

Published online on the page: https://journal.upp.ac.id/index.php/rjti/index

R J T I

Riau Jurnal Teknik Informatika

| E - ISSN (*Online*) 2829-2529 |

Penerapan Algoritma Earliest Due Date (EDD) pada Sistem Penjadwalan Teknisi Service AC Berbasis Web di Emel Service

Hamid Muhammad Saiful Zaman[1,*], Muhammad Patria[2]

[1,2]Universitas Dian Nusantara, Jakarta, Indonesia

Informasi Artikel

Sejarah Artikel:
Submit: 13 Agustus 2026
Revisi: 18 Oktober 2026
Diterima: 22 Oktober 2026
Diterbitkan: 02 November 2026

Kata Kunci

Earliest Due Date; Sistem Informasi Penjadwalan; Penjadwalan Teknisi; Scheduling Algorithm; Aplikasi Berbasis Web; Servis AC

Korespondensi

E-mail: 411221119@mahasiswa.undira.ac.id

A B S T R A C T

Manual booking and technician scheduling at Emel Service, an AC maintenance micro-enterprise, frequently caused overlapping assignments and difficulty tracing customer repair histories. This study develops a web-based booking and scheduling application that applies the Earliest Due Date (EDD) rule, combined with a slot-locking mechanism, to order technician assignments by the earliest customer-selected appointment slot. The system was built using the Prototyping method with the Laravel framework, MySQL, and Docker, and analysed with PIECES and UML. The EDD logic is illustrated through a worked scheduling example that compares the as-received order with the EDD order using completion time and lateness. Functional testing with Black Box Testing covered six core business scenarios, all of which passed (valid), while User Acceptance Testing with the business owner confirmed that the application fits the partner's daily operational workflow. The scientific contribution of this study is a concrete reference design that integrates the EDD rule with multi-session slot locking and structured WhatsApp confirmation drafts for service-sector micro, small, and medium enterprises (MSMEs). The system replaces manual record-keeping with a structured relational database, prevents double-booked slots at the design level, and accelerates order confirmation. This study is limited to functional and single-stakeholder acceptance evaluation in a localhost environment; comparative operational measurement over time is identified as future work.

Abstrak

Pemesanan dan penjadwalan teknisi secara manual di Emel Service, sebuah usaha mikro jasa servis AC, kerap menimbulkan penugasan yang tumpang tindih serta kesulitan menelusuri riwayat perbaikan pelanggan. Penelitian ini mengembangkan aplikasi pemesanan dan penjadwalan berbasis web yang menerapkan aturan Earliest Due Date (EDD) dipadukan dengan mekanisme penguncian slot (slot locking) untuk mengurutkan penugasan teknisi berdasarkan slot janji temu terdekat yang dipilih pelanggan. Sistem dibangun dengan metode Prototyping menggunakan framework Laravel, MySQL, dan Docker, serta dianalisis dengan PIECES dan UML. Logika EDD diperagakan melalui contoh penjadwalan yang membandingkan urutan pesanan apa adanya dengan urutan hasil EDD menggunakan completion time dan lateness. Pengujian fungsional Black Box Testing mencakup enam skenario bisnis utama yang seluruhnya lolos (valid), sedangkan User Acceptance Testing bersama pemilik usaha mengonfirmasi bahwa aplikasi selaras dengan alur operasional harian mitra. Kontribusi ilmiah penelitian ini adalah rancangan acuan yang mengintegrasikan aturan EDD dengan penguncian slot multi-sesi dan draf konfirmasi WhatsApp terstruktur bagi Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) sektor jasa. Sistem menggantikan pencatatan manual dengan basis data relasional terstruktur, mencegah pemilihan slot ganda pada tingkat perancangan, serta mempercepat konfirmasi pesanan. Penelitian ini

Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License. *Some rights reserved*

terbatas pada evaluasi fungsional dan penerimaan satu pemangku kepentingan di lingkungan localhost; pengukuran operasional komparatif lintas waktu menjadi agenda penelitian lanjutan.

This is an open access article under the CC–BY-SA license

1. Pendahuluan

Peningkatan jumlah unit Air Conditioner (AC) yang terpasang di Indonesia berimplikasi langsung pada melonjaknya kebutuhan layanan pemeliharaan dan perbaikan. Seiring itu, perilaku konsumen bergeser ke arah digital yang menuntut kecepatan respons dan transparansi informasi, sehingga digitalisasi proses bisnis menjadi kebutuhan bagi pelaku Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) di bidang jasa teknik agar tetap kompetitif [1], [2].

Sektor jasa perawatan AC di Indonesia sebagian besar didominasi oleh pelaku UMKM yang memberikan kontribusi signifikan terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) serta penyerapan tenaga kerja nasional [3]. Meskipun memiliki peranan strategis, sebagian besar UMKM di sektor ini masih menghadapi kendala kesenjangan teknologi dan belum terhubung secara optimal dengan ekosistem digital [4]. Proses pemesanan layanan umumnya masih dilakukan melalui panggilan telepon atau pesan singkat pada aplikasi WhatsApp, sedangkan pencatatan data dan penjadwalan teknisi hanya mengandalkan buku rekapitulasi fisik atau obrolan terpisah. Praktik pengelolaan manual semacam ini memiliki tingkat kerentanan yang tinggi terhadap kesalahan pencatatan data, risiko kehilangan informasi pesanan pelanggan, serta ketiadaan integrasi sistem yang terstruktur [5]. Masalah utama yang paling sering muncul dari sistem manual ini adalah ketidakmampuan pengelola dalam mengatur alokasi waktu dan keberadaan teknisi lapangan, sehingga memicu terjadinya jadwal penugasan yang bentrok atau tumpang tindih (*overlapping*) ketika terdapat beberapa pemesanan pada slot waktu yang sama. Di samping itu, ketiadaan basis data terpusat menyulitkan penelusuran riwayat perbaikan pelanggan lama, yang pada akhirnya menurunkan kepuasan konsumen dan performa bisnis secara keseluruhan.

Kondisi tersebut dialami oleh Emel Service, usaha jasa perawatan dan perbaikan AC di Jatiranggon, Bekasi, yang telah beroperasi sekitar enam tahun. Berdasarkan wawancara dan kuesioner awal dengan pemilik usaha, seluruh pemesanan masih diterima melalui telepon dan WhatsApp tanpa basis data terpusat, pembagian tugas teknisi dilakukan manual berdasarkan jam janji temu, dan jadwal bentrok pada slot waktu yang sama (misalnya beberapa pelanggan sama-sama meminta layanan pagi hari) diakui pemilik masih kadang terjadi. Pemilik juga menyatakan kesulitan menelusuri riwayat servis pelanggan lama karena hanya tersimpan dalam percakapan pesan singkat. Keterbatasan ini menurunkan efisiensi penjadwalan dan kualitas layanan.

