

RANCANG BANGUN APLIKASI PENGELOLAAN DATA ALUMNI UNTUK MENDUKUNG ADMINISTRASI AKADEMIK DI POLITEKNIK NEGERI MANADO

Florecita Panadjo¹; Brayen Gabriel Mesak²; Toban T. Pairunan³; Anthoinete P. Y.
Waroh⁴; Anthon A. Kimbal⁵

Program Studi D4 Teknik Informatika, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri
Manado, Sulawesi Utara, Indonesia

¹panadjoflor@gmail.com, ²ayenmesak660@gmail.com,

³pairunantoban546@gmail.com, ⁴anthoinete.waroh@polimdo.ac.id,

⁵anthon.kimbal@polimdo.ac.id

ABSTRACT

This study developed a web-based PHP and MySQL application for alumni data management at Politeknik Negeri Manado using the Waterfall method, replacing inefficient manual processes. The application includes admin authentication, alumni data CRUD, search, filter, and automated report generation. SUS evaluation yielded a score of 84.2 ("Very Good"), and Black-Box testing confirmed all functions work as expected. Task completion time decreased by 73.4% compared to manual methods, demonstrating significant improvements in efficiency, accuracy, and organization of alumni data management to support better academic administrative services.

Keywords: Alumni Application, Information System, Academic Administration, Waterfall Method, MySQL, SUS Testing

ABSTRAK

Pengelolaan data alumni manual di Politeknik Negeri Manado menimbulkan kendala dalam pencarian data, pengarsipan, dan laporan administrasi akademik. Penelitian ini mengembangkan aplikasi web berbasis PHP dan MySQL menggunakan metode Waterfall, dengan fitur autentikasi admin, CRUD data alumni, pencarian, filter, dan laporan otomatis. Evaluasi SUS menghasilkan skor 84,2 ("Sangat Baik"), dan pengujian Black-Box membuktikan semua fungsi berjalan sesuai harapan. Efisiensi waktu meningkat 73,4% dibanding proses manual. Aplikasi ini secara signifikan meningkatkan efisiensi, akurasi, dan keteraturan pengelolaan data alumni untuk mendukung layanan administrasi akademik yang lebih berkualitas di lingkungan politeknik.

Kata Kunci: Aplikasi Alumni, Sistem Informasi, Administrasi Akademik, Metode Waterfall, MySQL, Pengujian SUS

A. Pendahuluan

Administrasi akademik di perguruan tinggi memegang peranan yang sangat strategis, terutama dalam pengelolaan data mahasiswa dari awal perkuliahan hingga masa kelulusan. Salah satu bagian yang kerap luput dari perhatian, namun sesungguhnya memiliki dampak jangka panjang, adalah pengelolaan data alumni. Data ini tidak hanya berfungsi sebagai arsip institusional, tetapi juga menjadi bahan dasar penyusunan laporan akreditasi, evaluasi kinerja program studi, dan perencanaan program pengembangan alumni di masa mendatang.

Permasalahan yang ditemukan di Politeknik Negeri Manado adalah proses pencatatan data alumni yang masih dilakukan secara manual menggunakan dokumen fisik berupa buku dan berkas kertas. Setiap periode wisuda, ratusan mahasiswa yang dinyatakan lulus harus segera didaftarkan secara resmi oleh staf administrasi. Kondisi ini menciptakan tekanan kerja yang tinggi dan meningkatkan risiko kesalahan pencatatan. Banyal et al. (2021) menemukan persoalan serupa di berbagai politeknik di Jayapura, di

mana ketiadaan sistem digital mengakibatkan tingginya angka kehilangan data dan lambatnya proses pengambilan informasi. Sementara itu, Novianti et al. (2024) menegaskan bahwa institusi yang belum memiliki sistem informasi alumni yang terintegrasi cenderung mengalami inefisiensi administratif yang berulang dari tahun ke tahun.

