

Perancangan Sistem Informasi Penilaian Kinerja Karyawan Berbasis Web dengan Keamanan Enkripsi di PT. Brahma Bina Bakti Mill

Aditiya Eka Saputra^{1*}, Efitra²

¹ Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Sistem Informasi, UIN Sultan Thaha Saifuddin Jambi, Muaro Jambi, Indonesia

Email: ^{1*}adit65034@gmail.com, ²efitra@uinjambi.ac.id

(* Email Corresponding Author: adit65034@gmail.com)

Received: January 27, 2026 | Revision: January 29, 2026 | Accepted: February 3, 2026

Abstrak

Penilaian kinerja karyawan berperan penting dalam meningkatkan kualitas sumber daya manusia serta mendukung pengambilan keputusan strategis di perusahaan. Namun, proses penilaian yang dilakukan secara manual sering menimbulkan kendala seperti kesalahan pencatatan, keterlambatan pelaporan, dan kurangnya keamanan data. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem informasi penilaian kinerja karyawan berbasis web yang dilengkapi dengan fitur keamanan enkripsi guna melindungi data sensitif di PT. Brahma Bina Bakti Mill. Pengembangan sistem menggunakan metode Rapid Application Development (RAD) dengan pendekatan iteratif, sedangkan perancangan sistem dilakukan menggunakan Unified Modeling Language (UML). Sistem dirancang menggunakan framework CodeIgniter dengan bahasa pemrograman PHP dan database MySQL. Pengujian dilakukan dengan metode Blackbox Testing untuk memastikan semua fitur berjalan sesuai kebutuhan pengguna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dibangun mampu meningkatkan efisiensi proses penilaian, menjaga kerahasiaan data hasil penilaian, serta menyediakan pelaporan secara real-time.

Kata Kunci: Sistem Informasi, Penilaian Kinerja, Web, Enkripsi, RAD, CodeIgniter

Abstract

Employee performance appraisal plays an essential role in improving the quality of human resources and supporting strategic decision-making within organizations. However, manual performance evaluation processes often lead to problems such as data entry errors, delayed reporting, and inadequate data security. This study aims to design a web-based employee performance appraisal information system equipped with a data encryption feature to protect sensitive information at PT. Brahma Bina Bakti Mill. The system was developed using the Rapid Application Development (RAD) method with an iterative approach, while the design process employed Unified Modeling Language (UML). The system was built using the CodeIgniter framework, the PHP programming language, and a MySQL database. System testing was conducted using the Blackbox Testing method to ensure that all functionalities operated as intended. The results indicate that the developed system improves efficiency in performance assessment processes, maintains the confidentiality of appraisal data through encryption, and enables real-time reporting for decision-making.

Keywords: Information System, Performance Appraisal, Web, Encryption, RAD, CodeIgniter

1. PENDAHULUAN

Kinerja karyawan merupakan salah satu faktor penting dalam mencapai efektivitas dan efisiensi organisasi. Melalui sistem penilaian kinerja, perusahaan dapat mengevaluasi kontribusi, perilaku, serta potensi karyawan secara objektif sebagai dasar pengambilan keputusan manajerial [1]. Namun, proses penilaian kinerja yang masih dilakukan secara manual sering menimbulkan berbagai permasalahan, seperti keterlambatan rekapitulasi nilai, kesalahan input data, serta risiko kehilangan dan kerusakan dokumen [2]. Kondisi ini menunjukkan perlunya sistem yang mampu mengelola data penilaian secara lebih terstruktur dan akurat.

PT. Brahma Bina Bakti Mill merupakan perusahaan industri kelapa sawit yang berlokasi di Desa Suko Awini Jaya, Kabupaten Muaro Jambi, yang memiliki lebih dari 150 karyawan. Selama ini, proses evaluasi karyawan training (masa percobaan) dilakukan menggunakan formulir manual. Hal tersebut menghambat efisiensi, transparansi, dan keamanan data, terutama karena hasil penilaian mengandung informasi pribadi yang bersifat sensitif. Penilaian terhadap karyawan training dilakukan berdasarkan beberapa aspek kinerja seperti kemampuan analisis, orientasi hasil, kepercayaan diri, kemauan belajar, adaptabilitas, kerja sama tim, keterampilan, komunikasi, kepemimpinan, serta hasil kerja. Hasil penilaian tersebut akan menentukan kategori karyawan, yaitu: Tidak Lolos Masa Percobaan, Perpanjangan Masa Percobaan, dan Lolos Masa Percobaan serta Pengangkatan sebagai Karyawan Tetap.

Dalam konteks organisasi modern, sistem informasi berperan sebagai sekumpulan komponen yang saling berinteraksi untuk mengumpulkan, memproses, menyimpan, dan menyajikan informasi guna mendukung pengambilan keputusan secara efektif [3]. Sistem informasi yang baik mampu mengubah data mentah menjadi informasi bernilai dan relevan bagi manajemen. Seiring dengan perkembangan teknologi, penerapan sistem informasi berbasis web menjadi solusi yang efektif untuk meningkatkan produktivitas, akurasi, dan kecepatan proses penilaian kinerja karyawan [4]. Sistem berbasis web memungkinkan pengelolaan data secara terpusat serta penyajian informasi secara real-time.

