
Analisis Kebutuhan dan Pengembangan Sistem Informasi Layanan Servis AC Berbasis Web Menggunakan Pendekatan Waterfall pada Makmur Jaya AC

Ida Ayu Gede Arni Kartika^{1*}, Kayla Shevali²,
Universitas Pamulang, Indonesia
nediduff22@gmail.com¹

Abstract

In the service industry, such as air conditioner (AC) maintenance and repair, web-based systems can facilitate the management of service orders, technician scheduling, and real-time tracking of work status. This study aims to analyze the requirements and design a web-based service system for AC maintenance at Makmur Jaya using the Waterfall approach. The system is designed to replace the existing manual system, focusing on ease of use for customers to place service orders and ease of management for admins to handle and update service orders. The system development follows the structured stages of the Waterfall method, from requirement analysis, design, development, to implementation. The results of the implementation show that the system improves operational efficiency and provides a better experience for customers. Suggestions for further development include integration with online payment systems, enhanced security features, and mobile app development to improve customer convenience.

Keywords: Information system, Waterfall, AC service, UI/UX, Web-based system.

Abstrak

Pada sektor layanan servis, seperti perawatan dan perbaikan AC, sistem berbasis web dapat mempermudah pengelolaan pemesanan servis, penjadwalan teknisi, serta memantau status pekerjaan secara real-time. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan dan merancang sistem informasi layanan servis AC berbasis web pada Makmur Jaya menggunakan pendekatan Waterfall. Sistem ini dirancang untuk menggantikan sistem manual yang ada, dengan memfokuskan pada kemudahan pengguna dalam memesan servis, serta kemudahan admin dalam mengelola dan memperbarui status pemesanan. Pengembangan sistem mengikuti tahapan yang terstruktur dalam metode Waterfall, mulai dari analisis kebutuhan, desain, pengembangan, hingga implementasi. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem ini meningkatkan efisiensi operasional dan memberikan pengalaman yang lebih baik bagi pelanggan. Saran untuk pengembangan lebih lanjut mencakup integrasi dengan sistem pembayaran online, peningkatan fitur keamanan, serta pengembangan aplikasi mobile untuk meningkatkan kenyamanan pelanggan. **Kata Kunci:** Sistem informasi, Waterfall, Layanan servis AC, UI/UX, Sistem berbasis web.

LATAR BELAKANG

Dalam era digital yang semakin berkembang, sistem informasi berbasis web menjadi salah satu solusi utama bagi berbagai perusahaan untuk meningkatkan efisiensi operasional dan layanan pelanggan. Sistem berbasis web memungkinkan akses yang mudah dan cepat melalui internet, memfasilitasi komunikasi, pengolahan

data, dan pengambilan keputusan yang lebih akurat (Puspita et al., 2025). Dalam layanan servis AC, penggunaan sistem informasi berbasis web dapat mempermudah pengelolaan pemesanan servis, penjadwalan teknisi, serta pengawasan status pekerjaan (Fachriza et al., 2021). Hal ini sangat penting mengingat permintaan terhadap layanan perawatan dan perbaikan AC yang terus meningkat, baik dari kalangan rumah tangga maupun sektor komersial.

Sistem informasi berbasis web juga memberikan kemudahan dalam akses data secara real-time, yang memungkinkan pengelolaan layanan servis AC menjadi lebih efisien dan transparan. Melalui sistem ini, pelanggan dapat melakukan pemesanan servis secara online, memantau status pekerjaan, dan memberikan umpan balik secara langsung, yang pada gilirannya dapat meningkatkan tingkat kepuasan pelanggan (Bangsawan et al., 2020). Selain itu, sistem ini juga memungkinkan staf di perusahaan untuk berkolaborasi dengan lebih baik, mengakses data yang terintegrasi, dan mengurangi ketergantungan pada proses manual yang rentan terhadap kesalahan.

Dalam pengembangan sistem berbasis web, salah satu pendekatan yang sering digunakan adalah model Waterfall, yang memiliki struktur yang jelas dan tahapan yang berurutan. Pendekatan ini meliputi analisis kebutuhan, desain sistem, pengembangan, pengujian, dan implementasi (Dos Santos et al., 2025). Dengan pendekatan Waterfall, setiap tahap dilakukan secara mendalam dan terperinci, sehingga memastikan bahwa hasil akhir sistem memenuhi standar kualitas yang ditentukan (Dwipanilih et al., 2025). Pendekatan ini sangat cocok digunakan dalam pengembangan sistem yang membutuhkan stabilitas dan ketelitian, seperti sistem untuk layanan servis AC yang harus mengelola data pelanggan, jadwal teknisi, dan status pekerjaan secara akurat.