Kajian terhadap penelitian-penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pengembangan sistem informasi alumni berbasis web telah terbukti memberikan hasil yang signifikan. Tanjung et al. (2025) melaporkan pengurangan waktu pemrosesan data alumni lebih dari 60% setelah penerapan sistem berbasis web di SMK Negeri 1 Koto XI Tarusan. Ismaya Indah dan Zulkifli (2025) mengembangkan aplikasi pusat karir berbasis web menggunakan metode Waterfall dan mendapatkan penerimaan pengguna yang sangat baik. Amarulla et al. (2023) membuktikan bahwa arsitektur MVC berbasis web dengan basis data terpusat memungkinkan pembaruan data yang lebih cepat dan konsisten dibandingkan sistem terdistribusi manual. Di sisi metodologi, Pressman dan Maxim (2019) menegaskan

bahwa model Waterfall paling efektif diterapkan pada proyek dengan kebutuhan yang sudah terdefinisi secara jelas sejak awal.

Meskipun penelitian-penelitian tersebut telah memberikan kontribusi yang berarti, sebagian besar berfokus pada manajemen identitas alumni secara umum tanpa menangani alur kerja pasca kelulusan secara menyeluruh. Penelitian ini mengisi celah tersebut dengan mengembangkan sistem yang mengintegrasikan pelacakan nomor ijazah, status berkas pendaftaran wisuda, dan status pengambilan ijazah secara terpadu dalam satu platform. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan aplikasi pengelolaan data alumni berbasis web yang mampu mendukung kebutuhan staf administrasi akademik di Politeknik Negeri Manado secara efisien, akurat, dan terstruktur.

Tinjauan Pustaka

Beberapa penelitian terdahulu telah membahas pengembangan sistem informasi alumni berbasis web. Banyal et al. (2021) mengembangkan sistem berbasis PHP dengan metode prototype yang berfokus pada

pengelolaan data identitas alumni, namun belum menyediakan fitur pelacakan ijazah dan pengelolaan berkas wisuda. Novianti et al. (2024) mengembangkan sistem informasi alumni berbasis web menggunakan metode waterfall dengan fitur CRUD dan laporan data, memperoleh nilai SUS sebesar 80,5, tetapi belum terintegrasi dengan pengelolaan berkas wisuda.

Tanjung et al. (2025) menggunakan framework Laravel dengan metode agile dan melaporkan peningkatan efisiensi kerja lebih dari 60%, namun sistem belum memiliki fitur pelacakan status ijazah. Ismaya Indah dan Zulkifli (2025) mengembangkan sistem berbasis web menggunakan metode waterfall yang berfokus pada pusat karir alumni dengan tingkat penerimaan pengguna yang tinggi, tetapi lebih menitikberatkan pada layanan karir dibandingkan pengelolaan data akademik alumni.

Penelitian ini memiliki perbedaan utama pada integrasi proses administrasi alumni secara lebih lengkap, khususnya pada pengelolaan data alumni, pelacakan ijazah, serta pengelolaan berkas wisuda dalam satu sistem terpadu berbasis web menggunakan PHP dan

MySQL dengan metode waterfall. Hasil pengujian menunjukkan tingkat usability sebesar 84,2 dan peningkatan efisiensi administrasi sebesar 73,4%.

Landasan Teori

Sistem informasi adalah kumpulan komponen yang saling berinteraksi untuk mengumpulkan, memproses, menyimpan, dan mendistribusikan informasi guna mendukung pengambilan keputusan dan pengendalian dalam suatu organisasi (Laudon & Laudon, 2022). Dalam konteks pendidikan tinggi, sistem informasi akademik memegang peranan yang sangat penting karena menjadi tulang punggung ketersediaan data yang akurat, terstruktur, dan mudah diakses oleh seluruh pihak yang berkepentingan.

Metode yang digunakan adalah model Waterfall, salah satu pendekatan dalam Software Development Life Cycle (SDLC) yang paling terstruktur. Menurut Pressman dan Maxim (2019), model Waterfall terdiri atas lima fase yang berjalan secara berurutan, yaitu analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Sommerville (2016) menambahkan bahwa model ini paling

tepat diterapkan ketika kebutuhan sistem sudah dapat didefinisikan secara lengkap dan stabil sejak awal.

Sistem ini menggunakan basis data relasional dengan MySQL sebagai sistem manajemen basis datanya. MySQL dipilih karena merupakan RDBMS open-source yang paling banyak digunakan dalam pengembangan aplikasi web, didukung oleh kemudahan integrasinya dengan PHP, performa tinggi pada volume data menengah, serta komunitas pengembang yang sangat luas. Proses normalisasi basis data ke bentuk normal ketiga (3NF) dilakukan untuk menghilangkan redundansi data dan memastikan konsistensi informasi.

