

PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI KEPEGAWAIAN BERBASIS WEB DI KEJAKSAAN TINGGI ACEH MENGGUNAKAN FRAMEWORK LARAVEL

Khairil Ilmi^{1*}, Riyan Farhan Ramadhan²

^{1,2}Program Studi Informatika, Universitas Syiah Kuala, Darussalam, Banda Aceh, Aceh.

Keywords:

Sistem Informasi
Kepegawaian; Laravel;
Waterfall; System Usability
Scale; SIMPEG.

Correspondent Email:

khairililmi2468@usk.ac.id

Abstrak. Kejaksaan Tinggi Aceh mengelola lebih dari 800 pegawai yang tersebar pada 23 Kejaksaan Negeri, namun sistem informasi kepegawaian yang ada belum optimal akibat ketidakstabilan server, kesulitan sinkronisasi data, dan antarmuka yang kurang ramah pengguna sehingga proses administratif seperti pengajuan cuti menjadi lambat. Penelitian ini bertujuan mengembangkan Sistem Informasi Kepegawaian (SIMPEG) berbasis web menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan framework Laravel dan metode pengembangan Waterfall. Sistem mencakup modul manajemen pegawai, cuti, mutasi, kepangkatan, diklat, dan pelaporan. Pengujian dilakukan melalui white-box testing menggunakan PHPUnit, black-box testing, pengujian beban menggunakan Apache JMeter, serta pengujian usability dengan System Usability Scale (SUS). Hasil pengujian unit menunjukkan tingkat keberhasilan 100% pada 14 test case, dan pengujian black-box mengkonfirmasi seluruh fungsi berjalan sesuai harapan. Pengujian usability memperoleh skor SUS rata-rata 72,1 yang termasuk kategori Good dan Acceptable. Dibandingkan sistem lama, sistem baru meningkatkan kecepatan proses login sebesar 75,3%, input data 65,9%, pembuatan laporan 56,5%, dan pencarian data 57,1%. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem layak diimplementasikan untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi manajemen kepegawaian di Kejaksaan Tinggi Aceh.



Copyright © 2026 The Author(s),
Published by Jurnal Informatika
dan Teknik Elektro Terapan. This
is an open-access article
distributed under the terms of the
Creative Commons Attribution-
NonCommercial 4.0 International
License (CC BY-NC 4.0).

Abstract. The Aceh High Prosecutor's Office manages more than 800 employees across 23 District Prosecutor's Offices, yet its existing personnel information system is not optimal due to server instability, data synchronization difficulties, and an unfriendly interface, causing administrative processes such as leave applications to be slow. This study aims to develop a web-based Personnel Information System (SIMPEG) using the PHP programming language with the Laravel framework and the Waterfall development method. The system covers employee, leave, transfer, rank, training, and reporting modules. Testing was conducted through white-box testing using PHPUnit, black-box testing, load testing using Apache JMeter, and usability testing with the System Usability Scale (SUS). Unit testing achieved a 100% success rate on 14 test cases, and black-box testing confirmed that all functions worked as expected. Usability testing obtained an average SUS score of 72.1, which falls into the Good and Acceptable categories. Compared with the old system, the new system improved the login process speed by 75.3%, data input by 65.9%, report generation by 56.5%, and data search by 57.1%. These results indicate that the system is feasible to be implemented to improve the accuracy and efficiency of personnel management at the Aceh High Prosecutor's Office.

1. PENDAHULUAN

Kejaksaan Tinggi Aceh merupakan lembaga penegak hukum vertikal di bawah Kejaksaan Agung Republik Indonesia yang membawahi 23 Kejaksaan Negeri dan mengelola lebih dari 800 pegawai yang terdiri atas jaksa, pegawai administrasi, serta staf pendukung. Pengelolaan sumber daya manusia pada instansi sebesar ini menuntut sistem informasi kepegawaian yang andal agar proses administratif berlangsung cepat, akurat, dan dapat dipertanggungjawabkan [1]. Penerapan sistem informasi kepegawaian berbasis web yang dirancang dengan baik terbukti mampu meningkatkan akurasi data dan mengurangi kesalahan pengelolaan administrasi kepegawaian [2], [3].