Sistem berbasis web juga dapat menghadirkan berbagai keuntungan dalam hal fleksibilitas dan skalabilitas. Sistem ini dapat diakses dari berbagai perangkat dengan koneksi internet, yang memungkinkan staf perusahaan maupun pelanggan untuk terhubung kapan saja dan di mana saja (Pratiwi et al., 2025). Selain itu, pengembangan sistem berbasis web juga mendukung integrasi dengan berbagai aplikasi lain, seperti sistem pembayaran online, manajemen inventaris, dan analitik data untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik. Dengan segala kemudahan dan keunggulannya, sistem berbasis web menjadi pilihan tepat bagi perusahaan yang ingin meningkatkan efisiensi operasional dan kualitas layanan pelanggan.

Tujuan dari artikel ini adalah untuk menganalisis kebutuhan sistem dan merancang pengembangan sistem informasi layanan servis AC berbasis web pada Makmur Jaya menggunakan pendekatan Waterfall. Artikel ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengembangkan alur proses serta desain antarmuka pengguna yang dapat meningkatkan efisiensi operasional dan kepuasan pelanggan di perusahaan tersebut.

KAJIAN TEORITIS

Sistem Informasi Berbasis Web

Sistem informasi berbasis web adalah sistem yang memungkinkan pengguna untuk mengakses dan memproses informasi melalui internet menggunakan browser web. Keunggulan utama dari sistem berbasis web adalah kemudahan akses tanpa batasan perangkat dan lokasi, serta kemampuan untuk menyimpan data secara terpusat di server yang dapat diakses oleh berbagai pihak yang berkepentingan (Rayhan, 2025). Menurut Laudon dan Laudon sistem informasi berbasis web dapat meningkatkan produktivitas perusahaan dengan menyediakan platform yang dapat diakses oleh berbagai pengguna secara bersamaan, memungkinkan kolaborasi yang lebih efektif, dan mempermudah proses pengambilan keputusan (Sony & Rizki, 2021). Di sektor layanan servis AC, sistem berbasis web memungkinkan pelanggan untuk mengakses layanan pemesanan, melihat status pekerjaan, serta memberikan umpan balik secara langsung.

Waterfall dalam Pengembangan Sistem

Waterfall adalah salah satu metodologi dalam pengembangan perangkat lunak yang berfokus pada urutan tahapan yang terstruktur, di mana setiap tahap harus diselesaikan sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya. Model ini pertama kali diperkenalkan oleh Royce pada tahun 1970 dan menjadi salah satu model paling awal yang digunakan dalam pengembangan perangkat lunak. Model Waterfall memiliki enam tahapan utama, yaitu: (1) Analisis kebutuhan, (2) Desain sistem, (3) Pengembangan, (4) Pengujian, (5) Implementasi, dan (6) Pemeliharaan (Siburian et al., 2023). Pendekatan ini sangat cocok untuk proyek pengembangan sistem dengan spesifikasi yang jelas dan tidak banyak berubah selama proses pengembangan, seperti halnya pada pengembangan sistem informasi layanan servis AC.

Desain Antarmuka Pengguna dalam Sistem Web

Desain antarmuka pengguna (user interface design/UI) adalah salah satu aspek penting dalam pengembangan sistem berbasis web, karena antarmuka yang baik akan mempermudah pengguna dalam berinteraksi dengan sistem. Menurut Maliki et al., (2024), prinsip desain antarmuka yang baik mencakup konsistensi, kemudahan navigasi, serta umpan balik yang jelas dari sistem kepada pengguna. Dalam layanan servis AC, desain antarmuka pengguna harus memperhatikan kemudahan pelanggan dalam melakukan pemesanan, melihat status pekerjaan, serta mengakses informasi lainnya dengan cepat dan tanpa kesulitan. Desain yang sederhana dan intuitif akan meningkatkan kenyamanan dan kepuasan pelanggan, yang pada akhirnya dapat meningkatkan loyalitas pelanggan terhadap perusahaan (Khairuniss, 2024).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode pengembangan sistem (*System Development Methodology*) dengan pendekatan Waterfall untuk merancang dan mengembangkan sistem informasi layanan servis AC berbasis web pada Makmur Jaya. Pendekatan Waterfall dipilih karena sifatnya yang sistematis dan terstruktur, dimulai dari analisis kebutuhan, desain, pengembangan, hingga implementasi. Proses dimulai dengan