Selain aspek efisiensi, keamanan informasi menjadi faktor penting dalam pengelolaan data penilaian kinerja. Data penilaian perlu dilindungi dari akses dan manipulasi oleh pihak yang tidak berwenang. Penerapan mekanisme keamanan

seperti enkripsi data merupakan salah satu upaya untuk menjaga kerahasiaan informasi agar hanya dapat diakses oleh pihak yang memiliki otorisasi [5], [6]. Dengan adanya pengamanan data yang baik, sistem informasi penilaian kinerja diharapkan mampu meningkatkan kepercayaan pengguna terhadap sistem yang dikembangkan.

Penilaian kinerja karyawan merupakan proses sistematis untuk mengevaluasi hasil kerja dan perilaku karyawan berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh organisasi [7]. Untuk meningkatkan objektivitas penilaian, penelitian ini menerapkan pendekatan penilaian berbasis rating scale yang mengacu pada perilaku kerja nyata dan hasil kerja karyawan [8]. Pendekatan ini dinilai sesuai untuk mengevaluasi karyawan training yang masih berada dalam tahap pengembangan kompetensi dan adaptasi terhadap lingkungan kerja.

Pengembangan sistem informasi dalam penelitian ini menggunakan metode Rapid Application Development (RAD), yaitu metode pengembangan sistem yang menekankan kecepatan melalui iterasi desain, pembuatan prototipe, serta keterlibatan pengguna secara intensif [9]. Metode ini dipilih karena mampu menghasilkan sistem yang sesuai dengan kebutuhan pengguna dalam waktu yang relatif singkat [10]. Untuk mendukung proses perancangan sistem, digunakan Unified Modeling Language (UML) sebagai alat bantu pemodelan yang mencakup use case diagram, activity diagram, dan class diagram guna memvisualisasikan struktur serta alur kerja sistem secara jelas [11].

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pengembangan sistem informasi penilaian kinerja berbasis web mampu meningkatkan efisiensi proses evaluasi dibandingkan metode manual yang konvensional [12]. Pendekatan berbasis web juga diterapkan dalam pengembangan sistem pendukung keputusan untuk mengukur kinerja karyawan secara objektif menggunakan metode EDAS, sehingga dapat mengurangi subjektivitas dalam proses penilaian [13]. Penelitian lain mengungkapkan bahwa sistem informasi penilaian kinerja berbasis web mampu mengatasi kendala pengelolaan data dan meningkatkan efektivitas organisasi [14]. Selain itu, sistem penilaian kinerja elektronik terbukti meningkatkan persepsi akurasi dan kepercayaan pengguna terhadap proses evaluasi karyawan [15], serta memberikan dampak positif terhadap peningkatan performa karyawan pada sektor industri manufaktur [4].

Berdasarkan permasalahan yang dihadapi perusahaan dan hasil kajian penelitian sebelumnya, penelitian ini berfokus pada perancangan sistem informasi penilaian kinerja karyawan berbasis web dengan penerapan metode RAD dan mekanisme keamanan enkripsi data. Tujuan penelitian ini adalah merancang sistem yang efektif, efisien, dan aman untuk membantu perusahaan dalam mempercepat proses evaluasi kinerja karyawan serta menjaga kerahasiaan data hasil penilaian.

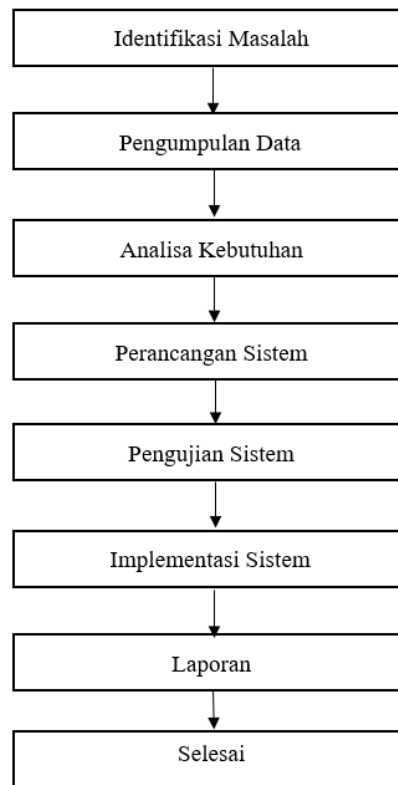
2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Metode Penelitian

Pada penelitian ini peneliti menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif, dengan tujuan menggambarkan dan merancang sistem penilaian kinerja karyawan secara terstruktur.