Berdasarkan evaluasi internal pada tahun 2023, sistem informasi kepegawaian yang berjalan di Kejaksaan Tinggi Aceh belum berfungsi optimal. Sistem lama kerap mengalami ketidakstabilan server, kesulitan sinkronisasi data, serta antarmuka yang tidak user-friendly. Akibatnya, proses pengajuan cuti yang seharusnya selesai dalam satu hari kerja sering membutuhkan waktu hingga tujuh hari kerja. Padahal Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik (SPBE) sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri PAN-RB Nomor 5 Tahun 2020 menekankan layanan publik yang efektif, efisien, dan berkelanjutan [4]. Kondisi ini diperberat oleh meningkatnya jumlah pegawai dan beban administratif yang harus ditangani.

Berbagai penelitian terdahulu telah mengembangkan sistem informasi kepegawaian berbasis web. Nasution dkk. [5] membangun sistem kepegawaian pada Pemerintah Provinsi Sumatera Utara dengan arsitektur three-tier, sedangkan Pramono dkk. [6] menerapkan framework Laravel pada Kejaksaan Tinggi Jawa Barat. Namun sebagian besar penelitian tersebut menitikberatkan pada aspek pembangunan fungsionalitas dan belum menyertakan evaluasi performa beban serta pengukuran kebergunaan secara kuantitatif. Kesenjangan inilah yang menjadi celah penelitian.

Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan SIMPEG berbasis web menggunakan framework Laravel yang dievaluasi secara menyeluruh melalui pengujian fungsional (white-box dan black-box), pengujian beban hingga 100.000

pengguna, serta pengukuran kebergunaan menggunakan System Usability Scale (SUS). Penelitian ini bertujuan: (1) merancang dan mengembangkan SIMPEG berbasis web sesuai kebutuhan Kejaksaan Tinggi Aceh; (2) membandingkan performa SIMPEG versi lama dan versi baru; serta (3) mengevaluasi tingkat kebergunaan sistem untuk meningkatkan pengalaman dan kemudahan operasional pengguna.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Sistem informasi kepegawaian adalah sistem yang dirancang untuk mengelola data dan administrasi pegawai dalam suatu organisasi, mencakup pencatatan data pegawai, manajemen absensi, hingga evaluasi kinerja [3]. Pengembangan berbasis web mempermudah akses bagi administrator maupun pegawai sehingga pengelolaan menjadi lebih fleksibel dan terstruktur [1].

Laravel merupakan framework PHP modern yang menekankan kemudahan penggunaan dan produktivitas melalui Blade templating engine, sistem routing, serta dukungan keamanan seperti CSRF token dan autentikasi bawaan [10], [11]. Karakteristik ini menjadikan Laravel sesuai untuk membangun aplikasi kepegawaian yang aman dan mudah dipelihara.

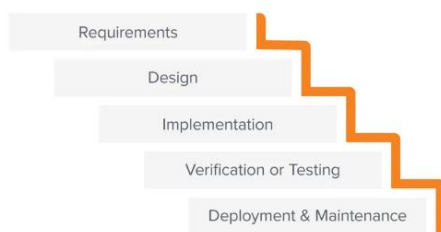
Metode Waterfall merupakan model pengembangan perangkat lunak yang berurutan, dimulai dari analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, hingga penerapan dan pemeliharaan [7], [9]. Model ini sesuai untuk proyek dengan kebutuhan yang relatif tetap dan terdefinisi sejak awal serta menghasilkan dokumentasi yang lengkap pada setiap tahap [8].

System Usability Scale (SUS) adalah instrumen evaluasi kebergunaan yang dikembangkan oleh Brooke, terdiri atas sepuluh pernyataan dengan skala Likert 1-5 [12]. Skor SUS dipetakan ke dalam kategori penilaian, dengan nilai 68 sebagai ambang batas kelayakan dan rentang skor 0-100 [13]. Adapun pengujian perangkat lunak dilakukan melalui white-box testing yang memeriksa struktur internal kode dan black-box testing yang menilai fungsionalitas dari sudut pandang pengguna [14].