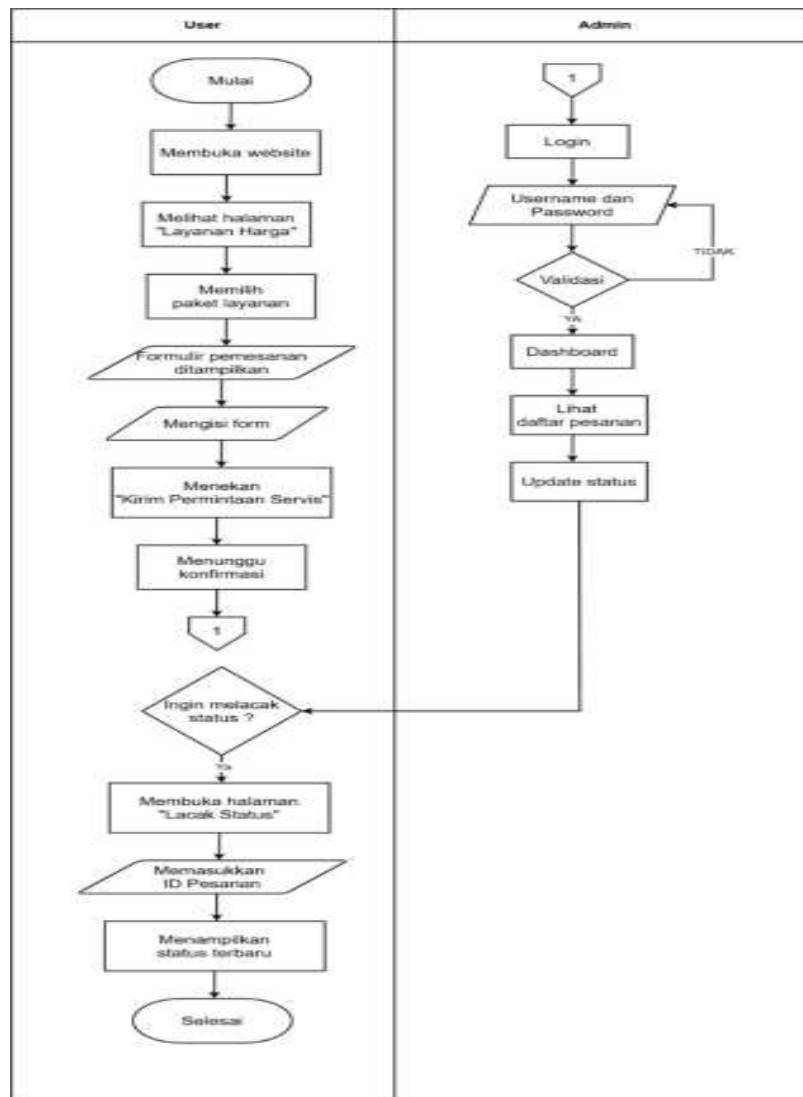
analisis kebutuhan sistem untuk mengidentifikasi fungsionalitas yang dibutuhkan, baik dari sisi pengguna maupun operasional perusahaan. Desain sistem kemudian dibuat berdasarkan hasil analisis ini, mencakup desain basis data, arsitektur sistem, serta antarmuka pengguna (UI) yang intuitif.

Tahap selanjutnya adalah pengembangan sistem, yang melibatkan penerapan teknologi web seperti HTML, CSS, JavaScript, dan PHP untuk membangun aplikasi yang dapat diakses oleh pelanggan dan staf perusahaan. Setelah sistem dibangun, dilakukan pengujian untuk memastikan bahwa semua fitur berfungsi sesuai dengan kebutuhan dan dapat mengelola data secara efisien. Pengujian ini melibatkan pengujian fungsionalitas, keamanan, dan kinerja sistem untuk memastikan bahwa aplikasi dapat berjalan dengan lancar dan tanpa kesalahan.