2.2 Tahapan Penelitian

Pada tahapan penelitian terdapat beberapa proses tahapan yang harus dilaksanakan oleh peneliti dalam melakukan proses perancangan sistem informasi penilaian kinerja karyawan. Tahapan tersebut digambarkan dalam bentuk diagram sehingga dapat digunakan sebagai pedoman yang jelas, teratur, dan sistematis. Berikut tahapan-tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.



Gambar 1. Tahapan Penelitian Perancangan Sistem Informasi Penilaian Kinerja

2.3 Metode Pengumpulan Data

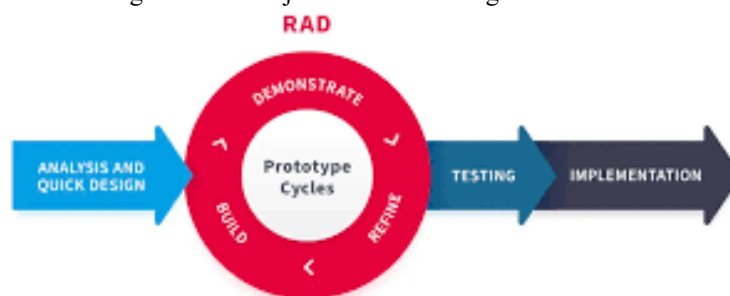
Pada penelitian ini terdapat 3 tahap untuk memperoleh data, yaitu:

- Observasi, mengamati langsung proses penilaian kinerja yang masih dilakukan secara manual.
- Wawancara, memberikan pertanyaan kepada HRD dan Asisten Staff mengenai indikator dan prosedur penilaian.
- Studi Pustaka, mengkaji literatur tentang sistem informasi, penilaian kinerja karyawan, metode RAD, dan keamanan enkripsi.

2.4 Metode Pengembangan Sistem

Pada penelitian ini metode pengembangan yang digunakan yaitu RAD, terdapat tiga tahapan utama RAD:

1. Perencanaan Kebutuhan (Requirement Planning)
Mengidentifikasi kebutuhan fungsional seperti login multiuser, input nilai, laporan hasil, dan fitur enkripsi.
2. Desain Workshop
Meliputi pembuatan Use Case Diagram, Activity Diagram, Class Diagram, serta desain antarmuka menggunakan CodeIgniter.
3. Implementasi dan Pengujian
Implementasi dilakukan dengan bahasa PHP dan database MySQL. Pengujian dilakukan menggunakan Blackbox Testing untuk memastikan fungsionalitas berjalan sesuai rancangan.



Gambar 2. RAD

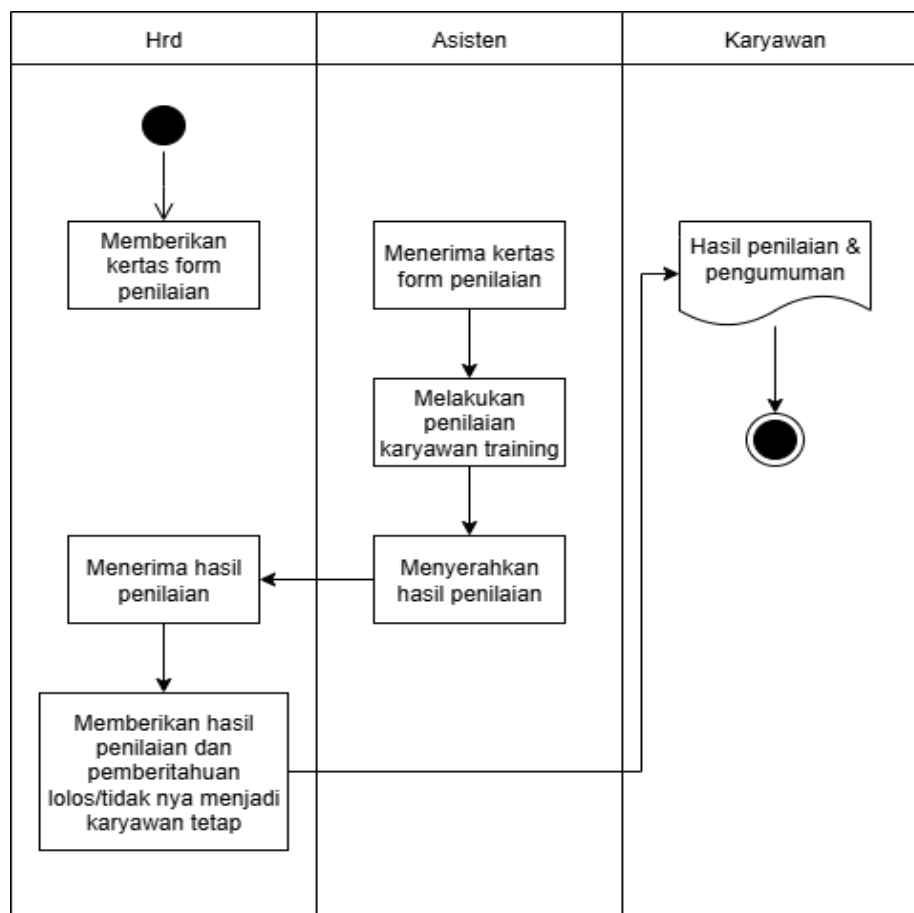
3. HASIL dan PEMBAHASAN

3.1 Gambaran Umum Sistem

Sistem Informasi penilai kinerja karyawan ini memiliki 3 hak akses yaitu, Admin (mengelola data karyawan, data asisten, dan laporan penilaian.) , Asisten (Melakukan input penilaian karyawan berdasarkan 10 indikator penilaian) , Karyawan (melihat hasil penilaian kinerja).