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Waterfall yang terdiri atas lima tahap utama, yaitu analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, serta deployment dan pemeliharaan. Penelitian dilaksanakan di Kantor Kejaksaan Tinggi Aceh. Data kebutuhan dikumpulkan melalui studi literatur dan wawancara langsung dengan pegawai bagian kepegawaian guna mengidentifikasi kebutuhan fungsional dan nonfungsional sistem.

The Waterfall Method

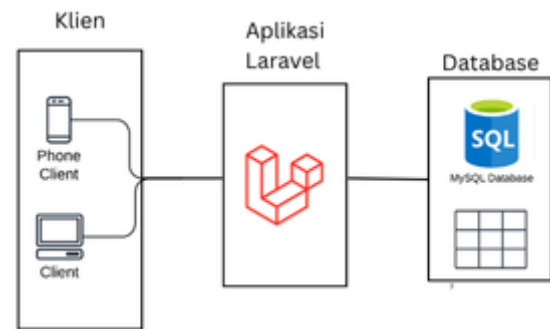


Gambar 1. Metode Waterfall

Gambar 1 menggambarkan tahapan metode Waterfall yang bersifat linear, di mana setiap tahap (analisis kebutuhan, perancangan, pengembangan, pengujian, dan pemeliharaan) harus diselesaikan sebelum berpindah ke tahap berikutnya.

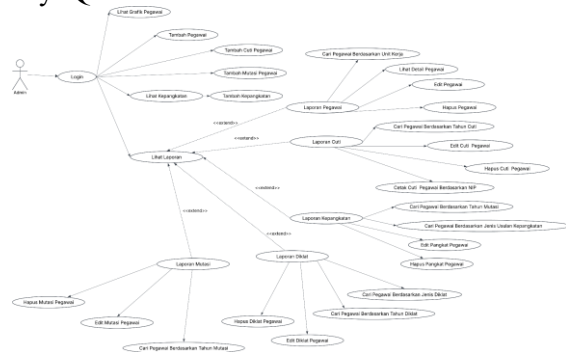
3.1. Analisis Kebutuhan dan Perancangan

Tahap analisis menghasilkan spesifikasi kebutuhan fungsional berupa modul manajemen pegawai, cuti, mutasi, kepangkatan, diklat, dan pelaporan, serta kebutuhan non fungsional berupa keamanan data, kecepatan pemrosesan, dan kemudahan akses. Perancangan sistem menggunakan Unified Modeling Language (UML) melalui use case diagram dan activity diagram, perancangan basis data melalui Entity Relationship Diagram (ERD), serta perancangan arsitektur. Arsitektur sistem terdiri atas perangkat klien (ponsel atau komputer melalui peramban), aplikasi Laravel yang menangani frontend dan backend di atas web server Apache, serta basis data MySQL sebagai penyimpanan terpusat.



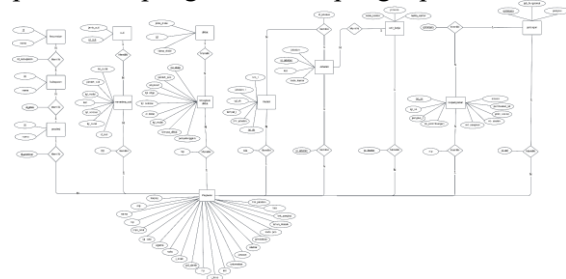
Gambar 2. Arsitektur Sistem SIMPEG

Gambar 2 memperlihatkan arsitektur sistem yang diakses melalui perangkat klien berupa ponsel atau komputer melalui peramban. Aplikasi Laravel menangani *frontend* dan *backend* di atas *web server* Apache, sedangkan seluruh data disimpan terpusat dalam basis data MySQL.



Gambar 3. Use Case Diagram Admin

Gambar 3 menunjukkan *use case diagram* untuk hak akses admin. Setelah *login*, admin dapat mengelola data pegawai, cuti, mutasi, dan kepangkatan, serta mengakses berbagai laporan yang masing-masing dilengkapi fungsi pencarian, pengeditan, dan penghapusan data.



Gambar 4. Entity Relationship Diagram

Gambar 4. Entity Relationship Diagram

Gambar 4 menampilkan *Entity Relationship Diagram* dengan entitas utama Pegawai yang

berelasi dengan entitas Mutasi, Cuti, Kepangkatan, Diklat, Jabatan, dan Golongan untuk menjaga integritas referensial data kepegawaian.

