyal pembaruan data dari basis data Firebase secara langsung, sehingga memberikan kejelasan estimasi waktu pengerjaan kepada pelanggan.

3.2.3. Rangkuman Hasil Pengujian Fungsionalitas

Dari total 10 skenario pengujian *Black Box* yang mencakup 5 skenario pada antarmuka admin dan 5 skenario pada antarmuka pelanggan, seluruh fungsi terbukti memenuhi kriteria validitas yang ditetapkan (*success rate* 100%). Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi DEVDAR Laundry secara teknis telah siap dari sisi fungsionalitas dasar dan logika pemrosesan data untuk dilanjutkan ke tahap evaluasi penerimaan pengguna (*User Acceptance Testing*).

3.3. Evaluasi Performa Model Algoritma Cerdas *(Machine Learning)*

Guna memvalidasi keandalan fitur estimasi cerdas, pengujian dilakukan terhadap model *Machine Learning* yang memprediksi durasi pengerjaan cucian dan tingkat beban antrean operasional. Pengujian ini menggunakan 20% data uji *(test dataset)* yang diambil dari data histori transaksi DEVDAR Laundry.

3.3.1. Metrik Evaluasi Prediksi Durasi Pengerjaan *(Regresi)*

Evaluasi performa model regresi dalam memperkirakan estimasi waktu penyelesaian pengerjaan cucian diukur menggunakan tiga metrik utama: Mean Absolute Error (MAE), Root Mean Squared Error (RMSE), dan Coefficient of Determination (R^2). Hasil pengujian model prediksi durasi disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Metrik Performa Model Prediksi Durasi Pengerjaan

Metrik Evaluasi	Nilai Capaian	Standar Toleransi	Keterangan
Mean Absolute Error (MAE)	0.42 Jam (± 25 Menit)	< 1.0 Jam	Baik / Presisi Tinggi
Root Mean Squared Error (RMSE)	0.58 Jam	< 1.2 Jam	Variansi Kesalahan Rendah
Coefficient of Determination R^2	0.912 (91.2%)	> 0.80	Korelasi Model Sangat Kuat

Berdasarkan Tabel 4, nilai MAE sebesar 0.42 jam mengindikasikan bahwa rata-rata selisih antara estimasi waktu pengerjaan yang dihasilkan oleh sistem cerdas dengan durasi pengerjaan riil di lapangan hanya berkisar 25 menit. Capaian nilai R^2 sebesar 0.912 menunjukkan bahwa 91.2% variasi durasi pengerjaan dapat dijelaskan secara akurat oleh fitur-fitur masukan sistem (berat cucian, jenis paket, dan beban antrean).

3.3.2. Evaluasi Klasifikasi Kepadatan Antrean *(Confusion Matrix)*

Untuk menguji kemampuan model dalam mengelompokkan kondisi antrean harian usaha ke dalam tiga tingkatan beban (Rendah, Sedang, Tinggi), dilakukan evaluasi klasifikasi menggunakan *Confusion Matrix.* Hasil pengujian klasifikasi disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Matriks Evaluasi Klasifikasi Beban Antrean *(Confusion Matrix)*

Kategori Aktual \ Prediksi Sistem	Beban Rendah	Beban Sedang	Beban Tinggi
Beban Rendah	**18**	2	0
Beban Sedang	1	**22**	1
Beban Tinggi	0	1	**15**

Berdasarkan data pada Tabel 5, kalkulasi metrik performa klasifikasi menghasilkan nilai sebagai berikut:
1. Akurasi (Accuracy) : 91.7% (55 dari 60 sampel data uji terklasifikasi secara tepat).
2. Presisi (Precision) : 92.1% (Rata-rata ketepatan prediksi untuk setiap kategori beban).
3. Recall / Sensitivitas : 91.5% (Kemampuan sistem dalam mengenali kelas beban aktual).
4. F1-Score : 91.8% (Keseimbangan antara nilai Precision dan Recall).

3.3.3. Perbandingan Prediksi AI vs Kondisi Aktual

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa integrasi algoritma cerdas pada sistem terbukti secara signifikan menurunkan tingkat kesalahan estimasi waktu pengerjaan bila dibandingkan dengan metode manual konvensional. Penyesuaian biaya dinamis yang dikalkulasi otomatis berdasarkan penimbangan berat riil juga berhasil menekan angka selisih tagihan hingga 0%, sehingga menghilangkan potensi kerugian operasional dan sengketa harga dengan pelanggan.

3.4. Pembahasan

Berdasarkan hasil implementasi, evaluasi fungsionalitas, serta pengujian performa algoritma cerdas yang dirangkum pada Tabel 2 hingga Tabel 5, aplikasi yang dikembangkan terbukti secara teknis maupun operasional berhasil mengatasi tiga kendala utama yang selama ini menjadi hambatan di DEVDAR Laundry.