Berbagai penelitian terdahulu telah mengkaji sistem informasi pemesanan dan penjadwalan berbasis digital. Ravelino dan Suhirman serta Pratama dkk. menunjukkan digitalisasi penjadwalan berbasis web mampu mengintegrasikan data operasional dan mempercepat verifikasi pesanan [2], [6]. Firdaus dkk. menegaskan fitur riwayat transaksi dan pelacakan status meningkatkan kepercayaan pengguna [7], sementara Manurung dkk. dan Nugraha dkk. membuktikan efektivitas aplikasi pemesanan dan penjadwalan pada layanan teknis [8], [9]. Keberhasilan transformasi manual ke digital juga dilaporkan pada pemesanan lapangan olahraga [10], layanan antar-jemput [11], serta integrasi API pesan instan untuk pengingat jadwal [12]. Posisi penelitian ini terhadap penelitian terdahulu dirangkum pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Posisi Penelitian

No	Peneliti (Tahun)	Metode / Teknologi	Fitur Penjadwalan	Perbedaan / Posisi
1	Pratama dkk. (2024)	Web, Laravel,	Form pemesanan,	Tanpa algoritma prioritas;

	[2]	Waterfall	jadwal instalasi	pelanggan wajib login
2	Ravelino & Suhirman (2026) [6]	Web, Prototype	Manajemen jadwal keanggotaan	Domain gym; tanpa algoritma EDD
3	Firdaus dkk. (2025) [7]	Web, Lean UX	Riwayat transaksi, pelacakan status	Fokus UX; tanpa algoritma penjadwalan
4	Manurung dkk. (2021) [8]	Android, CRM	Pemesanan & pelacakan servis AC	Platform Android, fokus CRM; tanpa EDD
5	Nugraha dkk. (2022) [9]	Desktop, Waterfall	Penjadwalan maintenance	Berbasis desktop; tanpa prioritas due date
6	Pradana dkk. (2020) [13]	MS Access, EDD	Penjadwalan produksi (EDD)	Domain konveksi; bukan aplikasi web layanan
7	Rahmah dkk. (2024) [14]	Web, EDD	Penjadwalan produksi (EDD)	Domain manufaktur; tanpa slot locking & WhatsApp
8	Penelitian ini	Web (Laravel, MySQL, Docker), Prototype, EDD	EDD + slot locking + draf WhatsApp	Integrasi EDD, penguncian slot multi-sesi, konfirmasi WhatsApp untuk UMKM servis AC

Sumber: Hasil olahan penulis (2026)

Pada ranah pengurutan antrean, algoritma prioritas berbasis tenggat waktu menjadi landasan penting. Dalam teori penjadwalan, aturan Earliest Due Date (EDD) mengurutkan pekerjaan menurut *due date* terkecil dan terbukti efektif meminimalkan keterlambatan maksimum (*maximum lateness*), berbeda dengan First In First Out (FIFO) yang mengabaikan urgensi waktu maupun Shortest Processing Time (SPT) yang hanya mengejar durasi tercepat [18], [19]. Pradana dkk. dan Rahmah dkk. membuktikan EDD efektif menekan keterlambatan pada penjadwalan produksi [13], [14]. Pada konteks layanan lapangan, pengurutan dan penugasan teknisi dikenal sebagai Technician Routing and Scheduling Problem, dan sistem penjadwalan tenaga kerja berbasis web terbukti mengungguli penjadwalan manual dalam menekan waktu dan konflik jadwal [20], [21], [22]. Meskipun demikian, penerapan EDD yang dipadukan dengan penguncian slot (*slot locking*) multi-sesi dan draf konfirmasi terstruktur ke WhatsApp pada aplikasi servis AC untuk UMKM masih jarang dibahas secara terintegrasi.

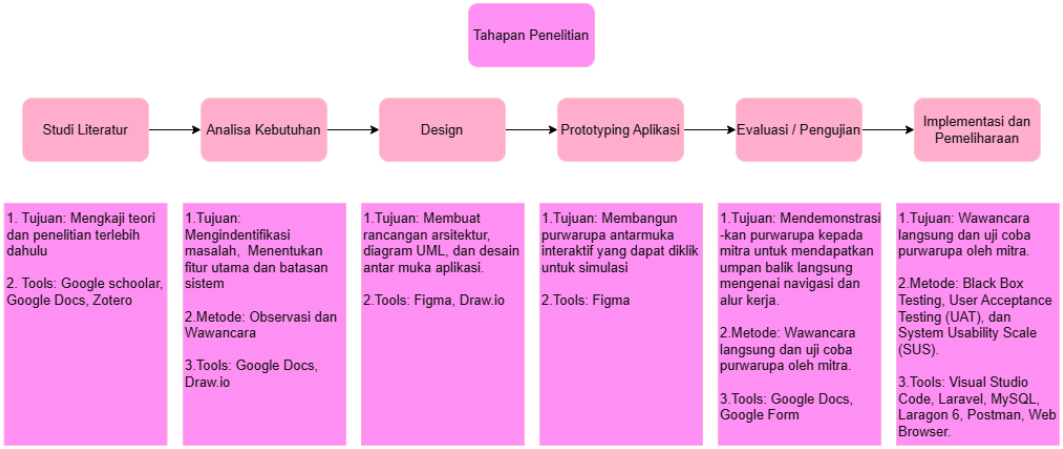
Berdasarkan permasalahan operasional Emel Service dan celah tersebut, penelitian ini mengembangkan aplikasi pemesanan dan penjadwalan layanan servis AC berbasis web yang menerapkan algoritma Earliest Due Date (EDD) sebagai logika pengurutan prioritas penugasan teknisi menurut slot janji temu terdekat, dipadukan dengan mekanisme penguncian slot untuk mencegah pemilihan slot ganda. Sistem dibangun dengan framework Laravel, basis data MySQL, dan lingkungan Docker melalui metode Prototyping. Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan aplikasi yang mencegah bentrok jadwal pada tingkat perancangan sistem, menyediakan transparansi status pengerjaan melalui fitur lacak pemesanan, serta menyediakan basis data riwayat perbaikan yang terstruktur. Kontribusi penelitian ini adalah rancangan acuan integrasi EDD, penguncian slot multi-sesi, dan draf konfirmasi WhatsApp bagi UMKM sektor jasa.

2. Metode Penelitian

2.1. Tahapan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini mengadopsi alur kerja yang terstruktur secara sistematis untuk menjamin bahwa seluruh proses pengembangan aplikasi pemesanan dan penjadwalan berjalan sesuai dengan kebutuhan operasional mitra serta memenuhi kaidah akademik rekayasa perangkat lunak. Tahapan penelitian diawali dari studi literatur untuk membedah landasan teori terkait algoritma penjadwalan dan pemesanan jasa berbasis web. Tahap berikutnya dilanjutkan dengan analisa kebutuhan melalui wawancara dan observasi langsung di lokasi mitra Emel Service guna mengidentifikasi permasalahan bisnis harian. Setelah kebutuhan terdefinisi, proses dilanjutkan ke

tahap desain sistem menggunakan pemodelan Unified Modeling Language (UML) serta perancangan antarmuka visual. Selanjutnya, dilakukan tahap prototyping aplikasi dengan mentransformasikan rancangan visual menjadi sistem web berbasis framework Laravel dan basis data MySQL. Tahap evaluasi dilaksanakan melalui pengujian fungsionalitas Black Box Testing serta pengujian penerimaan pengguna melalui User Acceptance Testing (UAT). Rangkaian proses ini diakhiri dengan tahap implementasi sistem pada lingkungan server serta perencanaan pemeliharaan secara berkala. Secara keseluruhan, alur jalannya tahapan penelitian ini disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

2.2. Algoritma Earliest Due Date

Guna mengatasi permasalahan tumpang tindih jadwal dan menentukan urutan prioritas penugasan teknisi secara objektif, penelitian ini menerapkan algoritma *Earliest Due Date* (EDD). Prinsip kerja algoritma EDD adalah mengurutkan seluruh antrian transaksi pemesanan servis yang masuk berdasarkan batas waktu atau jam janji temu (*due date*) yang paling awal disepakati oleh pelanggan. Dalam sistem ini, proses komputasi diawali dengan menghitung akumulasi waktu penyelesaian pekerjaan (*completion time*) untuk setiap antrian penugasan yang masuk ke dalam sistem. Perhitungan waktu penyelesaian kumulatif pekerjaan ke-*i* dirumuskan sebagaimana ditunjukkan pada Rumus 1.

$$C_i = \sum_{k=1}^{i} t_k \qquad (1)$$

Pada Rumus 1, variabel C_i merepresentasikan *completion time* atau total akumulasi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan hingga urutan ke-*i*, sedangkan variabel t_k menyatakan durasi waktu pengerjaan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu unit pekerjaan spesifik pada antrean ke-*k*, dan *i* menunjukkan indeks urutan posisi pekerjaan di dalam daftar antrian.