3.2. Implementasi

Desain sistem dikonversi menjadi aplikasi web berbasis PHP dengan framework Laravel. Antarmuka dikembangkan mengikuti prinsip user experience (UX), sementara logika aplikasi mengintegrasikan seluruh modul fungsional. Basis data diimplementasikan menggunakan Relational Database Management System (RDBMS) MySQL dengan penerapan primary key dan foreign key untuk menjaga integritas referensial. Mekanisme keamanan diterapkan melalui enkripsi data, autentikasi pengguna, dan role-based access control.

3.3. Pengujian

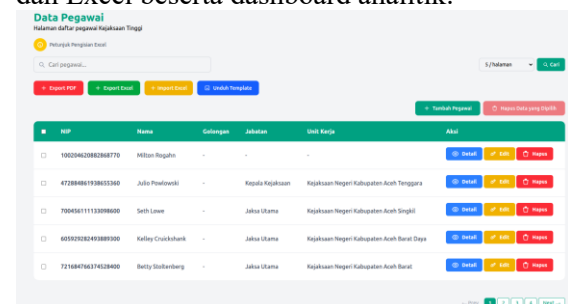
Pengujian dilakukan secara bertahap. White-box testing menggunakan framework PHPUnit untuk memvalidasi logika dan fungsi kritis tiap modul dengan basis data pengujian yang terpisah dari basis data produksi. Black-box testing menilai kesesuaian masukan dan keluaran fitur utama. Pengujian beban (load testing) menggunakan Apache JMeter untuk mengukur waktu respons, throughput, dan error rate pada beban 10 hingga 100.000 pengguna. Terakhir, pengujian kebergunaan menggunakan kuesioner SUS yang diisi oleh 12 responden dari pegawai bagian kepegawaian. Skor SUS dihitung dengan mengurangi 1 pada item ganjil, mengurangkan skor item genap dari 5, menjumlahkan, lalu mengalikannya dengan 2,5 sehingga menghasilkan rentang 0-100.

3.4. Deployment

Sistem diterapkan ke lingkungan produksi menggunakan layanan hosting Hostinger dengan stack LAMP. Proses deployment meliputi konfigurasi domain, pengunggahan berkas aplikasi, pembuatan dan impor basis data, penyesuaian berkas konfigurasi lingkungan, serta pengaktifan SSL. Keamanan diperkuat melalui HTTPS, firewall, pencadangan otomatis, dan pemantauan log secara real-time.

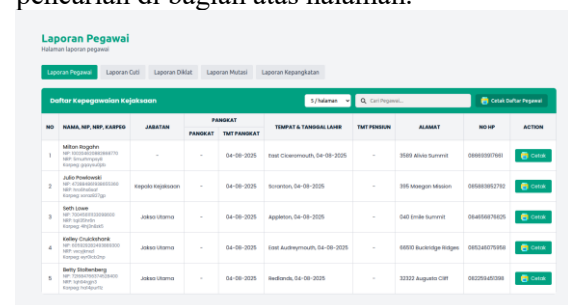
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem Informasi Kepegawaian (SIMPEG) berbasis web berhasil dibangun menggunakan framework Laravel dengan enam modul utama yang saling terintegrasi. Modul manajemen pegawai mengelola data dasar pegawai dilengkapi validasi otomatis dan logging perubahan data. Modul cuti menerapkan workflow approval berjenjang serta kalkulasi sisa cuti otomatis. Modul mutasi dan kepangkatan mencatat riwayat perpindahan dan kenaikan pangkat dengan kalkulasi Terhitung Mulai Tanggal (TMT) yang akurat. Modul diklat mengelola perencanaan hingga evaluasi pelatihan, sedangkan modul pelaporan menyediakan laporan dinamis berformat PDF dan Excel beserta dashboard analitik.



Gambar 5. Halaman Manajemen Data Pegawai

Gambar 5 menunjukkan tampilan modul manajemen pegawai berupa tabel data pegawai dengan tombol aksi edit dan hapus pada tiap baris, serta tombol tambah pegawai dan fitur pencarian di bagian atas halaman.