Setelah pengujian selesai dan hasilnya memenuhi standar yang ditetapkan, sistem diimplementasikan di Makmur Jaya dan digunakan oleh staf serta pelanggan. Pemeliharaan sistem dilakukan untuk memastikan bahwa sistem tetap berfungsi dengan baik, serta melakukan pembaruan atau perbaikan jika diperlukan. Metode ini memastikan bahwa setiap tahapan pengembangan sistem dilakukan dengan cermat, menghasilkan sistem yang stabil dan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, sistem informasi layanan servis AC berbasis web dirancang untuk mempermudah proses pemesanan layanan dan pelacakan status pekerjaan. Flowchart yang disajikan menggambarkan dua alur utama dalam sistem, yaitu alur untuk pengguna (User) dan admin (Admin). Alur ini menunjukkan bagaimana interaksi antara pengguna dan admin berlangsung dalam sistem yang diusulkan.



Gambar 1. Flowchart Alur Sistem

Berdasarkan flowchart, alur proses dimulai dengan pengguna yang membuka website dan melihat halaman "Layanan Harga". Pengguna kemudian memilih paket layanan yang diinginkan dan mengisi formulir pemesanan yang ditampilkan pada sistem. Setelah mengisi formulir, pengguna menekan tombol "Kirim Permintaan Servis" untuk mengirimkan permintaan mereka. Setelah permintaan diterima, pengguna menunggu konfirmasi dari sistem, yang memberikan informasi apakah pemesanan berhasil atau tidak.

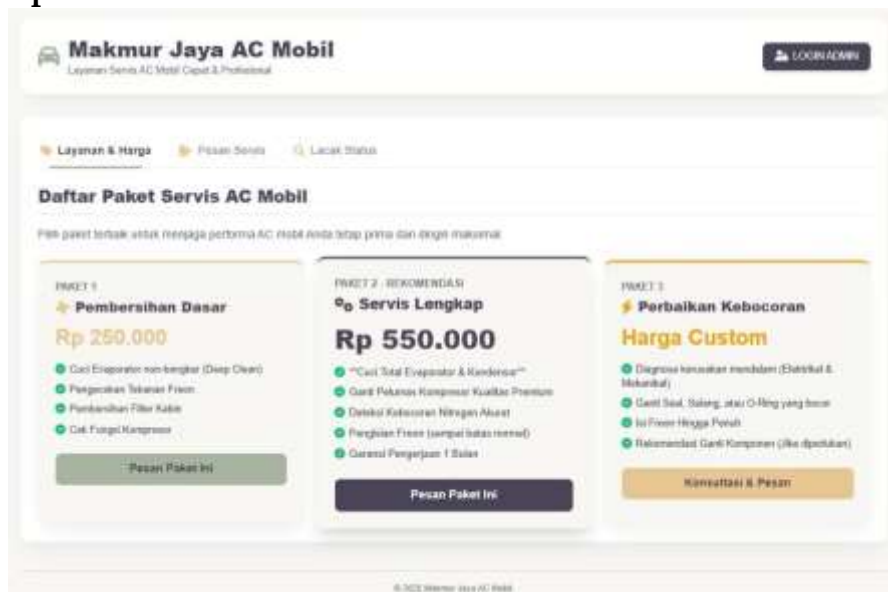
Di sisi lain, admin mulai dengan melakukan login ke sistem menggunakan username dan password. Setelah login berhasil, admin dapat mengakses dashboard untuk melihat daftar pemesanan yang masuk. Admin kemudian dapat memperbarui status pemesanan berdasarkan proses yang sedang berlangsung. Untuk memudahkan pengguna, sistem juga memungkinkan mereka untuk melacak status pemesanan dengan memasukkan ID pesanan yang mereka terima, sehingga memberikan transparansi terkait status pekerjaan yang sedang dilakukan.

Analisis Kebutuhan dan Desain Sistem

Analisis kebutuhan yang dilakukan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa sistem informasi berbasis web harus memenuhi beberapa kebutuhan fungsional dan nonfungsional. Kebutuhan fungsional utama yang diidentifikasi adalah kemampuan pengguna untuk melakukan pemesanan layanan, melihat harga layanan, mengisi formulir pemesanan, dan memantau status pekerjaan. Selain itu, sistem juga harus memungkinkan admin untuk mengelola dan memperbarui status pesanan secara real-time.