3.2 Analisis Sistem yang Berjalan

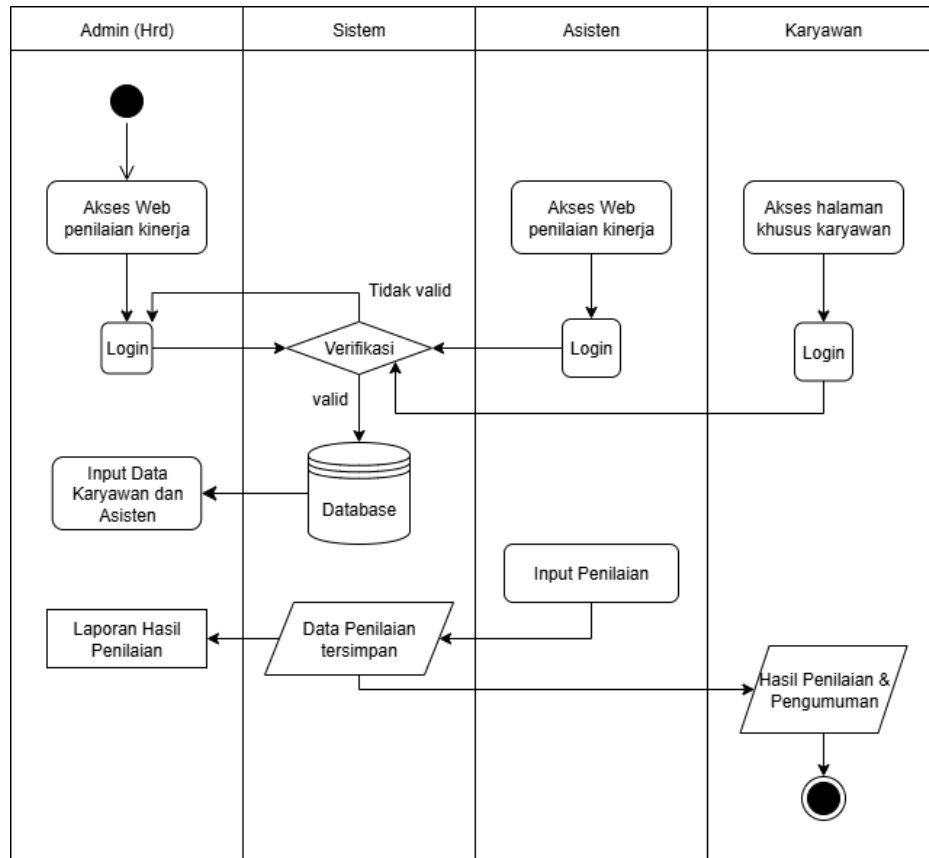
Sebelumnya proses penilaian masih menggunakan formulir kertas, dengan risiko kesalahan dan kehilangan data. Selain itu, HRD harus menginput ulang hasil penilaian, sehingga sangat tidak efisien.



Gambar 3. Analisis Sistem yang Sedang Berjalan

3.3 Sistem yang Dirancang

Sistem ini dirancang berbasis web yang memudahkan proses penilaian dilakukan secara langsung oleh asisten, disimpan otomatis di database, dan hasil penilaian nya terenkripsi. Penggunaan enkripsi simetris mamastikan hanya pihak berwenang yang dapat membuka hasil penilaian.