Untuk mengukur kualitas sistem dari sisi pengalaman pengguna, penelitian ini menggunakan System Usability Scale (SUS), sebuah instrumen evaluasi yang pertama kali dikembangkan oleh Brooke (1996). SUS terdiri atas 10 pertanyaan dengan skala Likert 1 hingga 5, dan skornya dihitung dalam rentang 0 sampai 100. Skor di atas 80 tergolong "Sangat Baik" berdasarkan skala penilaian SUS standar.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian terapan (applied research) yang berfokus pada pengembangan sistem informasi administrasi alumni berbasis web. Penelitian dilaksanakan di Kantor Administrasi Akademik Politeknik Negeri Manado selama periode Februari sampai Juni 2026. Subjek dalam penelitian ini adalah lima orang staf administrasi akademik yang terlibat langsung dalam pengelolaan data alumni dan administrasi kelulusan.

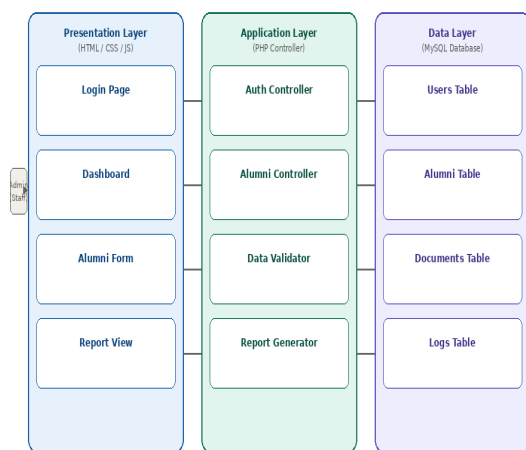
Metode pengembangan sistem yang digunakan adalah metode Waterfall. Tahap pertama dimulai dari analisis kebutuhan sistem melalui observasi langsung terhadap proses administrasi yang sedang berjalan serta pengumpulan informasi dari dokumen data alumni sebelumnya. Tahap kedua adalah desain sistem yang meliputi pembuatan Use Case Diagram, Entity Relationship Diagram (ERD), flowchart, dan rancangan antarmuka pengguna (wireframe). Setelah tahap desain selesai, dilanjutkan dengan tahap implementasi menggunakan bahasa pemrograman PHP dan basis data MySQL.

Tahap selanjutnya adalah pengujian sistem. Pengujian dilakukan menggunakan metode Black-Box Testing untuk memastikan seluruh fungsi pada sistem berjalan sesuai kebutuhan. Selain itu, dilakukan juga pengujian menggunakan metode System Usability Scale (SUS) untuk mengetahui tingkat kemudahan penggunaan sistem oleh pengguna. Setelah seluruh tahapan selesai, dilakukan tahap pemeliharaan sistem berupa dokumentasi dan penyusunan rekomendasi pengembangan sistem di masa mendatang.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui observasi dan studi dokumentasi. Observasi dilakukan dengan mengamati secara langsung proses pengelolaan data alumni di bagian administrasi akademik. Studi dokumentasi dilakukan dengan mempelajari arsip dan dokumen data alumni yang tersimpan di kantor administrasi akademik untuk menentukan struktur data dan fitur yang akan diterapkan pada sistem.

Sistem yang dikembangkan menggunakan arsitektur Model-View-Controller (MVC) yang terdiri dari tiga bagian utama. Bagian View berfungsi sebagai tampilan antarmuka yang

berinteraksi langsung dengan pengguna menggunakan HTML, CSS, dan JavaScript. Bagian Controller mengatur logika sistem seperti proses login, validasi data, pengelolaan data alumni, pengolahan dokumen wisuda, serta pembuatan laporan. Bagian Model mengelola basis data MySQL yang menyimpan seluruh data sistem, terdiri dari tabel users, alumni, documents, dan logs yang saling terhubung.