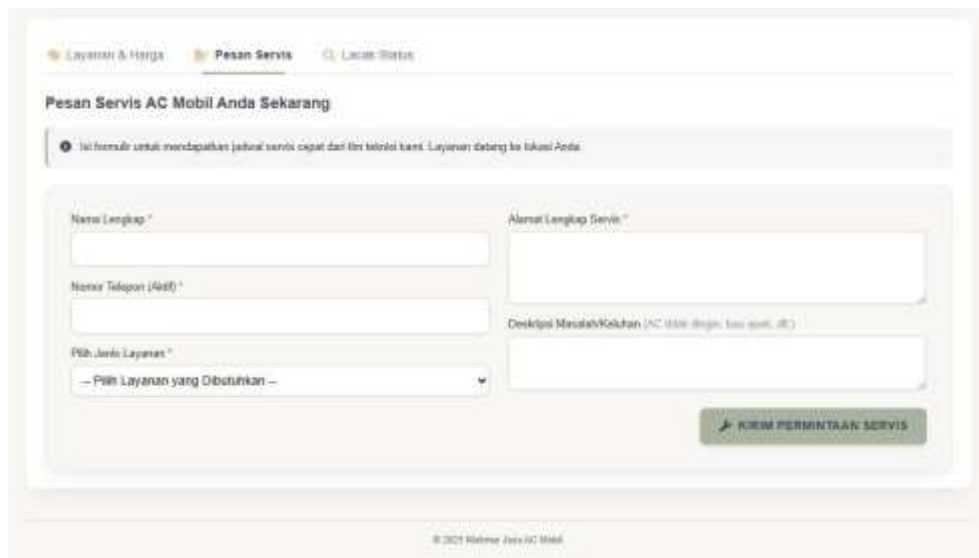
Sistem ini juga harus memenuhi kebutuhan non-fungsional, seperti kemudahan akses, kecepatan respons, dan tingkat keamanan yang tinggi untuk melindungi data pelanggan. Berdasarkan kebutuhan-kebutuhan ini, desain sistem yang diusulkan mencakup fitur-fitur seperti dashboard admin yang mudah digunakan, halaman status pemesanan yang dapat diakses oleh pengguna, serta integrasi dengan sistem basis data untuk menyimpan informasi pemesanan dan status pekerjaan.

Hasil Implementasi



Gambar 2. Halaman Dashboard Jenis Paket Servis AC

Gambar di atas menunjukkan halaman pemilihan paket layanan servis AC yang dirancang untuk Makmur Jaya AC Mobil. Halaman ini bertujuan untuk memberikan kemudahan bagi pelanggan dalam memilih paket servis yang sesuai dengan kebutuhan mereka. Pada halaman ini, pelanggan dapat melihat berbagai pilihan paket servis AC dengan rincian harga dan layanan yang ditawarkan. Halaman ini memiliki tombol "Pesan



Paket Ini" yang memudahkan pelanggan untuk memilih dan memesan layanan yang diinginkan.

Gambar 3. Halaman Pesan Servis AC

Halaman Pesan Servis ini dirancang untuk mempermudah pelanggan dalam melakukan pemesanan layanan servis AC secara langsung melalui website. Fungsi utama halaman ini adalah untuk mengumpulkan informasi yang dibutuhkan dari pelanggan dan mengirimkan permintaan servis ke tim teknisi yang akan datang ke lokasi pelanggan.

Pelanggan diminta untuk mengisi formulir dengan beberapa informasi penting, seperti nama lengkap, nomor telepon yang aktif, jenis layanan yang dibutuhkan, alamat lengkap servis, dan deskripsi masalah AC. Kolom deskripsi memungkinkan pelanggan untuk menjelaskan masalah yang dihadapi dengan AC mereka, seperti AC yang tidak dingin, bau, atau kebocoran. Informasi ini penting agar tim teknisi dapat mempersiapkan alat dan perawatan yang sesuai sebelum menuju lokasi pelanggan.