Setelah nilai akumulasi waktu penyelesaian diperoleh, sistem akan melakukan kalkulasi untuk mengukur tingkat keterlambatan atau potensi deviasi waktu penugasan teknisi. Perhitungan nilai keterlambatan (*lateness*) pada pekerjaan ke-*i* dihitung menggunakan persamaan yang disajikan pada Rumus 2.

$$L_i = C_i - d_i \qquad (2)$$

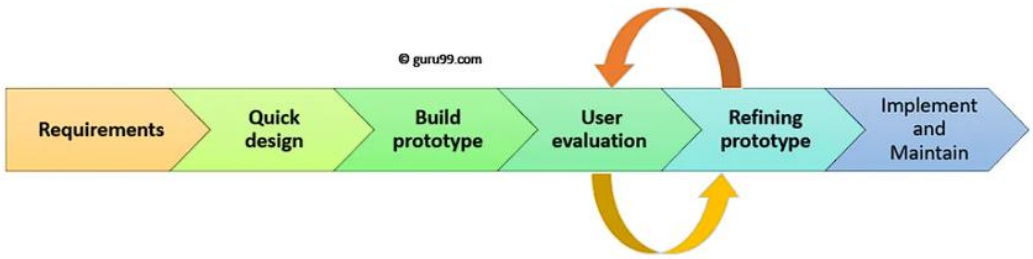
Pada Rumus 2, variabel L_i melambangkan *lateness* atau nilai keterlambatan yang terjadi pada pekerjaan ke-*i*, variabel C_i menyatakan nilai akumulasi waktu penyelesaian yang didapat dari Rumus 1, dan variabel d_i merepresentasikan *due date* atau slot batas waktu kunjungan servis yang telah dipilih oleh pelanggan. Melalui perhitungan dua rumus tersebut, sistem secara otomatis akan

mengunci slot jadwal (*slot locking*) dan menyusun daftar penugasan teknisi berbasis prioritas tenggat waktu terkecil guna meminimalkan risiko jadwal bentrok.

Dalam implementasi ini, *due date* dioperasionalkan sebagai kombinasi tanggal servis dan slot waktu (pagi, siang, sore) yang dipilih pelanggan, sedangkan waktu pengerjaan (t_k) mengacu pada estimasi durasi layanan yang disimpan pada data master layanan. Dengan demikian *completion time* dan *lateness* pada Rumus 1 dan Rumus 2 dapat dihitung untuk setiap antrean. Dibandingkan FIFO yang mengabaikan tenggat dan SPT yang hanya mengejar durasi terpendek, pengurutan berbasis EDD lebih sesuai untuk layanan dengan janji temu karena memprioritaskan slot yang paling mendesak [18], [19]. Peragaan perhitungan EDD pada sekumpulan pesanan contoh disajikan pada Tabel 7.

2.3. Metode Pengembangan Sistem

Sistem informasi pemesanan dan penjadwalan ini dikembangkan menggunakan model *Prototyping* yang merupakan bagian dari kerangka *System Development Life Cycle* (SDLC) [15]. Pemilihan metode *Prototyping* didasarkan pada sifatnya yang adaptif dan iteratif, sehingga memungkinkan terjadinya komunikasi dan interaksi secara intensif antara pengembang dan mitra usaha sejak awal proses perancangan [16]. Tahapan *Prototyping* diawali dari pengumpulan kebutuhan (*requirements gathering*) bersama pemilik Emel Service untuk menggali alur transaksi dan kendala operasional harian. Selanjutnya dilakukan perancangan cepat (*quick design*) untuk menyusun tata letak antarmuka aplikasi. Tahap berikutnya adalah pembangunan purwarupa (*build prototype*) berbasis *web* dan *mobile* menggunakan perangkat lunak Figma yang kemudian diuji cobakan langsung kepada pihak mitra. Masukan dan umpan balik dari mitra dijadikan dasar untuk melakukan perbaikan purwarupa secara berulang hingga dicapai kesepakatan desain. Purwarupa yang telah disetujui kemudian ditransformasikan ke dalam kode program menggunakan *framework* Laravel, basis data MySQL, dan Docker. Alur tahapan metode *Prototyping* disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur Metode Prototyping

2.4. Metode Pengujian dan Evaluasi

Guna memastikan kualitas teknis serta kelayakan operasional aplikasi, dilakukan pengujian fungsionalitas menggunakan metode *Black Box Testing*. Pendekatan pengujian ini berfokus pada pengamatan terhadap antarmuka masukan (*input*) dan keluaran (*output*) sistem tanpa memeriksa struktur kode internal program secara langsung [17]. Skenario *Black Box Testing* dirancang secara komprehensif untuk memvalidasi seluruh fungsi bisnis utama pada aplikasi pemesanan dan penjadwalan. Pengujian meliputi validasi proses autentikasi login untuk admin dan teknisi, keakuratan pengisian formulir pemesanan layanan, keandalan algoritma *Earliest Due Date* (EDD) dalam mengurutkan antrian penugasan, serta efektivitas fitur penguncian slot jadwal (*slot locking*) guna mencegah bentrok pengerjaan. Selain itu, pengujian juga mencakup evaluasi terhadap penerbitan nota tagihan (*invoice*) digital secara otomatis dan mekanisme *redirect* draf pesan konfirmasi ke aplikasi WhatsApp.

Tahap evaluasi berikutnya menilai tingkat penerimaan pengguna melalui User Acceptance Testing (UAT) bersama pemilik Emel Service sebagai pemangku kepentingan utama. UAT dilaksanakan dengan mengeksekusi serangkaian skenario penggunaan nyata untuk menilai

keselarasan fungsionalitas aplikasi dengan alur kerja operasional harian mitra. Pengujian ini difokuskan pada kesesuaian fungsional dan penerimaan mitra, bukan pada pembuktian keunggulan algoritma secara komparatif yang menjadi agenda penelitian lanjutan. Hasil UAT menjadi dasar penilaian kelayakan operasional aplikasi sebelum diterapkan secara penuh [15], [17].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Masalah Operasional

Emel Service merupakan unit Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) yang bergerak di bidang penyediaan jasa perawatan, pembersihan, dan perbaikan perangkat pendingin ruangan (AC) di kawasan Jatiranggon, Bekasi. Dalam menjalankan aktivitas operasional harian, mitra menghadapi berbagai permasalahan utama yang bersumber dari ketergantungan pada prosedur administrasi manual. Seluruh alur transaksi pemesanan layanan dilakukan melalui panggilan telepon atau pesan singkat WhatsApp tanpa adanya platform basis data terpusat. Untuk mengidentifikasi akar permasalahan secara komprehensif, dilakukan evaluasi mendalam menggunakan kerangka kerja PIECES yang mencakup aspek Performance, Information, Economy, Control, Efficiency, dan Service.