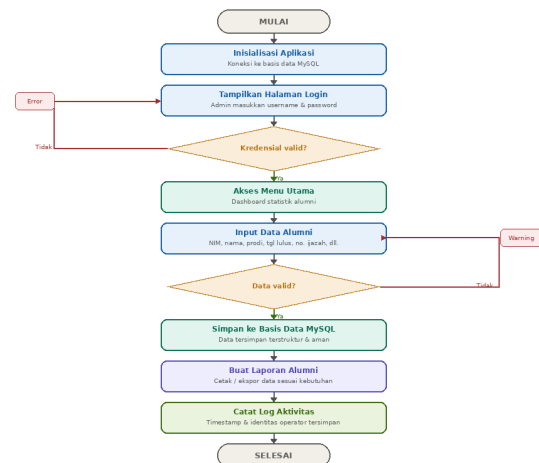


Gambar 1. Tiga Lapisan Arsitektur Sistem

C. Hasil dan Pembahasan Perancangan Sistem

Sebelum memasuki tahap implementasi, perancangan sistem dilakukan secara menyeluruh melalui tiga artefak desain utama, yaitu flowchart sistem, use case diagram, dan entity relationship diagram. Ketiga artefak ini menjadi cetak biru yang

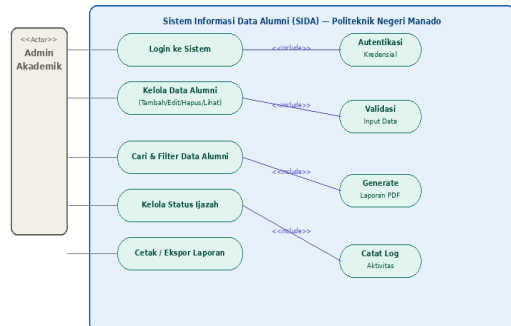
memandu seluruh proses pengembangan dan memastikan bahwa sistem yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan yang telah diidentifikasi.



Gambar 2. Flowchart Sistem Aplikasi Pengelolaan Data Alumni

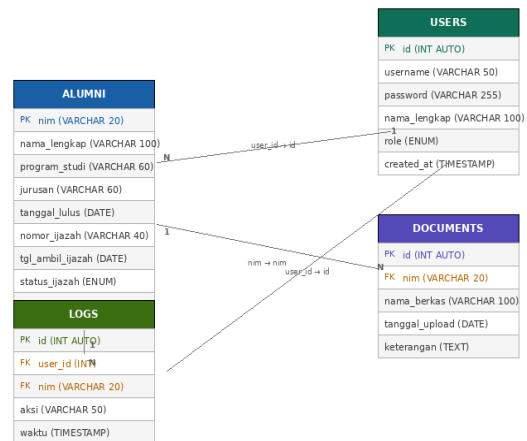
Gambar di atas menyajikan alur kerja sistem secara keseluruhan dari sudut pandang proses. Sistem dimulai dengan inisialisasi aplikasi dan koneksi ke basis data MySQL, dilanjutkan dengan tampilan halaman login untuk autentikasi admin. Jika kredensial tidak valid, sistem menampilkan pesan kesalahan dan meminta pengulangan masukan. Setelah login berhasil, admin dapat mengakses menu utama untuk melakukan input data alumni. Sistem kemudian melakukan validasi terhadap seluruh data yang dimasukkan. Data yang valid disimpan

ke basis data MySQL, sedangkan data yang tidak valid menampilkan pesan peringatan.



Gambar 3. Use Case Diagram
Aplikasi Pengelolaan Data Alumni

Use case diagram di atas memperlihatkan interaksi antara satu-satunya aktor sistem (Admin Akademik) dengan seluruh fungsi yang tersedia. Terdapat lima use case utama: Login ke Sistem, Kelola Data Alumni (Tambah/Edit/Hapus/Lihat), Cari dan Filter Data Alumni, Kelola Status Ijazah, serta Cetak/Ekspor Laporan. Setiap use case utama memiliki relasi <<include>> terhadap fungsi pendukung seperti Autentikasi Kredensial, Validasi Input Data, Generate Laporan PDF, dan Catat Log Aktivitas.



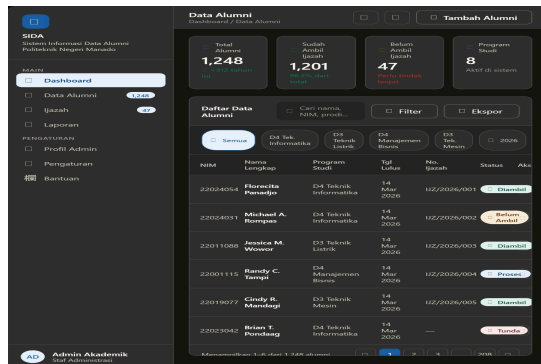
Gambar 4. Entity Relationship
Diagram (ERD) Basis Data MySQL