Setelah mengisi formulir, pelanggan dapat menekan tombol "Kirim Permintaan Servis", yang akan mengirimkan data mereka ke sistem untuk diproses lebih lanjut.



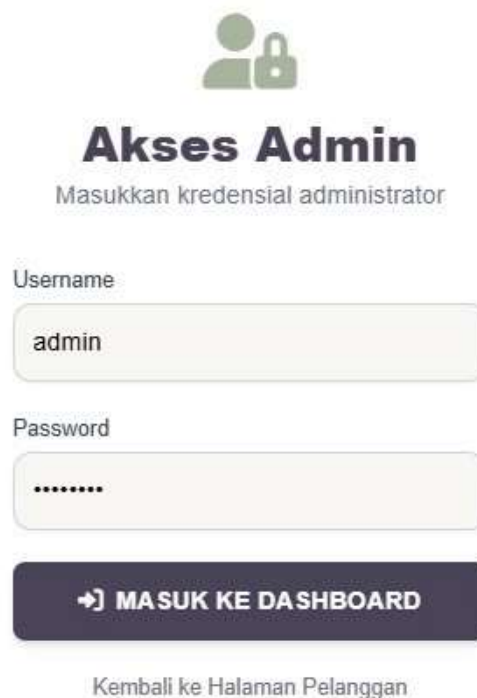
Tombol ini memberikan konfirmasi bahwa permintaan mereka telah diterima dan diproses oleh tim admin. Halaman ini memungkinkan pelanggan untuk memesan servis dengan cepat tanpa perlu menghubungi perusahaan melalui telepon atau pesan langsung. **Gambar 4. Halaman Lacak Status Servis AC**

Halaman Lacak Status ini dirancang untuk memberikan kemudahan bagi pelanggan dalam memantau status pekerjaan servis AC yang telah mereka pesan. Fungsi utama dari halaman ini adalah untuk memungkinkan pelanggan melacak perkembangan pemesanan mereka setelah melakukan pemesanan servis.

Pada halaman ini, pelanggan diminta untuk memasukkan ID pemesanan yang telah diberikan pada saat mereka melakukan pemesanan sebelumnya. Kolom input ini dilengkapi dengan placeholder yang jelas, yaitu "MASUKKAN ID PEMESANAN (E.G., MJM-001)", untuk memudahkan pelanggan dalam mengetahui format ID yang benar.

Setelah pelanggan memasukkan ID pesanan mereka, mereka dapat menekan tombol "Lacak" yang akan memulai pencarian dan menampilkan status terbaru dari pemesanan servis AC mereka. Halaman ini memberikan transparansi mengenai apakah pekerjaan servis sudah selesai, sedang berlangsung, atau jika ada informasi tambahan terkait permintaan servis.

Dengan fitur ini, pelanggan dapat dengan mudah memeriksa status pemesanan mereka tanpa perlu menghubungi pihak perusahaan secara langsung, yang tentunya menghemat waktu dan meningkatkan kenyamanan. Sistem ini juga memastikan bahwa pelanggan selalu mendapatkan informasi yang tepat dan terkini mengenai status layanan mereka.



Akses Admin
Masukkan kredensial administrator

Username
admin

Password
.....

➔ MASUK KE DASHBOARD

[Kembali ke Halaman Pelanggan](#)

Gambar 5. Halaman Login Admin

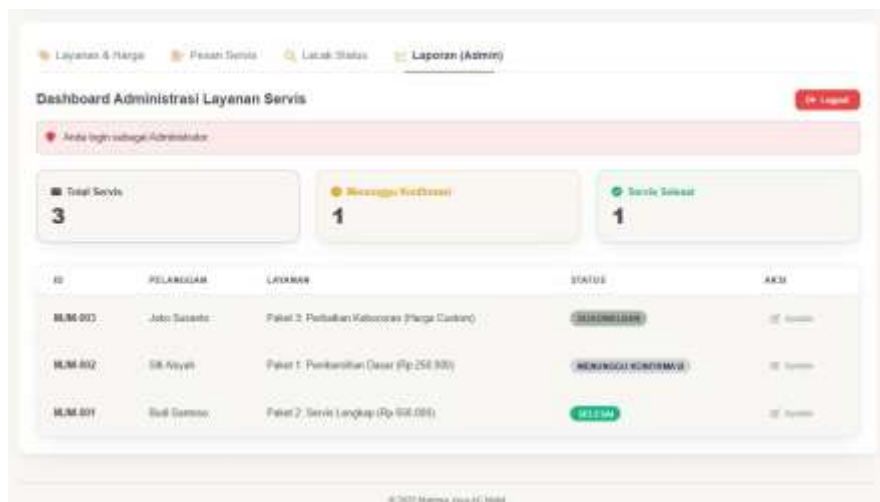
Halaman Login Admin ini dirancang untuk memungkinkan admin mengakses dashboard untuk mengelola pemesanan servis, memperbarui status pekerjaan, dan mengelola data pelanggan. Fungsi utama halaman ini adalah memberikan akses