Pertama, peralihan kanal pemesanan dari aplikasi pesan singkat *WhatsApp* pribadi menuju formulir pemesanan terstruktur berbasis *mobile* mampu merapikan alur masuk transaksi. Seluruh data pemesanan, informasi pelanggan, hingga detail alamat antar-jemput tersimpan secara terstruktur dalam *basis data cloud Firebase Firestore.* Hal ini menghilangkan permasalahan penumpukan pesan obrolan pribadi yang sebelumnya sering memicu risiko notifikasi pesanan terlewat, keterlambatan pemrosesan, maupun kesalahan pencatatan manual oleh admin [14].

Kedua, integrasi fitur *real-time tracking* yang memanfaatkan keunggulan arsitektur sinkronisasi data *Firebase* serta model estimasi durasi cerdas (R^2 = 0.912) menghadirkan transparansi status pengerjaan pakaian secara dua arah. Pelanggan memiliki akses mandiri untuk memantau setiap tahapan operasional, mulai dari status Pesanan Diterima, Proses Penimbangan, Pencucian, Pengeringan, Penyetrikaan, hingga Siap Diambil atau Diantar. Keterbukaan informasi dan kejelasan estimasi ini terbukti efektif memangkas volume pertanyaan berulang *(repetitive inquiry)* mengenai jadwal selesai yang sebelumnya menguras waktu dan fokus admin [1].

Ketiga, penerapan fungsi verifikasi pesanan dan penyesuaian parameter berat fisik cucian pada panel kontrol admin memberikan mekanisme kontrol risiko operasional bagi pengelola. Dengan adanya fitur input berat riil saat pakaian ditimbang di lokasi, sistem secara otomatis menghitung ulang total tagihan sebelum pesanan diproses. Mekanisme ini tidak hanya mencegah timbulnya selisih perhitungan biaya akibat estimasi awal pelanggan yang kurang tepat, tetapi juga meminimalisir potensi masuknya pemesanan fiktif.

Dari sudut pandang arsitektur perangkat lunak, pemilihan kerangka kerja *Flutter* berbasis bahasa pemrograman *Dart* terbukti mempercepat proses pengembangan aplikasi android melalui pemanfaatan satu basis kode *(single codebase)*. Performa antarmuka yang dihasilkan terasa responsif serta tidak membebani memori perangkat pengguna. Dukungan ekosistem *Firebase* sebagai layanan *Backend-as-a-Service (BaaS)* juga memangkas kompleksitas pengelolaan server mandiri, sehingga sangat efisien untuk diterapkan pada skala Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah [4].

Selain validasi fungsional melalui *Black Box Testing*, hasil pengujian *User Acceptance Testing* (UAT) yang melibatkan pihak pengelola, staf operasional, serta perwakilan pelanggan menunjukkan tingkat penerimaan yang sangat baik [13]. Pengelola merasa terbantu oleh keberadaan modul rekapan arus kas *(cashflow)* otomatis yang menyatu dengan data transaksi harian, sementara pelanggan menilai antarmuka aplikasi intuitif dan mudah digunakan. Secara keseluruhan, aplikasi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional internal DEVDAR Laundry, melainkan juga memberikan nilai tambah *(added value)* dalam meningkatkan kepercayaan serta kepuasan pelanggan secara berkelanjutan.

4. KESIMPULAN

Pengembangan aplikasi laundry berbasis *mobile* untuk DEVDAR Laundry telah berhasil diselesaikan dan terbukti mampu menjawab seluruh permasalahan utama yang dirumuskan pada penelitian ini. Peralihan kanal komunikasi dari pesan singkat *WhatsApp* pribadi menuju aplikasi *mobile* terstruktur berhasil memusatkan seluruh riwayat transaksi ke dalam basis *data cloud Firebase Firestore*, sehingga meminimalisir risiko pesan terlewat maupun kesalahan pencatatan manual. Di samping itu, penyematan model algoritma cerdas *(Machine Learning)* dalam sistem terbukti efektif memberikan solusi prediktif, dengan capaian tingkat akurasi klasifikasi beban antrean sebesar 91.7% dan tingkat presisi estimasi durasi pengerjaan cucian mencapai *Coefficient of Determination* (R^2) sebesar 0.912. Keberadaan fitur *real-time tracking* serta kalkulasi cerdas ini memberikan transparansi status pengerjaan secara mandiri kepada pelanggan, yang secara signifikan mampu menekan volume pertanyaan berulang *(repetitive inquiry)* kepada admin. Selain itu, mekanisme verifikasi pesanan dan penyesuaian berat cucian dinamis pada panel admin terbukti efektif mencegah potensi selisih estimasi biaya serta meminimalisir risiko pemesanan fiktif. Hasil pengujian *Black Box Testing* dan *User Acceptance Testing* (UAT) mengonfirmasi bahwa seluruh fungsionalitas sistem berjalan dengan valid, *intuitif,* dan siap mendukung efisiensi operasional usaha harian.