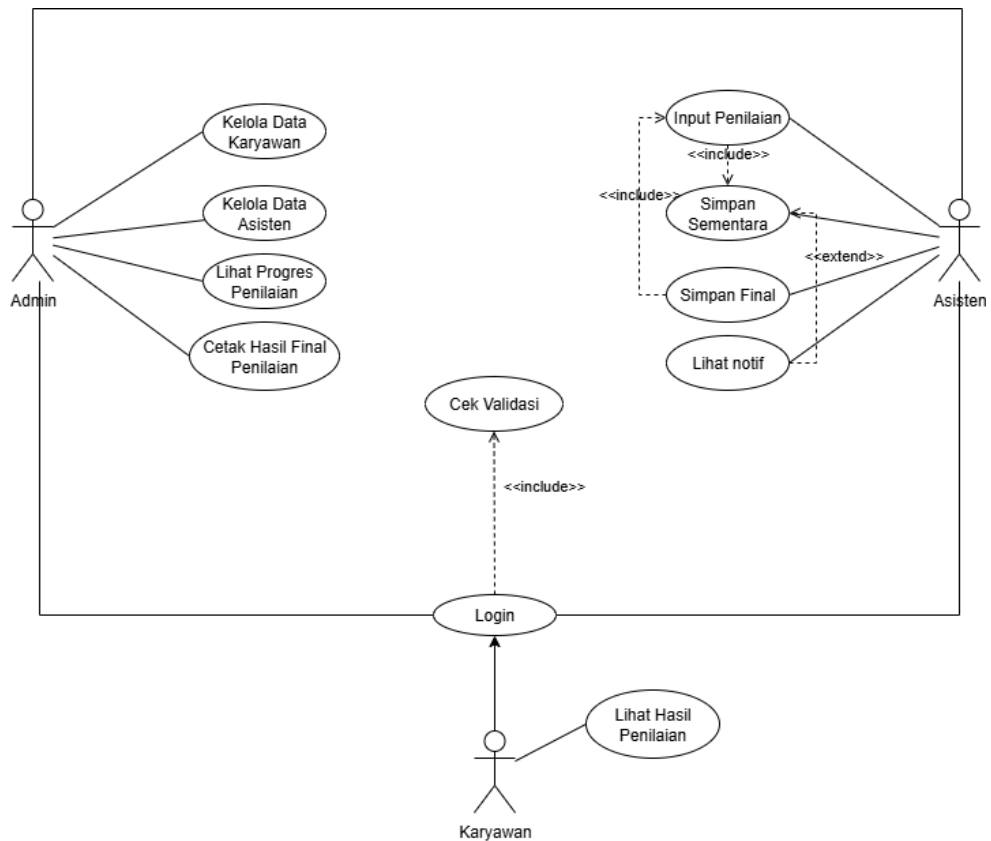
Gambar 4. Analisis Sistem yang dirancang

3.4 Perancangan Sistem

Penelitian menggunakan pemodelan UML sebagai perancangan sistem penilaian kinerja karyawan. UML yang digunakan yaitu use case diagram, activity diagram, dan class diagram.

a. Use Case Diagram

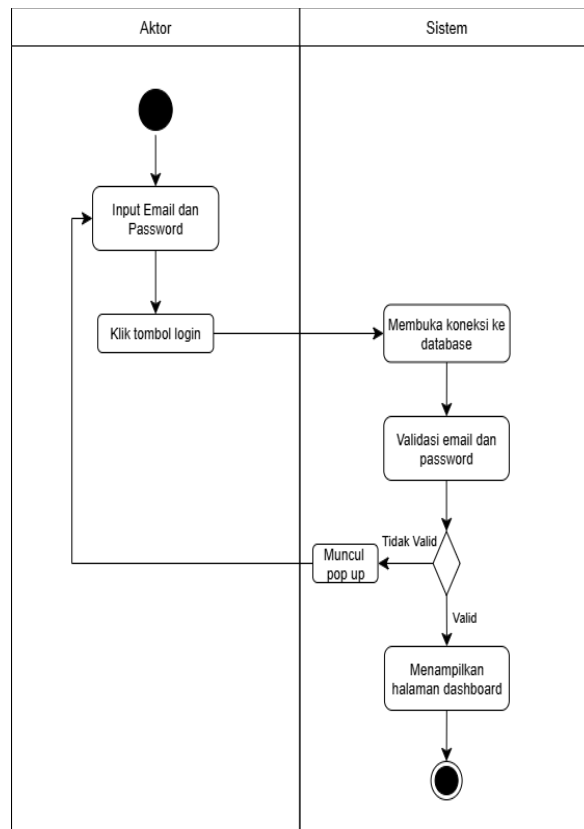
Menunjukkan interaksi antar aktor (Admin, Asisten, Karyawan) dengan sistem.