Dari aspek kinerja (*performance*), proses koordinasi antara pengelola dan teknisi lapangan berlangsung lambat karena pengecekan ketersediaan jadwal dilakukan secara manual satu per satu, sehingga respons konfirmasi kepada pelanggan tidak dapat diberikan secara instan. Dari aspek informasi (*information*), data riwayat perbaikan pelanggan lama sangat sulit ditelusuri karena hanya tersimpan dalam tumpukan pesan singkat atau buku rekapitulasi fisik yang tidak terintegrasi. Dari aspek ekonomi (*economy*), ketiadaan sistem pencatatan terstruktur berpotensi menimbulkan kerugian finansial akibat adanya pesanan yang tidak terlayani serta risiko kehilangan pelanggan akibat ketidakprofesionalan manajemen jadwal. Dari aspek kontrol (*control*), sistem manual memiliki kelemahan pada pengawasan dan keamanan data pemesanan, sehingga informasi sensitif pelanggan rentan tercecer tanpa adanya perlindungan otentikasi. Dari aspek efisiensi (*efficiency*), terjadi inefisiensi waktu operasional di mana pengelola menghabiskan banyak waktu untuk merekap ulang data pesanan setiap harinya. Terakhir, dari aspek pelayanan (*service*), pelanggan tidak memiliki akses mandiri untuk memantau status perkembangan perbaikan AC dan sepenuhnya bergantung pada konfirmasi manual. Hasil identifikasi masalah menggunakan metode PIECES disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Identifikasi Masalah dengan Metode PIECES

Kriteria	Parameter	Hasil
Performance	*Throughput, Response Time*	Proses koordinasi admin dan teknisi lambat karena pengecekan jadwal manual satu per satu, sehingga respons ke pelanggan tidak instan.
Information	Akurat, *Update Data*, Relevan	Data riwayat servis pelanggan sulit dilacak karena tersimpan dalam riwayat pesan singkat yang sering tertimbun atau catatan buku yang tidak terintegrasi.
Economy	Biaya Operasional	Potensi kerugian ekonomi akibat pesanan yang tidak tercatat atau hilangnya pelanggan karena manajemen jadwal yang tidak profesional.
Control	Sistem Kontrol Akses	Kurangnya kontrol akses data pendaftaran dan pemesanan, sehingga data pelanggan rentan tercecer atau tidak memiliki perlindungan keamanan data.
Efficiency	Sumber Daya & Waktu	Terjadi inefisiensi waktu di mana admin menghabiskan banyak tenaga untuk merekap ulang data manual setiap harinya.
Service	Proses Kualitas Layanan	Pelanggan tidak dapat memantau status servis secara mandiri dan sepenuhnya bergantung pada informasi manual dari admin melalui WhatsApp.

Sumber: Hasil olahan penulis (2026)

3.2. Perancangan Sistem Usulan

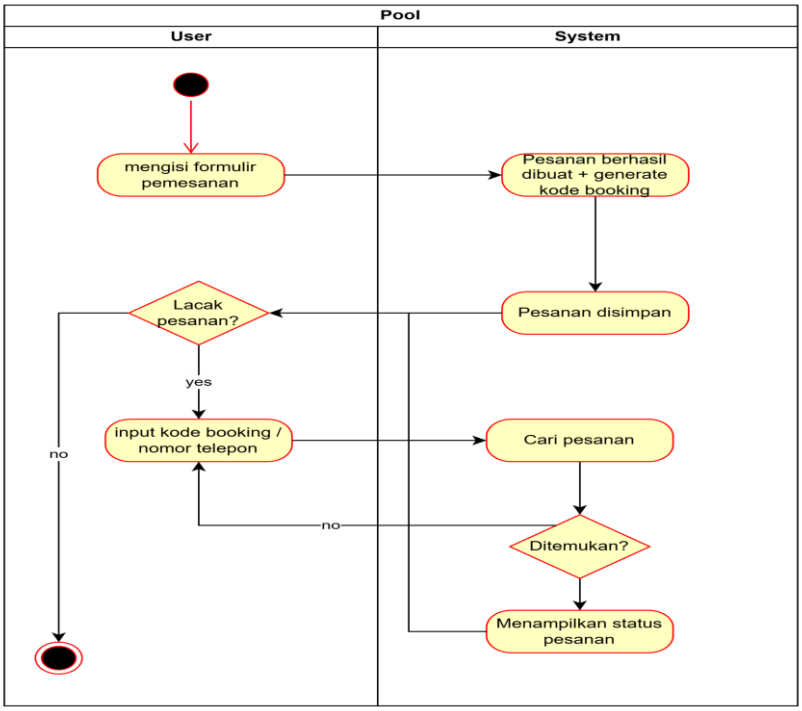
Guna mengatasi berbagai kelemahan operasional tersebut, dirancang sebuah aplikasi pemesanan dan penjadwalan layanan *service* AC berbasis *web*. Pemodelan fungsionalitas sistem diwujudkan menggunakan *Unified Modeling Language* (UML) yang meliputi *Use Case Diagram*, *Activity Diagram*, dan *Class Diagram*, serta dilengkapi dengan spesifikasi tabel basis data relasional.

Pemodelan fungsionalitas utama digambarkan melalui *Use Case Diagram* yang melibatkan tiga aktor utama dengan tingkat hak akses yang terpisah, yaitu pelanggan, admin, dan teknisi. Pelanggan bertindak sebagai aktor publik yang dapat melakukan input pemesanan jasa secara mandiri serta melacak status pekerjaan menggunakan *kode booking* tanpa harus melakukan prosedur *login*. Admin memiliki kendali penuh terhadap manajemen operasional dengan kewajiban autentikasi *login* terlebih dahulu. Tanggung jawab admin mencakup pemrosesan pesanan masuk, verifikasi pesanan yang telah selesai, pemantauan jadwal melalui kalender visual, pengelolaan data master layanan dan harga, serta pengaksesan riwayat perbaikan pelanggan. Sementara itu, teknisi bertindak sebagai aktor lapangan yang bertugas melihat rincian penugasan pekerjaan, mengakses petunjuk lokasi, serta memperbarui status progres pengerjaan secara *real-time*. Visualisasi hubungan interaksi antar aktor terhadap fungsi-fungsi sistem ini disajikan pada Gambar 3.



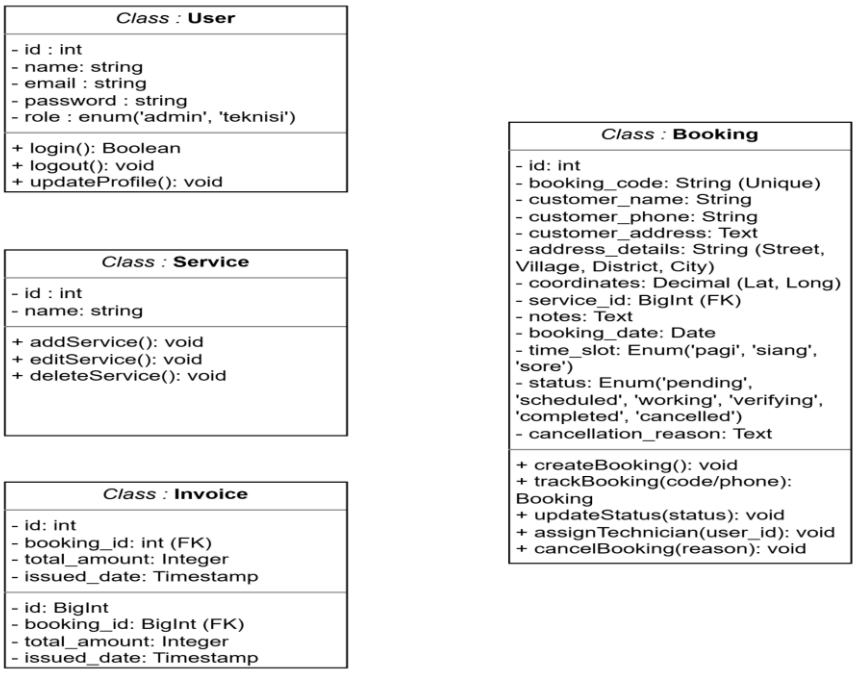
Gambar 3. Use Case Diagram Sistem Pemesanan dan Penjadwalan