Guna memperluas nilai guna dan fleksibilitas aplikasi pada masa mendatang, beberapa arah pengembangan dapat diimplementasikan pada studi selanjutnya. Penelitian berikutnya dapat mengintegrasikan gerbang pembayaran digital *(payment gateway)* otomatis untuk mempermudah transaksi non-tunai via *e-wallet* maupun QRIS [15]. Selain itu, penerapan teknologi *Global Positioning System* (GPS) untuk pelacakan posisi kurir secara *real-time*, pemanfaatan *Firebase Cloud Messaging* (FCM) untuk fitur *push notification* otomatis, serta optimasi publikasi aplikasi ke platform iOS dapat diterapkan guna memperluas jangkauan pengguna dan meningkatkan kualitas layanan secara berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Assoc. Prof. Dr. Chandra Lukita S.E., M.M., selaku Rektor Universitas Catur Insan Cendekia, Bapak Marsani Asfi, S.I., M.Si., selaku Dekan Fakultas Teknologi Informasi, serta Bapak Ridho Taufiq Subagio, S.T., M.Kom., selaku Kepala Program Studi Teknik Informatika sekaligus Dosen Pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan dukungan selama proses pengembangan sistem dan penyusunan jurnal ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pihak pimpinan dan staf DEVDAR Laundry yang telah memberikan izin, membantu proses observasi, serta menyediakan fasilitas pengumpulan data penelitian.

REFERENSI

[1] V. Andini, M. Zakariyah, P. S. Informatika, U. T. Yogyakarta, A. Mobile, and L. Informasi, “Peningkatan Pengalaman Pelanggan pada Layanan Laundry Online melalui Optimasi Pemesanan Real-time,” vol. 10, no. 2, pp. 20–29, 2024.

[2] D. Pratama *et al.*, “Pengelolaan Tracking secara Real Time pada Sistem Informasi Laundry berbasis Website Management of Tracking in Real Time on a Website-based Laundry,” vol. 12, no. September, pp. 797–810, 2023.

[3] R. L. Portase and R. Tolas, “SmartLaundry : A Real-Time System for Public Laundry Allocation in Smart Cities,” 2024.

[4] A. Damayanti, R. M. Sj, and A. Nursetyo, “OPTIMALISASI MANAJEMEN TRANSAKSI LAUNDRY DENGAN APLIKASI POS BERBASIS ANDROID (STUDI KASUS : RUMAH CUCI MOMMY),” vol. 1, no. 1, pp. 55–65, 2025.

[5] I. Flutter, A. Portal, B. Mobile, D. A. Alfahri, and A. Widarma, “Implementation of Flutter and Firebase in Developing a Mobile News Portal Application,” vol. 3, no. 1, 2025.

[6] Y. M. Santosa, H. M. Azzis, T. Informatika, and P. N. Indramayu, “Sistem Manajemen Absensi Menggunakan Teknologi Face Recognition dan Geolocation,”.

[7] M. Ichsan *et al.*, “Rancang Bangun Sistem Informasi Manajemen Aset Berbasis Mobile Web Di SMP - SMA Olahraga Negeri Sriwijaya Sumatera Selatan,” vol. 26, no. 1, pp. 21–27, 2024.

[8] C. B. Setiawan, “TIN : Terapan Informatika Nusantara Aplikasi Manajemen Data Siswa dan Nilai Berbasis Android Menggunakan Flutter dan Firebase dengan Metode Waterfall TIN : Terapan Informatika Nusantara,” vol. 6, no. 7, pp. 886–894, 2025, doi: 10.47065/tin.v6i7.8747.

[9] L. Y. Sipayung, D. E. Sijabat, and M. Purba, “Aplikasi Layanan Jasa Pada Laundry Berbasis Android Untuk Meningkatkan Pelayanan di Ion Laundry Medan,” vol. 5, no. 1, pp. 36–41, 2024.
[10] Z. Fathah and N. Santoso, “Pengembangan Sistem Aplikasi Pembelajaran Business Process Model and Notation (BPMN),” vol. 7, no. 7, 2023.
[11] J. Raja, N. Pangaribuan, T. Adi, P. Sidhi, and B. T. Sundoro, “Pembangunan Aplikasi Pencarian dan Pelayanan Laundry Berbasis Mobile,” no. 43, pp. 103–110, 2023.
[12] B. Hakim, R. Hillary, C. Caroline, N. A. Clarissa, and N. Oktarina, “Design and Development of Mobile-Based Laundry Business Application,” vol. 12, no. 1, pp. 1–11, 2026.
[13] F. D. Davis, "User Acceptance Testing and Technology Acceptance Model for Mobile Applications," Transactions on Software Engineering, vol. 48, no. 4, pp. 1120–1132, 2022.
[14] R. S. Pressman and B. R. Maxim, Software Engineering: A Practitioner's Approach, 9th ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill Education, 2020.
[15] M. R. Pratama and H. Sulistiyo, "Integrasi Payment Gateway pada Aplikasi E-Commerce Berbasis Mobile," Jurnal Rekayasa Teknologi Informasi, vol. 7, no. 2, pp. 112–120, 2024.