Struktur basis data relasional terdiri dari empat entitas. Entitas alumni menjadi entitas inti yang menyimpan data utama lulusan dengan NIM sebagai kunci primer. Entitas users menyimpan data administrator dan memiliki relasi one-to-many dengan entitas alumni dan entitas logs. Entitas documents menyimpan berkas pendaftaran wisuda dengan relasi one-to-many terhadap entitas alumni. Entitas logs mencatat seluruh aktivitas perubahan data beserta waktu dan identitas operator. Seluruh tabel dinormalisasi ke bentuk normal ketiga (3NF) untuk menghilangkan redundansi data.

Implementasi Antarmuka

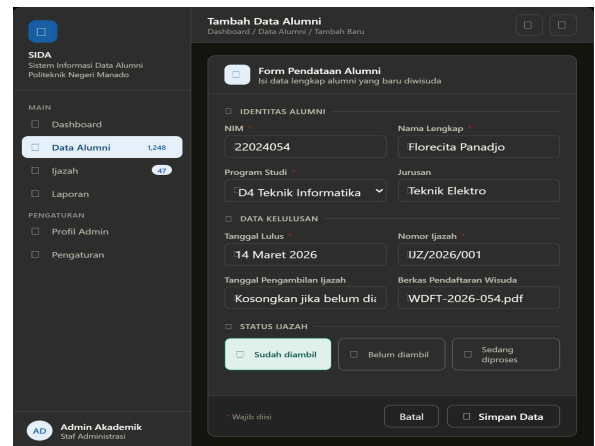
Aplikasi pengelolaan data alumni berhasil dikembangkan sebagai sistem berbasis web yang dapat diakses melalui browser standar tanpa

memerlukan instalasi perangkat lunak tambahan. Desain antarmuka mengutamakan kemudahan penggunaan dan efisiensi akses data sesuai kebutuhan staf administrasi akademik.



Gambar 5. Tampilan Dashboard Utama Aplikasi Pengelolaan Data Alumni (SIDA)

Tampilan dashboard utama aplikasi SIDA menampilkan empat kartu statistik ringkasan: total alumni terdaftar (1.248), alumni yang sudah mengambil ijazah (1.201 atau 96,2%), alumni yang belum mengambil ijazah (47), dan jumlah program studi aktif (8). Tabel data alumni menampilkan NIM, nama lengkap, program studi, tanggal lulus, nomor ijazah, dan status pengambilan ijazah dengan kode warna: hijau untuk "Diambil", kuning untuk "Belum Ambil", biru untuk "Proses", dan merah untuk "Tunda".



Gambar 6. Tampilan Form Tambah Data Alumni

Form Pendaftaran Alumni digunakan untuk menambahkan data lulusan baru ke dalam sistem. Formulir terbagi dalam tiga seksi terstruktur: Identitas Alumni (NIM, Nama Lengkap, Program Studi dropdown, dan Jurusan), Data Kelulusan (Tanggal Lulus, Nomor Ijazah, Tanggal Pengambilan Ijazah, dan Berkas Pendaftaran Wisuda), serta Status Ijazah dengan tiga pilihan berbentuk tombol berwarna: Sudah diambil, Belum diambil, dan Sedang diproses.

Hasil Pengujian Black-Box

Pengujian Black-Box dilakukan untuk memverifikasi bahwa setiap fungsi sistem berjalan sesuai dengan ekspektasi yang telah ditetapkan pada tahap analisis kebutuhan. Pengujian ini bersifat fungsional, artinya hanya berfokus pada output yang dihasilkan tanpa memperhatikan struktur internal

kode. Tabel 1 menyajikan rangkuman hasil pengujian terhadap sepuluh skenario uji utama.