Alur kerja operasional sistem digambarkan secara dinamis melalui *Activity Diagram*. Proses bisnis dimulai ketika pelanggan mengakses halaman utama website dan mengisi formulir pemesanan dengan memasukkan identitas diri, lokasi, jenis layanan perbaikan, serta slot waktu kunjungan. Setelah formulir dikirim, sistem secara otomatis memproses data, menghasilkan kode booking unik sebagai identitas transaksi, dan menyimpan rekaman pemesanan ke dalam basis data MySQL. Pada tahap ini, pelanggan diberikan pilihan untuk melakukan pelacakan pesanan atau langsung meneruskan rincian pemesanan ke WhatsApp admin. Apabila pelanggan memilih untuk melakukan pelacakan, sistem akan memverifikasi masukan kode *booking* pada basis data dan menampilkan status progres pengerjaan terbaru secara transparan. Alur aktivitas interaksi antara pelanggan dan sistem tersebut disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Activity Diagram Alur Pemesanan dan Pelacakan Pesanan

Struktur data statis dan hubungan antar komponen sistem dipetakan melalui *Class Diagram*. Terdapat empat kelas utama yang saling berinteraksi, yaitu kelas User, Service, Invoice, dan Booking. Kelas User mengelola kredensial akun pengguna baik untuk admin maupun teknisi. Kelas Service mendefinisikan katalog jenis perbaikan AC dan estimasi biayanya. Kelas Booking menjadi entitas inti yang mencatat seluruh atribut transaksi mencakup identitas pelanggan, tanggal pemesanan, slot waktu, koordinat lokasi, hingga status pengerjaan. Kelas Invoice menangani dokumentasi pencatatan tagihan digital yang diterbitkan setelah pekerjaan dituntaskan. Rancangan Class Diagram sistem disajikan pada Gambar 5, sedangkan spesifikasi relasi tabel basis data disajikan pada Tabel 3, Tabel 4, Tabel 5, dan Tabel 6.



Gambar 5. Class Diagram Struktur Data Sistem

Tabel 3. Spesifikasi Basis Data Tabel Users

Field	Type	Length	Keterangan
id	int	11	id pengguna
name	varchar	50	nama pengguna
email	varchar	100	email pengguna
password	varchar	100	kata sandi akun
role	enum	-	('admin', 'teknisi')

Sumber: Hasil olahan penulis (2026)

Tabel 4. Spesifikasi Basis Data Tabel Services

Field	Type	Length	Keterangan
id	int	11	id layanan
name	varchar	100	nama layanan
price	int	11	harga layanan (Rp)
estimated_duration	int	11	estimasi durasi pengerjaan (menit)

Sumber: Hasil olahan penulis (2026)

Tabel 5. Spesifikasi Basis Data Tabel Invoices

Field	Type	Length	Keterangan
id	int	11	id invoice
booking_id	int	11	id pemesanan (FK)
total_amount	int	11	total biaya
issued_date	*timestamp*	-	tanggal invoice dibuat

Sumber: Hasil olahan penulis (2026)

Tabel 6. Spesifikasi Basis Data Tabel Bookings

Field	Type	Length	Keterangan
id	int	11	id pesanan
booking_code	varchar	20	kode pesanan
customer_name	varchar	100	nama pelanggan
customer_phone	varchar	20	nomor telepon pelanggan
customer_address	text	-	alamat lengkap pelanggan
address_details	varchar	100	detail alamat
coordinates	decimal	-	koordinat lokasi (*latitude, longitude*)
service_id	int	11	id layanan yang dipilih (FK)
notes	text	-	catatan tambahan dari pelanggan
booking_date	date	-	tanggal pemesanan
time_slot	enum	-	Waktu layanan ('pagi', 'siang', 'sore')
status	enum	-	Status pemesanan ('pending', 'scheduled', 'working', 'verifying', 'completed', 'cancelled')
cancellation_reason	text	-	Alasan pembatalan jika pemesanan dibatalkan

Sumber: Hasil olahan penulis (2026)

3.3. Penerapan Algoritma Earliest Due Date (EDD)

Untuk menyelesaikan permasalahan utama berupa jadwal teknisi yang bentrok atau tumpang tindih (*overlapping*), aplikasi mengintegrasikan algoritma Earliest Due Date (EDD) sebagai logika komputasi pengurutan antrian penugasan. Algoritma EDD bekerja secara sistematis dengan memprioritaskan transaksi pemesanan yang memiliki batas waktu atau slot jam janji temu (*due date*) paling awal disepakati oleh pelanggan. Mekanisme penerapan algoritma EDD diawali ketika antrian pemesanan baru masuk ke dalam basis data. Sistem akan mengumpulkan variabel tanggal servis dan slot waktu yang dipilih pelanggan. Selanjutnya, algoritma melakukan proses pengurutan (*sorting*) terhadap seluruh transaksi terdaftar berdasarkan urutan nilai *due date* terkecil. Setelah urutan prioritas terbentuk, sistem melakukan kalkulasi akumulasi waktu penyelesaian (*completion time*) dan mengukur potensi keterlambatan (*lateness*) menggunakan rumus komputasi EDD. Jika slot waktu yang diminta

pada tanggal tersebut masih tersedia, sistem secara otomatis mengubah status pesanan menjadi terkonfirmasi dan mengeksekusi fungsi penguncian slot (*slot locking*). Mekanisme slot locking ini memastikan bahwa slot waktu atau hari yang sedang dialokasikan untuk suatu penugasan tidak dapat dipilih lagi oleh pelanggan lain, sehingga pemilihan slot ganda dapat dicegah pada tingkat perancangan sistem. Sebaliknya, apabila slot waktu yang diminta telah terisi penuh, sistem akan mengarahkan pesanan ke status penyesuaian jadwal ulang. Luaran akhir dari eksekusi algoritma EDD ini berupa daftar jadwal terurut berbasis tingkat urgensi batas waktu yang disajikan langsung pada dashboard admin dan teknisi.

Untuk memperagakan cara kerja algoritma secara konkret, Tabel 7 menyajikan contoh ilustratif lima pesanan yang masuk pada satu hari layanan dengan slot dan estimasi durasi berbeda. Kolom hasil FIFO menunjukkan antrean apa adanya sesuai urutan masuk, sedangkan kolom hasil EDD menunjukkan antrean setelah diurutkan berdasarkan *due date* (slot) terdekat. Nilai *completion time* (C_i) dihitung kumulatif dari estimasi durasi, dan *lateness* (L_i) diperoleh dari selisih *completion time* terhadap *due date*. *Due date* dinyatakan dalam menit sejak awal hari layanan (pukul 08.00): pagi = 120, siang = 300, sore = 480; nilai *lateness* negatif berarti selesai sebelum tenggat. Contoh ini bersifat ilustratif untuk menjelaskan mekanisme pengurutan, bukan rekaman operasional lapangan.