Gambar 5. Use Case Diagram

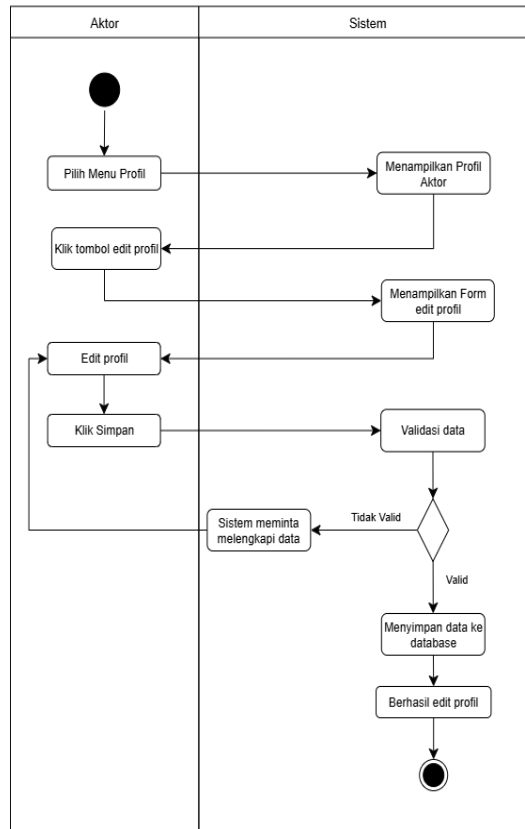
b. Activity Diagram

1. Activity Diagram Login



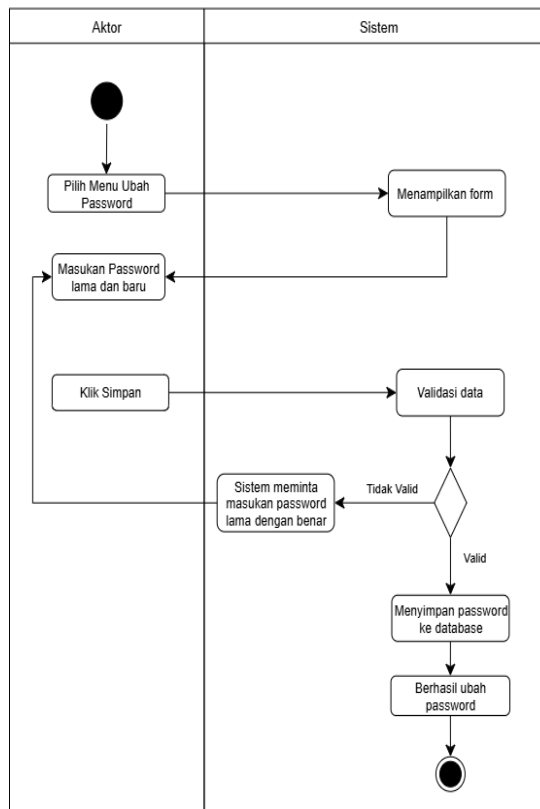
Gambar 6. Activity Diagram Login

2. Activity Diagram Edit Profil



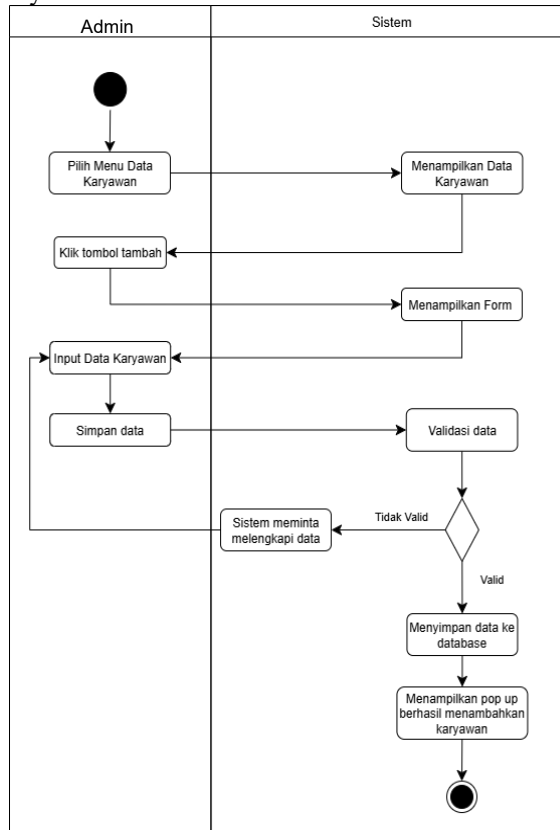
Gambar 7. Activity Diagram Edit Profil

3. Activity Diagram Ubah Password



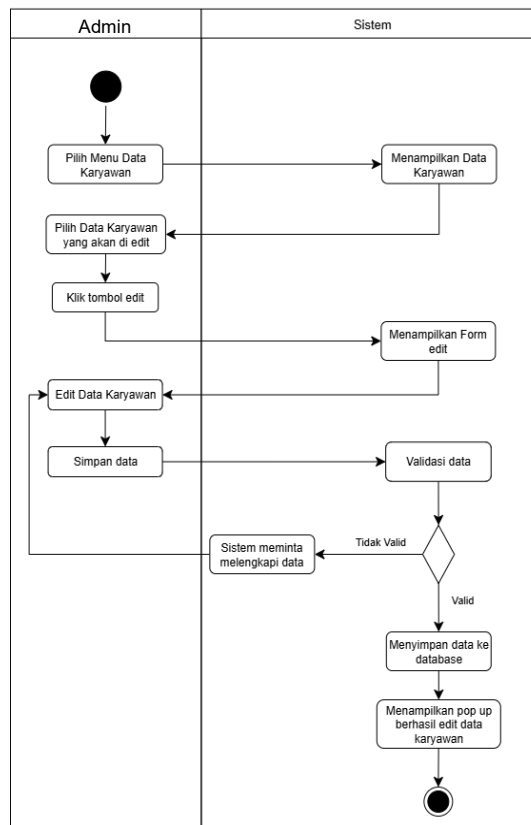
Gambar 8. Activity Diagram Ubah Password