terbatas hanya kepada pengguna yang memiliki kredensial sebagai admin untuk melakukan perubahan atau pembaruan dalam sistem.

Pada halaman ini, terdapat dua kolom input utama untuk Username dan Password, yang harus diisi oleh admin untuk dapat mengakses sistem. Pengguna yang memasukkan username dan password yang valid akan diarahkan ke halaman dashboard, di mana mereka dapat mengelola seluruh operasi sistem, termasuk memantau dan memperbarui status pekerjaan servis yang sedang berjalan.

Tombol "Masuk ke Dashboard" di bawah kolom password memungkinkan admin untuk melanjutkan ke dashboard setelah login berhasil. Jika admin ingin kembali ke halaman pelanggan, terdapat link "Kembali ke Halaman Pelanggan" yang memungkinkan admin untuk kembali ke antarmuka utama sistem.

Desain halaman ini memprioritaskan keamanan dan kemudahan penggunaan, dengan menggunakan kolom input yang jelas dan tombol aksi yang menonjol. Sistem ini memastikan bahwa hanya admin yang dapat mengakses fungsi-fungsi penting di dalam sistem, sehingga melindungi data dan proses internal dari akses yang tidak sah.



Gambar 6. Halaman Dashboard Admin

Halaman Dashboard Admin ini dirancang untuk memberikan admin kontrol penuh atas pemesanan layanan servis AC. Fungsi utama dari halaman ini adalah untuk memantau dan mengelola status setiap pemesanan servis, memperbarui status pekerjaan, serta memastikan kelancaran operasional dalam melayani pelanggan.

Pada halaman ini, admin dapat melihat total servis yang ada, yang dibagi dalam beberapa kategori berdasarkan status pekerjaan. Halaman ini menampilkan informasi berupa:

Name Journal VOLUME X, NO. X, BULAN 20XX

- Total Servis: Jumlah keseluruhan servis yang sedang diproses.
- Menunggu Konfirmasi: Jumlah pemesanan yang belum dikonfirmasi oleh admin.
- Servis Selesai: Jumlah pemesanan yang telah selesai dan siap untuk diselesaikan.

Setiap pemesanan ditampilkan dengan informasi seperti ID pemesanan, nama pelanggan, jenis layanan yang dipesan, serta status pekerjaan yang menunjukkan kemajuan pemesanan. Status yang ditampilkan mencakup:

- a. Dijadwalkan: Menunjukkan bahwa pemesanan telah diterima dan dijadwalkan untuk dikerjakan.
- b. Menunggu Konfirmasi: Menandakan bahwa pemesanan telah diterima tetapi belum ada konfirmasi lebih lanjut dari admin.
- c. Selesai: Status ini menunjukkan bahwa pekerjaan servis telah selesai dan siap diserahkan kepada pelanggan.

Admin juga dapat melakukan tindakan update pada setiap pemesanan dengan mengklik tombol "Update" di kolom Aksi. Hal ini memungkinkan admin untuk memperbarui status pemesanan, seperti mengubah status menjadi "Dijadwalkan" atau "Selesai", tergantung pada perkembangan pekerjaan.

KESIMPULAN

Implementasi sistem informasi layanan servis AC berbasis web pada Makmur Jaya telah berhasil meningkatkan efisiensi operasional dan memberikan kemudahan bagi pelanggan dalam memesan layanan dan melacak status pekerjaan mereka. Dengan pendekatan Waterfall yang terstruktur, sistem ini mampu menggantikan sistem manual yang sebelumnya digunakan, mengurangi kesalahan pencatatan, dan mempercepat proses servis. Penggunaan dashboard oleh admin mempermudah pengelolaan pemesanan dan pembaruan status servis, sementara antarmuka pengguna yang sederhana dan responsif meningkatkan pengalaman pelanggan.

Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut, sistem ini dapat ditingkatkan dengan menambahkan fitur pelaporan dan integrasi dengan sistem pembayaran online untuk mempercepat transaksi. Selain itu, meningkatkan keamanan sistem untuk melindungi data pelanggan dan mempertimbangkan pengembangan aplikasi mobile akan meningkatkan kenyamanan pelanggan dalam mengakses layanan. Dengan pengembangan tersebut, sistem ini akan semakin mendukung operasional Makmur Jaya dan meningkatkan kepuasan pelanggan.

DAFTAR REFERENSI

- Bangsawan, L., Nugroho, Y. C., Rinawati, & Susanto, F. (2020). Pengembangan sistem presensi karyawan dengan teknologi GPS berbasis web pada PT BPR Dana Makmur Batam. *Jurnal Comasie*, 4(4).
<https://ejournal.upbatam.ac.id/index.php/comasiejournal/article/download/3247/1603>
- Dos Santos, S. N., Permatasari, H., & Purwanto, E. (2025). Development of a web-based extracurricular information system using the Waterfall model. *BT: Jurnal Pendidikan dan Teknologi Informasi*, 8(1).
<https://doi.org/10.32877/bt.v8i1.2746>

- Dwipanih, R., Annisa, E., & Ikhwan, M. (2025). Pembangunan sistem informasi layanan publik berbasis web menggunakan metode Waterfall. *KOMITEK Journal*.
<https://penerbitadm.pubmedia.id/index.php/KOMITEK/article/view/2947>
- Fachrizah, D. E., Sudarsono, B. G., & Fauziyah. (2021). Perancangan Aplikasi Service AC Berbasis Web pada CV. Putra Jaya Teknik. *Jurnal Information System*, 1(2), 43–46.
Diambil dari <https://jurnalteknik.unkris.ac.id/index.php/jis/article/view/23>
- Khairuna, R. (2024). Penerapan metodologi pengembangan sistem Waterfall dalam pengembangan sistem informasi. *JIRSI (Jurnal Ilmiah Riset dan Sistem Informasi)*.
<https://jurnal.unity-academy.sch.id/index.php/jirsi/article/view/93>
- Maliki, I., Lestari, G. C., Irawan, D., & Wasid, A. (2024). Perancangan sistem informasi berbasis web pada bimbingan belajar “BNF”. *Jurnal Informatika dan Komputasi: Media Bahasan, Analisa dan Aplikasi*, 18(2). <https://journals.inaba.ac.id/index.php/jiki/article/view/388>
- Pratiwi, I. D., Argianto, A., Utami, D. D., & Emaliana, T. (2025). Analisis dan perancangan sistem informasi laundry FreshCycle berbasis website menggunakan metode Waterfall. *Jurnal Teknik Informatika dan Teknologi Informasi*, 5(2), 52–70.
- Puspita, R. D., Muhalim, M., & Sulaeman, B. (2025). Sistem informasi berbasis web pada PT. IBS Bentang Persada Palopo. *JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan)*, 13(2).
<https://journal.eng.unila.ac.id/index.php/jitet/article/download/6219/2452>
- Rayhan, R. (2025). Perancangan dan implementasi sistem informasi berbasis web pada penyedia layanan. *Jurnal Informasi dan Teknologi*.
<https://journal.sekawanorg.id/index.php/jtim/en/article/view/656>
- Siburian, R. O., Latifah, F., & Mandiri, U. N. (2023). Penerapan metode Waterfall dalam perancangan sistem informasi berbasis web pada PT. Garuda Inti Sentosa. *Journal of Information System, Applied, Management, Accounting and Research*, 7(4). <https://journal.sekawanorg.id/index.php/jtim/en/article/view/656>
- Sonny, S., & Rizki, S. N. (2021). Pengembangan sistem presensi karyawan dengan teknologi GPS berbasis web pada PT BPR Dana Makmur Batam. *Jurnal Comasie*, 4(4).
<https://ejournal.upbatam.ac.id/index.php/comasiejurnal/article/download/3247/1603>