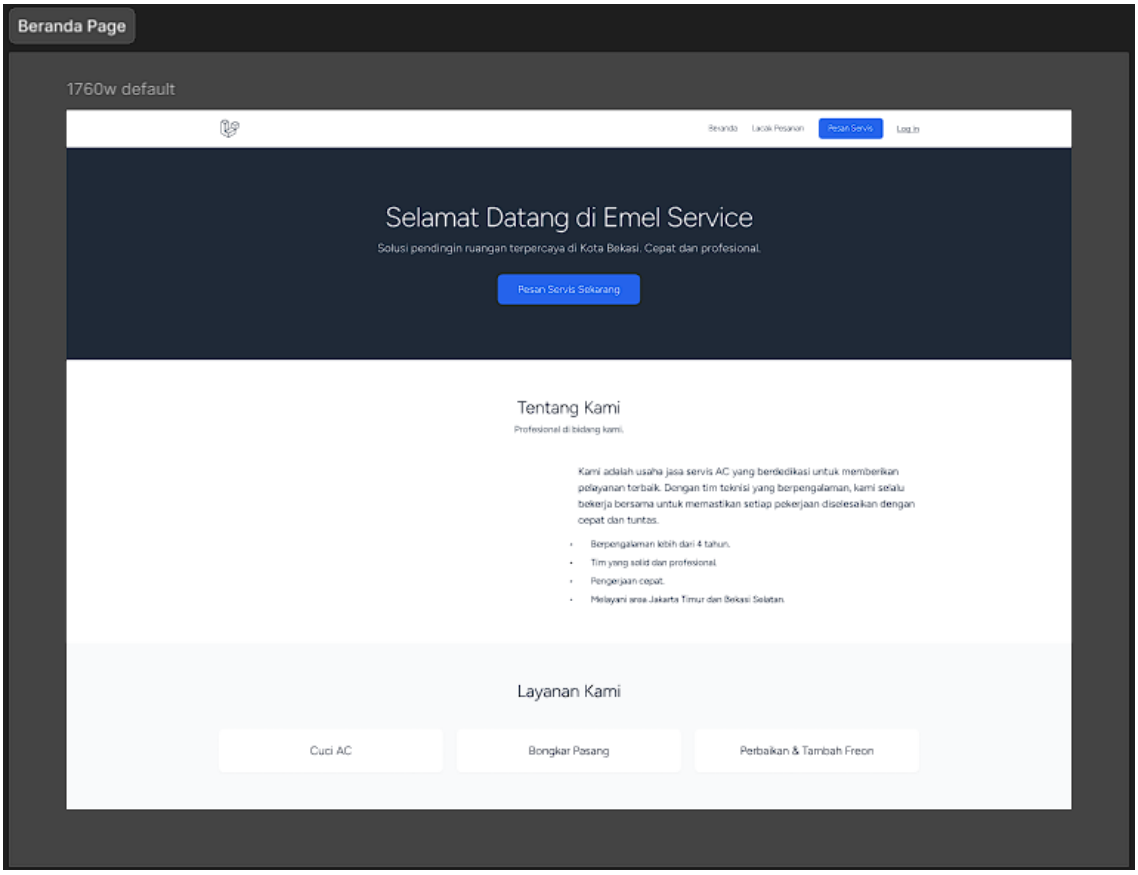
Tabel 7. Contoh Penerapan Algoritma EDD (Ilustratif)

Kode	Slot (Due)	Durasi (menit)	C_i FIFO	L_i FIFO	C_i EDD	L_i EDD
P1	Sore (480)	90	90	-390	420	-60
P2	Pagi (120)	60	150	+30	60	-60
P3	Siang (300)	120	270	-30	240	-60
P4	Pagi (120)	60	330	+210	120	0
P5	Siang (300)	90	420	+120	330	+30
Maks. lateness			+210	(3 pekerjaan terlambat)	+30	(1 pekerjaan terlambat)

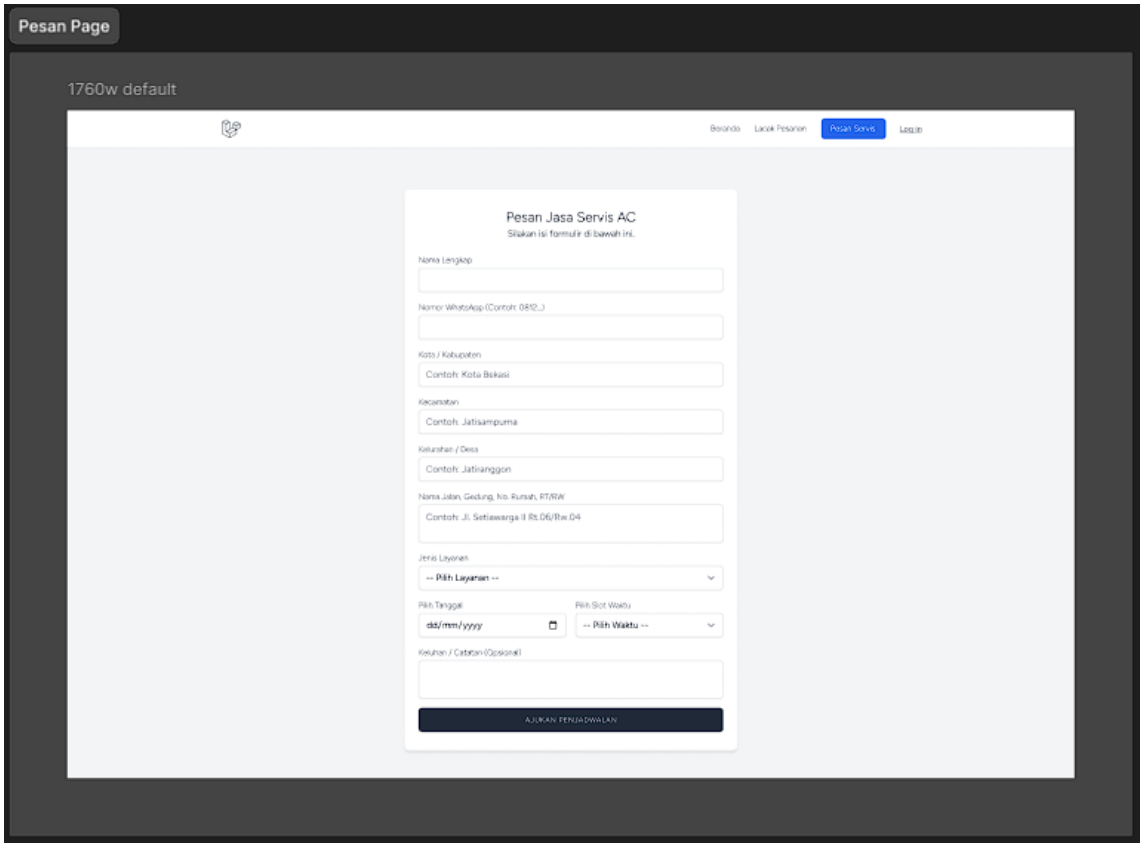
Sumber: Hasil olahan penulis (2026). Urutan EDD: P2, P4, P3, P5, P1. Maksimum lateness turun dari +210 menit (FIFO) menjadi +30 menit (EDD), dan pekerjaan terlambat berkurang dari 3 menjadi 1.