4. Activity Diagram Tambah Karyawan



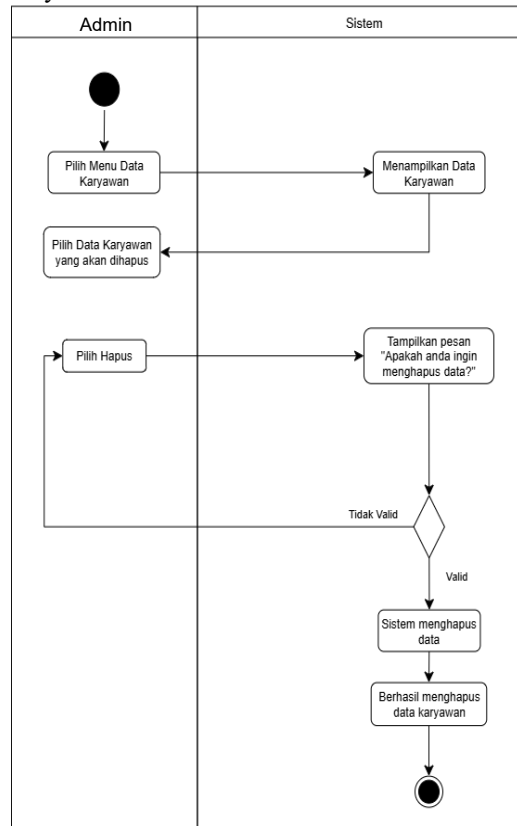
Gambar 9. Tambah Karyawan

5. Activity Diagram Edit Karyawan



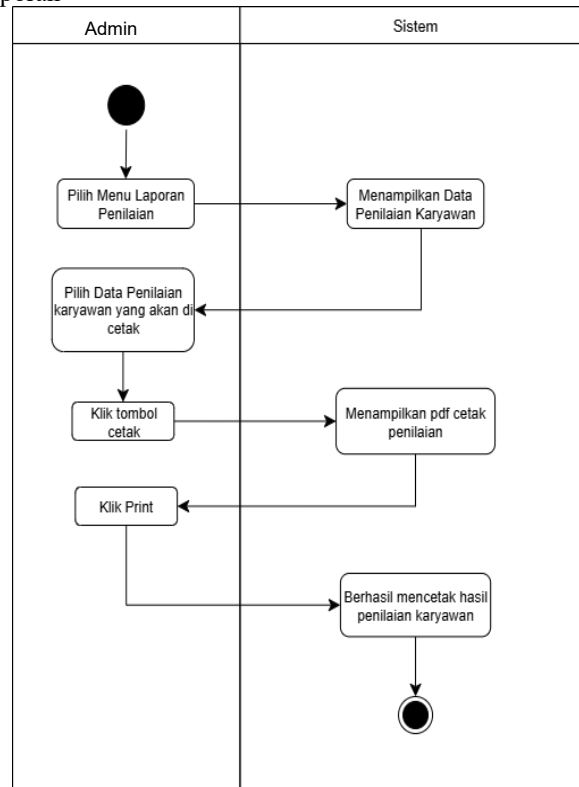
Gambar 10. Activity Diagram Edit Karyawan

6. Activity Diagram Hapus Data Karyawan



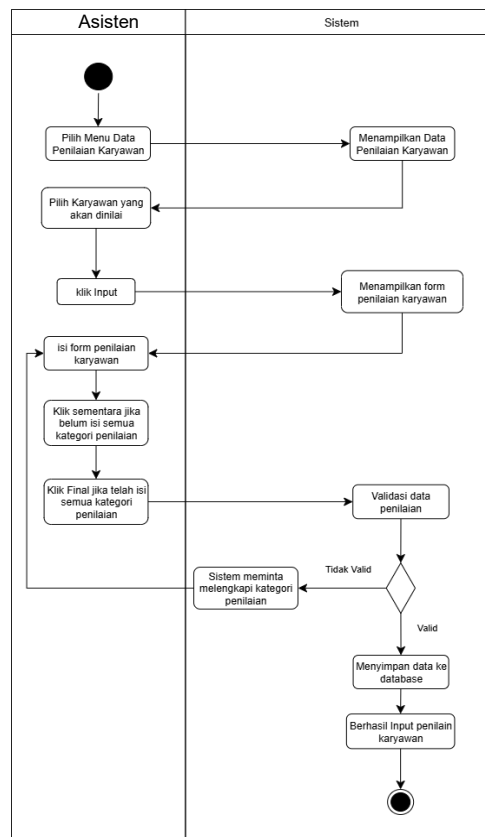
Gambar 11. Activity Diagram Hapus Data Karyawan