Gambar 6. Dashboard Pelaporan dan Analitik

Gambar 6 memperlihatkan dashboard pelaporan yang menampilkan widget analitik seperti grafik distribusi pegawai berdasarkan unit kerja, dilengkapi panel filter dan akses cepat ke laporan-laporan standar.

4.1. Hasil Pengujian Fungsional

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<phpunit xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:noNamespaceSchemaLocation="vendor/phpunit/phpunit/phpunit.xsd"
  bootstrap="vendor/autoload.php"
  colors="true">
  <testsuites>
    <testsuite name="Unit">
      <directory suffix="Test.php">./tests/Unit</directory>
    </testsuite>
    <testsuite name="Feature">
      <directory suffix="Test.php">./tests/Feature</directory>
    </testsuite>
  </testsuites>
  <php>
    <env name="APP_ENV" value="testing"/>
    <env name="APP_KEY" value="base64:xlRjY47pD7D5t1L6qH3c04SpA7Bef9B6gH2kL8n0n0="/>
    <env name="DB_CONNECTION" value="mysql"/>
    <env name="DB_HOST" value="127.0.0.1"/>
    <env name="DB_PORT" value="3306"/>
    <env name="DB_DATABASE" value="smpng_testing"/>
    <env name="DB_USERNAME" value="root"/>
    <env name="DB_PASSWORD" value=""/>
    <env name="CACHE_DRIVER" value="array"/>
    <env name="SESSION_DRIVER" value="array"/>
    <env name="QUEUE_CONNECTION" value="sync"/>
  </php>
</phpunit>

```

Gambar 7. Konfigurasi Environment Testing PHPUnit

Gambar 7 menunjukkan konfigurasi *environment testing* PHPUnit (berkas *phpunit.xml*) dengan basis data pengujian yang terpisah dari basis data produksi untuk menjaga isolasi data selama pengujian.

Pengujian white-box menggunakan PHPUnit dilakukan terhadap 14 test case dengan total 30 assertion yang mencakup otentikasi pengguna serta modul pegawai, cuti, mutasi, kepangkatan, dan laporan. Seluruh pengujian berhasil dengan tingkat keberhasilan 100% dan total waktu eksekusi 5,31 detik, dengan durasi tiap kasus berkisar antara 0,23 hingga 1,86 detik. Hasil ini menunjukkan bahwa logika program tiap modul telah bekerja sesuai spesifikasi.

Pengujian black-box memverifikasi perilaku eksternal sistem terhadap berbagai skenario masukan. Seluruh skenario, mulai dari validasi masukan kosong dan tidak valid hingga fungsionalitas inti seperti penambahan pegawai, pengajuan cuti, ekspor PDF, dan pencarian data, memberikan keluaran sesuai harapan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Black-Box Testing

Fitur	Skenario	Ket
Login	Username/password kosong	PASS
Login	Username/password salah	PASS
Login	Username/password benar	PASS
Tambah Pegawai	Data valid disimpan	PASS
Tambah Pegawai	NIP tidak valid	PASS
Pengajuan Cuti	Isi form lengkap	PASS
Export PDF	Ekspor laporan pegawai	PASS
Pencarian Data	Cari berdasarkan unit	PASS
Filter Data	Filter unit kerja	PASS

4.2. Hasil Pengujian Beban

Pengujian beban menggunakan Apache JMeter menunjukkan bahwa pada beban 10

hingga 1.000 pengguna sistem memberikan waktu respons yang cepat dengan error rate sangat rendah. Seiring peningkatan beban hingga 10.000 pengguna, waktu respons dan error rate meningkat namun masih dapat ditoleransi. Pada 50.000-100.000 pengguna, sistem mencapai titik jenuh dengan kenaikan waktu respons yang signifikan, sebagaimana dirangkum pada Tabel 2. Temuan ini menjadi dasar rekomendasi peningkatan kapasitas server untuk skala produksi yang lebih besar.

Tabel 2. Hasil Pengujian Beban dengan JMeter

Users	Avg Resp. (ms)	Throughput (req/s)	Error (%)
10	245	38,2	0,0
100	1.024	89,7	2,8
1.000	2.540	520,4	3,5
10.000	6.850	3.850	7,2
50.000	15.600	14.200	12,5