3.4. Implementasi Antarmuka Aplikasi

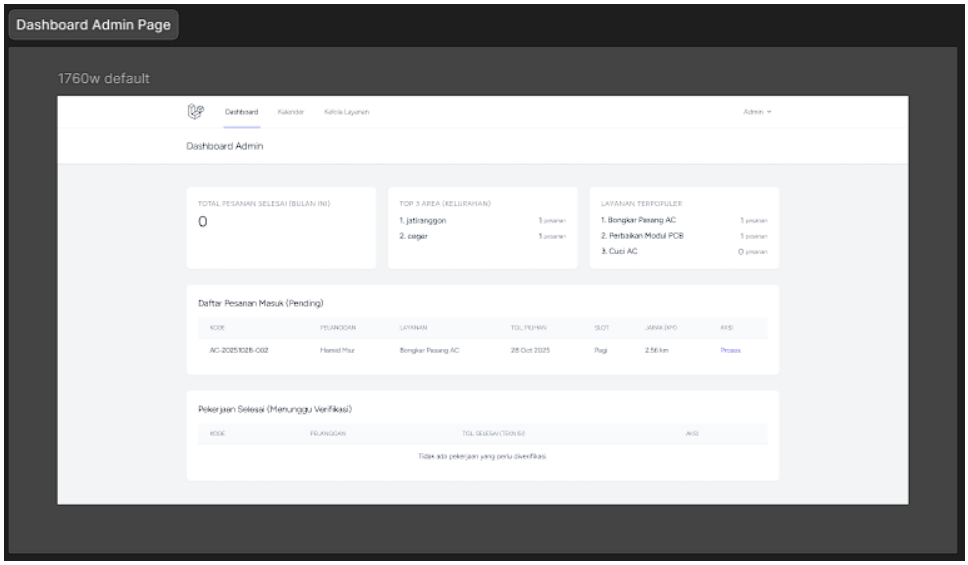
Realisasi rancangan sistem diimplementasikan ke dalam bentuk aplikasi *web* terintegrasi berbasis *framework* Laravel dengan dukungan lingkungan kontainerisasi Docker dan basis data MySQL. Tampilan antarmuka dikembangkan secara responsif agar dapat diakses dengan nyaman melalui perangkat laptop maupun *smartphone*. Antarmuka halaman utama (*landing page*) menyajikan katalog layanan perbaikan AC, informasi profil mitra, galeri dokumentasi pengerjaan, serta tombol navigasi pemesanan. Halaman formulir pemesanan memungkinkan pelanggan memilih jenis layanan, menentukan tanggal dan slot waktu kunjungan, serta memasukkan alamat lokasi. Setelah pemesanan berhasil dikirim, sistem mengarahkan pelanggan ke halaman sukses *booking* yang memberikan opsi untuk meneruskan rincian pesanan ke WhatsApp admin melalui tautan *redirect* terintegrasi. Halaman lacak status pemesanan memfasilitasi pelanggan untuk memantau perkembangan pekerjaan secara *real-time* hanya dengan memasukkan kode *booking* unik. Pada sisi pengelola, *dashboard* admin menyajikan kalender visual penjadwalan, fitur penguncian slot, manajemen data layanan, serta rekapitulasi riwayat perbaikan pelanggan. Sementara itu, *dashboard* teknisi menampilkan daftar penugasan harian, fitur navigasi peta lokasi, serta opsi pembaruan status pengerjaan yang dilengkapi tombol pengiriman draf pesan konfirmasi otomatis. Visualisasi antarmuka aplikasi disajikan pada beberapa gambar di bawah ini.



Gambar 6. Tampilan Beranda



Gambar 7. Tampilan Formulir Pemesanan



Gambar 8. Tampilan Dashboard Admin

3.5. Analisis Hasil Pengujian dan Evaluasi

Guna menguji keandalan fungsionalitas dan kelayakan operasional aplikasi, dilakukan dua tahap evaluasi utama, yaitu *Black Box Testing* untuk pengujian fungsi perangkat lunak dan *User Acceptance Testing* (UAT) untuk evaluasi penerimaan pengguna akhir bersama pemilik Emel Service.

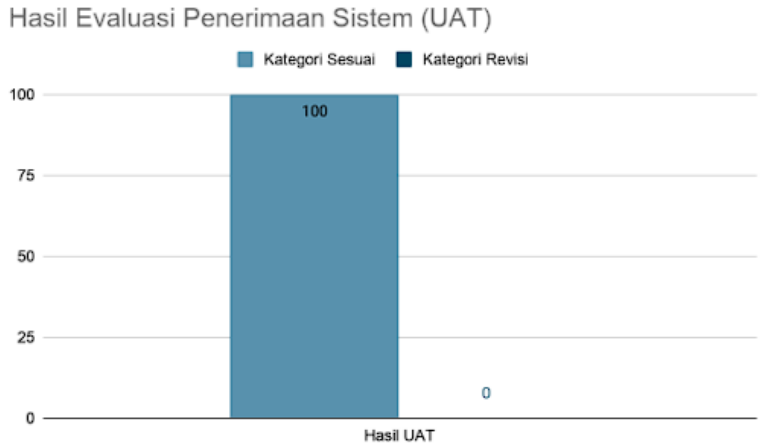
Pengujian Black Box Testing dieksekusi terhadap enam skenario bisnis krusial, meliputi validasi autentikasi login pengguna, fungsionalitas pengisian formulir pemesanan, eksekusi algoritma EDD dan penguncian slot jadwal, mekanisme *redirect* serta *quick send* pesan WhatsApp, keakuratan pelacakan kode booking, hingga penerbitan nota tagihan (*invoice*) digital. Berdasarkan hasil eksekusi seluruh skenario pengujian fungsionalitas tersebut, seluruh fitur aplikasi terbukti beroperasi sesuai dengan spesifikasi rancangan tanpa ditemukan kendala teknis atau bug. Ringkasan hasil pengujian fungsionalitas disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pengujian Fungsionalitas (Black Box Testing)

Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Status
Autentikasi Login (Admin & Teknisi)	Sistem memverifikasi hak akses akun dan mengarahkan ke *dashboard*	Valid
Input Pemesanan & Form Jadwal	Sistem menyimpan data transaksi dan meregenerasi kode booking	Valid
Algoritma Penjadwalan & *Slot Locking*	Sistem mengurutkan antrian sesuai due date dan memblokir slot jadwal terisi	Valid
Redireksi WhatsApp & *Quick Send*	Detail pesanan dan draf pesan konfirmasi terhubung otomatis ke WhatsApp	Valid
Lacak Kode *Booking*	Menampilkan status progres perbaikan secara real-time dan transparan	Valid
Penerbitan *Invoice* Digital	Sistem menghasilkan nota tagihan digital setelah pengerjaan selesai	Valid

Sumber: Hasil olahan penulis (2026)

Selanjutnya, evaluasi penerimaan pengguna melalui User Acceptance Testing (UAT) bersama pemilik usaha menunjukkan bahwa seluruh skenario operasional yang diujikan dapat diterima dan sesuai dengan kebutuhan mitra. Rekapitulasi hasil pengujian fungsional ditunjukkan pada Gambar 9, di mana seluruh enam skenario fungsional berstatus valid.



Gambar 9. Grafik Persentase Hasil Evaluasi Fungsionalitas Sistem

Penerapan aplikasi ini memberikan dampak positif pada operasional Emel Service. Pengurutan berbasis EDD dan penguncian slot mencegah pemilihan slot yang sama oleh lebih dari satu pesanan, sehingga potensi bentrok jadwal dapat dihilangkan pada tingkat perancangan sistem. Pencatatan pelanggan dan riwayat perbaikan kini tersimpan terstruktur dalam basis data relasional, sedangkan draf pesan WhatsApp mempercepat konfirmasi pesanan. Perlu dicatat bahwa pembuktian keunggulan EDD secara kuantitatif dibanding penjadwalan manual memerlukan pengukuran operasional lintas waktu, yang belum dilakukan pada penelitian ini. Keterbatasan lain mencakup pengiriman konfirmasi yang masih manual (*one-click send*) dan lingkungan localhost yang perlu di-*deploy* ke layanan hosting publik.

4. Kesimpulan

Pengembangan aplikasi pemesanan dan penjadwalan layanan servis AC berbasis web pada Emel Service berhasil menggantikan administrasi manual dengan basis data relasional yang terstruktur. Penerapan algoritma Earliest Due Date (EDD) yang dipadukan dengan penguncian slot mampu mengurutkan prioritas penugasan teknisi berdasarkan slot janji temu terdekat dan mencegah pemilihan slot ganda pada tingkat perancangan sistem. Fitur lacak kode booking memberikan transparansi status kepada pelanggan, sedangkan pencatatan digital memudahkan penelusuran riwayat dan penerbitan invoice. Pengujian Black Box terhadap enam skenario utama seluruhnya valid, dan UAT bersama pemilik mengonfirmasi kesesuaian aplikasi dengan alur operasional harian mitra.