Tabel 1. Hasil Pengujian Black-Box

N O	Skenari o penguji an	Data Input	Output Yang diharap kan	Output Aktual
1	Login dengan kredensial valid	Username & password benar	Dashboard berhasil ditampilkan	Dashboard ditampilkan
2	Login dengan kredensial salah	Password salah	Muncul pesan error login	Pesan error ditampilkan
3	Tambah data alumni baru (lengkap)	Data valid & lengkap	Data tersimpan, notifikasi sukses	Data tersimpan di MySQL
4	Tambah alumni dengan NIM duplikat	NIM yang sudah ada	Sistem menolak, ditampilkan peringatan	Peringatan duplikasi muncul
5	Edit data alumni yang ada	Data baru yang valid	Data diperbarui di basis data	Data terupdate dengan benar
6	Hapus data alumni	Klik tombol hapus	Data terhapus dari sistem	Data berhasil dihapus
7	Cari alumni berdasarkan	Nama parsial atau	Hasil pencarian	Hasil pencarian

	kan	lengka	relevan	an
	nama	p	tampil	akurat
8	Filter data berdasarkan prodi	Pilih program studi	Hanya data prodi tersebut tampil	Filter bekerja dengan benar
9	Ubah status ijazah	Pilih status baru	Status terupdate & log tercatat	Status & log tersimpan
10	Ekspor laporan	Klik tombol ekspor	File laporan terunduh	Laporan berhasil diunduh

Dari sepuluh skenario pengujian yang dilakukan, seluruhnya terlaksana dan berhasil. Hal ini membuktikan bahwa seluruh fungsi utama sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan yang telah ditetapkan, termasuk mekanisme validasi input, penanganan data duplikat, dan pencatatan log aktivitas.

Evaluasi Usabilitas dan Efisiensi Waktu

Evaluasi usabilitas dilakukan oleh lima staf administrasi akademik yang menyelesaikan lima tugas representatif pada sistem. Skor SUS rata-rata yang diperoleh adalah 84,2, yang tergolong kategori "Sangat Baik" berdasarkan skala penilaian SUS standar (Brooke, 1996). Semua responden memberikan skor di atas

nilai acuan 68, yang menunjukkan konsistensi kepuasan di seluruh pengguna.

Waktu pengerjaan tugas diukur dan dibandingkan antara metode manual dan penggunaan aplikasi baru. Rata-rata waktu pengerjaan mengalami penurunan sebesar 73,4%, dari 16,1 menit per tugas menggunakan metode manual menjadi hanya 1,0 menit menggunakan aplikasi. Tabel 2 menyajikan detail perbandingan efisiensi waktu per tugas.

Tabel 2. Hasil Perbandingan Efisiensi Waktu

Tugas	Manua l (menit)	Aplikas i (Menit)	Penuruna n (%)
Menambah data alumni baru	8,4	1,2	85,7%
Mencari alumni (nama/NIM)	12,6	0,4	96,8%
Memperbarui status ijazah	6,2	0,8	87,1%
Membuat laporan cetak	47,3	2,1	95,6%
Menghapus entri yang salah	5,8	0,6	89,7%
Rata-rata keseluruhan	16,1	1,0	73,4%

Pembahasan

Hasil penelitian ini sejalan dengan dan memperkuat temuan dari penelitian-penelitian terdahulu. Banyal et al. (2021) menemukan bahwa implementasi sistem alumni berbasis web menyederhanakan proses pencatatan dan pengambilan data alumni secara signifikan. Tanjung et al. (2025) melaporkan efisiensi waktu di atas 60% setelah penerapan sistem serupa, sedangkan penelitian ini mencatat efisiensi yang lebih tinggi yaitu 73,4%, kemungkinan karena cakupan fitur yang lebih lengkap dan integrasi alur kerja yang lebih menyeluruh.

Skor SUS sebesar 84,2 dalam penelitian ini melampaui skor yang dilaporkan oleh Novianti et al. (2024) sebesar 80,5 untuk sistem informasi alumni yang dikembangkan di Universitas Islam Kebangsaan Indonesia. Perbedaan skor ini dapat dikaitkan dengan desain antarmuka yang lebih bersih dan alur navigasi yang lebih sederhana pada sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini. Hasil ini juga konsisten dengan pernyataan Brooke (1996) bahwa sistem yang dirancang dengan mempertimbangkan tugas-tugas spesifik pengguna cenderung

memperoleh skor SUS yang lebih tinggi.

Dari sisi arsitektur teknis, penerapan pola MVC terbukti meningkatkan keterbacaan kode dan kemudahan pemeliharaan sistem. Normalisasi basis data ke 3NF berhasil menghilangkan redundansi data dan memastikan konsistensi informasi di seluruh catatan alumni. Kebaruan utama penelitian ini dibandingkan dengan penelitian-penelitian terdahulu terletak pada integrasi tiga komponen alur kerja pasca kelulusan dalam satu sistem terpadu, yaitu berkas pendaftaran wisuda, nomor ijazah, dan status pengambilan ijazah.

D. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan mengembangkan aplikasi pengelolaan data alumni berbasis web untuk Politeknik Negeri Manado menggunakan metode Waterfall dengan basis data MySQL. Aplikasi menyediakan lima modul fungsional utama yang mencakup autentikasi aman, operasi CRUD lengkap untuk data alumni, pencarian dan filter data, pembuatan laporan otomatis, dan pencatatan log aktivitas.

Pengujian Black-Box menunjukkan seluruh sepuluh skenario fungsional berjalan dengan status Berhasil. Evaluasi usabilitas menghasilkan skor SUS rata-rata 84,2 yang tergolong "Sangat Baik", dan pengukuran efisiensi waktu menunjukkan peningkatan rata-rata 73,4% dibandingkan proses manual. Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi alur kerja pasca kelulusan yang menyeluruh, mencakup berkas wisuda, penomoran ijazah, dan status pengambilan ijazah dalam satu platform terpadu.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan portal layanan mandiri bagi alumni, mengintegrasikan sistem dengan Sistem Informasi Akademik (SIKAD) yang sudah ada untuk transfer data kelulusan secara otomatis, menambahkan fitur analitik dan visualisasi data untuk mendukung pengambilan keputusan pimpinan, serta mengembangkan antarmuka responsif berbasis mobile untuk kemudahan akses di luar lingkungan kantor.

DAFTAR PUSTAKA

Amarulla, R., Hidayat, T., & Wibowo, A. (2023). Perancangan

sistem informasi akademik berbasis web untuk mendukung administrasi yang lebih efektif. *Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi*, 5(2), 87-98. <https://doi.org/10.37034/jsisfotek.v5i2.187>

Banyal, N. A., Angriani, L., & Surianti, S. (2021). Aplikasi rancang bangun sistem informasi alumni perguruan tinggi di Kota Jayapura berbasis web: Studi kasus STMIK Umel Mandiri. *Jurnal Ilmiah Matrik*, 23(1), 94-99. <https://doi.org/10.33557/jurnalatrik.v23i1.1232>

Brooke, J. (1996). SUS: A quick and dirty usability scale. Dalam P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester, & A. L. McClelland (Eds.), *Usability evaluation in industry* (hlm. 189-194). Taylor & Francis.

Connolly, T. M., & Begg, C. E. (2015). *Database systems: A practical approach to design, implementation, and management* (6th ed.). Pearson Education.

Dennis, A., Wixom, B. H., & Tegarden, D. (2021). *Systems analysis and design: An object-oriented approach with UML* (6th ed.). John Wiley & Sons.

Ismaya Indah, M., & Zulkifli, K. (2025). Rancangan aplikasi pusat karir AMIK Taruna berbasis web. *JESICA: Jurnal Teknologi Informasi, Sistem Informasi, dan Data Science*, 3(2), 22-33. <https://doi.org/10.56152/jesica.v3i2.145>

Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2022). *Management information systems: Managing the digital firm* (16th ed.). Pearson.

Novianti, H., Hasma, N. A., & Fajri, T. I. (2024). Rancang bangun sistem informasi alumni Fakultas Komputer dan Multimedia Universitas Islam Kebangsaan Indonesia Kabupaten Bireuen. *Jurnal Elektronika dan Teknologi Informasi*, 5(2), 67-79. <https://doi.org/10.30865/jte.v5i2.6701>

Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2019). *Software engineering: A practitioner's approach* (9th ed.). McGraw-Hill Education.

Sommerville, I. (2016). *Software engineering* (10th ed.). Pearson Education.

Tanjung, M. T., Kurniadi, D., Hadi, A., & Mursyida, L. (2025). Pengembangan sistem informasi alumni berbasis web SMK Negeri 1 Koto XI Tarusan. *Merkurius: Jurnal Riset Sistem Informasi dan Teknik Informatika*, 3(2), 206-217. <https://doi.org/10.30865/merkurius.v3i2.8912>

Yanti, N., Saputra, R., & Anggraini, D. (2022). Pengembangan sistem informasi pengelolaan data kelulusan mahasiswa berbasis web. *Jurnal Informatika dan Rekayasa Perangkat Lunak*, 4(1), 45-54. <https://doi.org/10.36499/jinrpl.v4i1.5089>