100.000	28.900	25.300	18,9

4.3. Hasil Pengujian Usability (SUS)

Pengujian kebergunaan terhadap 12 responden menghasilkan skor SUS yang bervariasi dengan nilai tertinggi 85,0 dan terendah 65,0. Nilai rata-rata SUS yang diperoleh adalah 72,1. Skor ini berada di atas ambang batas kelayakan sebesar 68 dan termasuk dalam kategori Good (Baik) serta Acceptable (Dapat Diterima) menurut adjective rating scale [13]. Hasil ini menegaskan bahwa pengguna menilai sistem mudah digunakan dan intuitif.

4.4. Perbandingan Sistem Lama dan Sistem Baru

Evaluasi perbandingan menunjukkan peningkatan signifikan pada aspek antarmuka, integrasi data, pelaporan, dan keamanan sebagaimana disajikan pada Tabel 3. Sistem baru menghadirkan antarmuka yang responsif, validasi data otomatis, pelaporan dinamis multiformat, serta fitur keamanan berupa enkripsi dan audit trail.

Tabel 3. Perbandingan Fungsionalitas Sistem

Aspek	Sistem Lama	Sistem Baru
Antarmuka	Kurang intuitif	Responsif dan modern
Integrasi Data	Manual, tanpa validasi	Otomatis dengan validasi
Pelaporan	Statis, terbatas	Dinamis, multiformat
Keamanan	Tanpa enkripsi	Enkripsi & audit trail

Dari sisi kinerja operasional, sistem baru mempercepat hampir seluruh proses kritis. Sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4, proses login meningkat 75,3%, input data pegawai 65,9%, pembuatan laporan 56,5%, dan pencarian data 57,1%. Peningkatan ini membuktikan bahwa sistem baru secara nyata mendukung efisiensi proses administratif di Kejaksaan Tinggi Aceh.

Tabel 4. Perbandingan Kinerja Operasional Sistem

Jenis Operasi	Lama (s)	Baru (s)	Naik (%)
Proses Login	8,5	1,86	75,3
Input Data Pegawai	12,3	4,2	65,9
Pembuatan Laporan	10,8	4,7	56,5
Pencarian Data	4,2	1,8	57,1

Temuan penelitian ini sejalan dengan studi terdahulu yang menyatakan bahwa penerapan framework Laravel mampu menghasilkan sistem kepegawaian yang terstruktur dan mudah dipelihara [6], serta bahwa sistem informasi kepegawaian berbasis web meningkatkan akurasi dan efisiensi pelayanan administrasi [1], [3]. Penggunaan SUS sebagai instrumen evaluasi juga konsisten dengan praktik pada pengembangan sistem informasi berbasis web lainnya [15], [16], [17]. Dengan demikian, penelitian ini melengkapi kajian sebelumnya melalui evaluasi performa beban dan kebergunaan yang terukur, bukan sekadar pembangunan fungsionalitas.

5. KESIMPULAN

- SIMPEG berbasis web yang dibangun dengan framework Laravel berhasil direalisasikan sesuai kebutuhan Kejaksaan Tinggi Aceh, mencakup modul manajemen pegawai, cuti, mutasi, kepangkatan, diklat, dan pelaporan, yang dibuktikan melalui pengujian fungsional dengan tingkat keberhasilan 100% pada 14 test case.
- Evaluasi performa menunjukkan SIMPEG versi baru lebih unggul dibandingkan versi lama, dengan peningkatan kecepatan login 75,3%, input data 65,9%, pembuatan laporan 56,5%, dan pencarian data 57,1%.
- Pengujian kebergunaan menggunakan System Usability Scale memperoleh skor rata-rata 72,1 yang berada di atas ambang kelayakan (68) dan termasuk kategori Good serta Acceptable, sehingga sistem layak

mendukung operasional pengolahan data pegawai sehari-hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kejaksaan Tinggi Aceh atas dukungan data dan kesempatan penelitian, serta kepada seluruh pihak di Program Studi Informatika Universitas Syiah Kuala yang telah memberikan bimbingan dan masukan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Walidi, P. Andini, R. Ilahi, and Y. Hanoselina, "Pengaruh penggunaan sistem informasi kepegawaian terhadap kualitas pelayanan administrasi di sektor publik," *Perspektif Administrasi Publik dan Hukum*, vol. 1, no. 4, pp. 61-72, 2024.