Penelitian ini memiliki keterbatasan: evaluasi baru mencakup pengujian fungsional dan penerimaan satu pemangku kepentingan (pemilik), implementasi berjalan pada lingkungan localhost, granularitas jadwal masih berbasis slot (pagi, siang, sore), dan keunggulan EDD belum diukur secara komparatif terhadap penjadwalan manual pada operasional nyata. Penelitian lanjutan disarankan untuk: mengukur efektivitas EDD secara kuantitatif pada data operasional lintas waktu; mengintegrasikan WhatsApp Gateway API agar pengiriman pengingat berjalan otomatis dari server; menambahkan algoritma geolokasi seperti Haversine atau Dijkstra untuk rekomendasi penugasan berbasis jarak rute terdekat; serta melakukan deployment ke layanan cloud hosting atau Virtual Private Server (VPS) publik dengan sertifikat keamanan SSL.

Daftar Pustaka

[1] S. Sudarsono and A. S. Harahap, "Efektivitas Penerapan E-Commerce Dalam Perkembangan Usaha Mikro Kecil dan Menengah di Kota Medan," *Pajak Dan Manaj. Keuang.*, vol. 1, no. 3, pp. 151–164, Jun. 2024, doi: 10.61132/pajamkeu.v1i3.339.

[2] G. U. Pratama, H. Ashidiqi, A. Safaatulloh, and R. Arief, "Sistem Informasi Pemesanan Jasa Layanan Internet Berbasis Web pada PT. Firman Hotspot Mediatama Menggunakan Framework," *J. Ilm. Sist. Inf.*, vol. 4, no. 1, pp. 202–213, Jun. 2024, doi: 10.46306/sm.v4i1.88.

[3] F. N. Aftitah, J. Labana. K, K. Hasanah, and N. L. Hadi. F., "Pengaruh UMKM Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Di Indonesia Pada Tahun 2023," *J. Kaji. Dan Penal. Ilmu Manaj.*, vol. 3, no. 1, pp. 32–43, Nov. 2024, doi: 10.59031/jkpim.v3i1.511.

[4] L. Firdaus, R. Amelia, and L. Hakim, "Strategi Peningkatan Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah di Era Digital," vol. 5, 2024. [Online]. Available: https://jurnal.unsil.ac.id/index.php/welfare/article/view/9631

[5] W. Pahira, G. O. Safitri, and H. S. Larasati, "Desain Sistem Informasi Penjadwalan Service Dengan Framework Codeigniter," vol. 2, no. 2, 2024.

[6] M. I. Ravelino and Suhirman, "Development of a Web-Based Gym Membership and Training Management System Using the Traditional Analysis and Prototype Methods," vol. 6, Jan. 2026. [Online]. Available: https://journal.irpi.or.id/index.php/malcom/article/view/2354

[7] A. F. Firdaus, H. Siregar, R. A. Sukamto, and Rasim, "Pembangunan Website Pemesanan Transportasi Pengiriman Barang Berbasis User Experience Menggunakan Metode Lean UX," *J. Komput. Teknol. Inf. Sist. Inf. JUKTISI*, vol. 4, no. 2, pp. 964–975, Aug. 2025, doi: 10.62712/juktisi.v4i2.555.

[8] S. V. B. Manurung, I. M. S. Simamora, R. A. Manurung, and A. Gea, "Aplikasi CRM Jasa Servis Air Conditioner pada Jaya Service Berbasis Android," *METHOMIKA J. Manaj. Inform. Dan Komputerisasi Akunt.*, vol. 5, no. 1, pp. 17–22, Apr. 2021, doi: 10.46880/jmika.Vol5No1.pp17-22.

[9] R. Nugraha, A. E. Nugraha, and R. A. Darajatun, "Sistem Informasi Penjadwalan Maintenance Menggunakan Metode Waterfall Berbasis Desktop PT. Pindodeli 2 Pulp And Mills," Sep. 2022. [Online]. Available: https://www.jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/view/2352

[10] D. Yusuf, T. Afrizal, and A. Budiarto, "Perancangan Sistem Aplikasi Pemesanan Lapangan Futsal Berbasis Java pada Wirabujana Futsal Indramayu," *J. Inf. Syst. Appl. Manag. Account. Res.*, vol. 5, no. 1, p. 125, Feb. 2021, doi: 10.52362/jisamar.v5i1.347.

[11] R. D. Vanderma and D. Mallisza, "Aplikasi Penjadwalan Antar Jemput Laundry Berbasis Web pada Sava Laundry," *J. Manaj. Teknol. Inform.*, vol. 1, no. 1, pp. 34–47, Apr. 2023, doi: 10.70038/jentik.v1i1.5.

[12] A. P. Tindi and O. Lumasuge, "Sistem Penjadwalan dan Notifikasi Petugas Ibadah Kelompok Berbasis Web dengan API Pesan Instan," *JUMINTAL J. Manaj. Inform. Dan Bisnis Digit.*, May 2025, doi: 10.55123/jumintal.v4i1.5177.

[13] S. A. Pradana, M. T. Hasan, and N. Handayani, "Perancangan Sistem Penjadwalan Produksi Kaos Sablon Dengan Metode Earliest Due Date pada Usaha Konveksi Nolabel Sablon Langsa," Oct. 2020, doi: 10.55377/jis.v1i2.2987.

[14] G. M. Rahmah, K. Fauziah, and F. Suroso, "Implementasi Metode Earliest Due Date (EDD) untuk Penjadwalan Produksi," *J. Manuf. Enterp. Inf. Syst.*, vol. 2, no. 1, pp. 65–72, May 2024, doi: 10.52330/jmeis.v2i1.267.

[15] Z. Lesrahmanto and M. Patria, "Design and Evaluation of Employee Operational Vehicle Ordering Applications at PT PGAS Telekomunikasi Nusantara," *J. Inform. Teknol. Dan Sains Jinteks*, vol. 6, no. 3, pp. 400–410, Aug. 2024, doi: 10.51401/jinteks.v6i3.4263.

[16] A. N. Habby and H. Septanto, "Sistem Monitoring Suhu Udara dan Ketinggian Air Berbasis IoT dengan Metode Prototype pada Rumah Hidroponik," Aug. 2025. [Online]. Available: https://journal.fexaria.com/j/index.php/jpp/article/view/514

[17] M. Patria and M. D. Wardhana, "Pengembangan dan Evaluasi Usability Aplikasi Penjualan Rumah Berbasis Web Terintegrasi Payment Gateway untuk Digitalisasi KPR In-House Menggunakan Model Waterfall," *Arcitech J. Comput. Sci. Artif. Intell.*, Dec. 2025, doi: 10.29240/arcitech.v5i2.15155.

[18] F. Nurprihatin et al., "Pure Flow Shop m-Machine Scheduling to Minimize Job Lateness Using Dispatching Rules," *Management and Production Engineering Review*, 2025.

[19] R. Bryant et al., "On the optimality of the earliest due date rule in stochastic scheduling and in queueing," *European Journal of Operational Research*, 2021.

[20] Y. Yumbe et al., "Workforce Scheduling System to Manage Static Optimization and Dynamic Re-optimization for Field Service," in *2019 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (SMC)*, 2019.

[21] S. Cakirgil et al., "An integrated solution approach for multi-objective, multi-skill workforce scheduling and routing problems," *Computers & Operations Research*, vol. 118, 2020.

[22] E. Shala et al., "A model-based survey on operational planning of technician-based after-sales field services," *OR Spectrum*, 2026.