- [2] A. Wijaya, Damayanti, and N. Hendrastuty, "Rancang bangun sistem informasi manajemen kepegawaian (SIMPEG) berbasis web," *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi (JTISI)*, vol. 3, no. 2, pp. 9-17, 2022.
- [3] C. G. Reddick, "Human resources information systems in Texas city governments: Scope and perception of its effectiveness," *Public Personnel Management*, vol. 38, no. 1, pp. 19-34, 2009.
- [4] Kementerian PAN-RB, Peraturan Menteri PAN-RB Nomor 5 Tahun 2020 tentang Standar Pelayanan Publik. Jakarta: Lembaran Negara, 2020.
- [5] M. I. P. Nasution, M. Azhar, and D. Setiawan, "Pengembangan sistem informasi kepegawaian berbasis web di Pemerintah Provinsi Sumatera Utara," *Jurnal Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 11, no. 2, pp. 112-127, 2019.
- [6] A. Pramono, S. Wicaksono, and D. R. Kusuma, "Implementasi framework Laravel pada pengembangan sistem informasi kepegawaian Kejaksaan Tinggi Jawa Barat," *Jurnal Algoritma*, vol. 18, no. 1, pp. 153-167, 2021.
- [7] I. Sommerville, *Software Engineering*, 10th ed. Harlow, England: Pearson, 2020.
- [8] R. S. Pressman and B. R. Maxim, *Software Engineering: A Practitioner's Approach*, 9th ed. New York: McGraw-Hill, 2022.
- [9] Y. Bassil, "A simulation model for the waterfall software development life cycle," *International Journal of Engineering and Technology*, vol. 2, no. 5, pp. 744-749, 2012.
- [10] M. Stauffer, *Laravel: Up & Running: A Framework for Building Modern PHP Apps*, 2nd ed. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2019.

- [11] T. Otwell and J. Kelt, *Laravel: The Definitive Guide to PHP's Most Popular Framework*. New York: Apress, 2022.
- [12] J. Brooke, "SUS: A quick and dirty usability scale," in *Usability Evaluation in Industry*, P. W. Jordan et al., Eds. London: Taylor & Francis, 1996, pp. 189-194.
- [13] A. Bangor, P. Kortum, and J. Miller, "Determining what individual SUS scores mean: Adding an adjective rating scale," *Journal of Usability Studies*, vol. 4, no. 3, pp. 114-123, 2009.
- [14] G. J. Myers, C. Sandler, and T. Badgett, *The Art of Software Testing*, 4th ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2021.
- [15] P. C. O. Sidauruk and E. P. Malau, "Rancang aplikasi proses peminjaman buku di perpustakaan secara online dengan support passcode," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan (JITET)*, vol. 14, no. 2, pp. 1129-1137, 2026, doi: 10.23960/jitet.v14i2.9544.
- [16] H. Haswika, S. Paembonan, and M. Muhallim, "Sistem informasi online booking dan virtual tour berbasis web pada lapangan bulutangkis Delta Badminton Hall Palopo," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan (JITET)*, vol. 14, no. 2, pp. 844-853, 2026, doi: 10.23960/jitet.v14i2.
- [17] S. S. Pranoto, A. D. Ramdana, M. I. Andriana, and I. Indra, "Penjaminan mutu internal berbasis website untuk optimalisasi pengelolaan monitoring," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan (JITET)*, vol. 14, no. 1, pp. 1127-1137, 2026, doi: 10.23960/jitet.v14i1.8991.
- [18] A. Sadat, "Implementasi sistem informasi manajemen kepegawaian (SIMPEG) pada Dinas Kesehatan Kabupaten Aceh Tenggara," *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 8, no. 1, pp. 33-41, 2022.
- [19] B. H. W. Alan Dennis and D. Tegarden, *Systems Analysis and Design: An Object-Oriented Approach with UML*, 6th ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2018.