7. Activity Diagram Cetak Laporan



Gambar 12. Activity Diagram Cetak Laporan

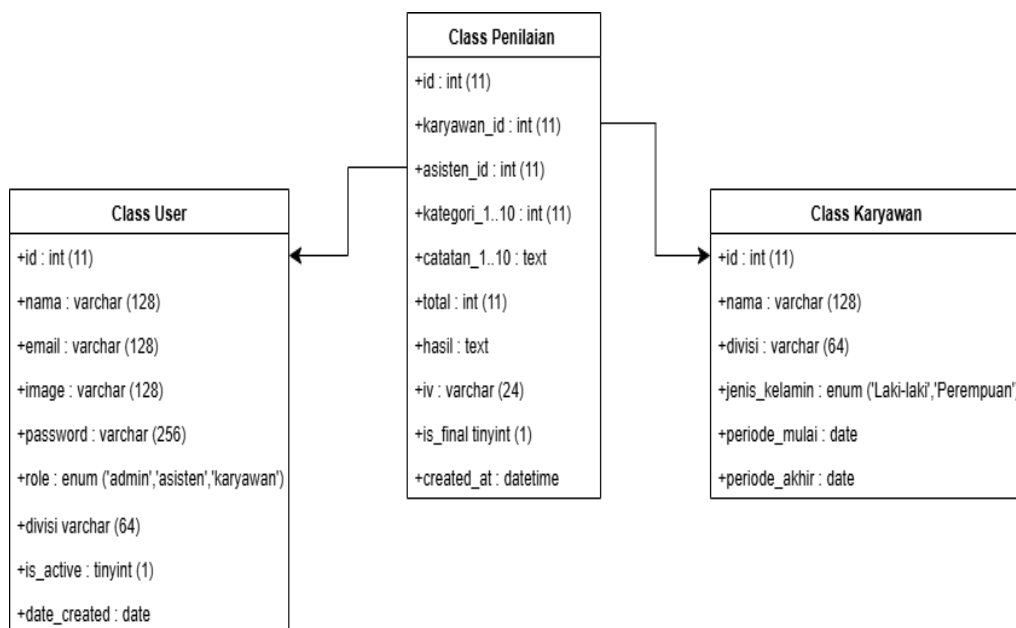
8. Activity Diagram Input Penilaian



Gambar 13. Activity Diagram Input Penilaian

c. Class Diagram

Mempresentasikan struktur data seperti tabel karyawan, penilaian, dan user.



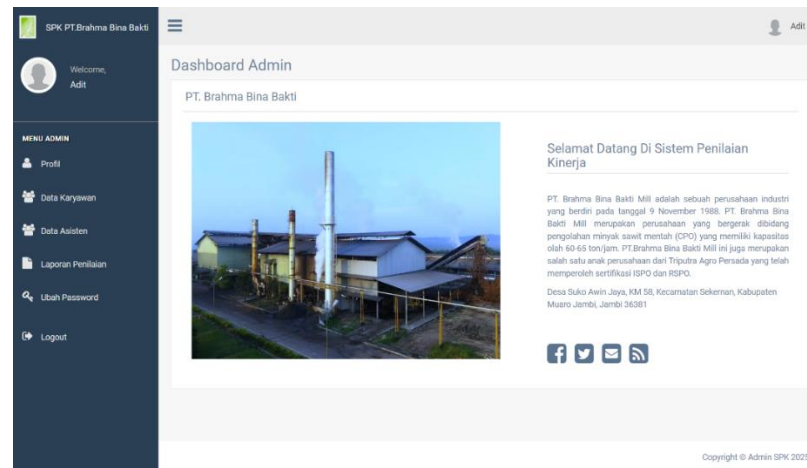
Gambar 14. Class Diagram

3.5 Tampilan Antarmuka

Berikut ini adalah tampilan antarmuka dari sistem informasi penilaian kinerja karyawan berbasis web di PT. Brahma Bina Bakti Mill.

1. Tampilan Dashboard

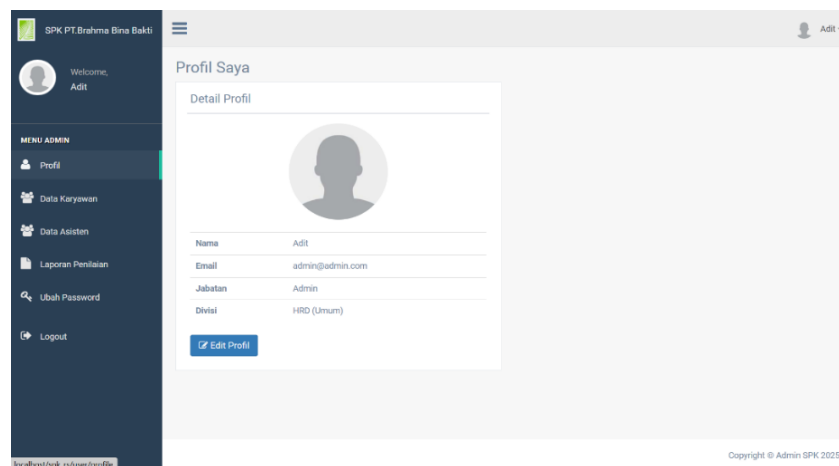
Halaman dashboard adalah halaman pertama yang ditampilkan setelah user berhasil login.



Gambar 15 Halaman Dashboard

2. Tampilan Profil

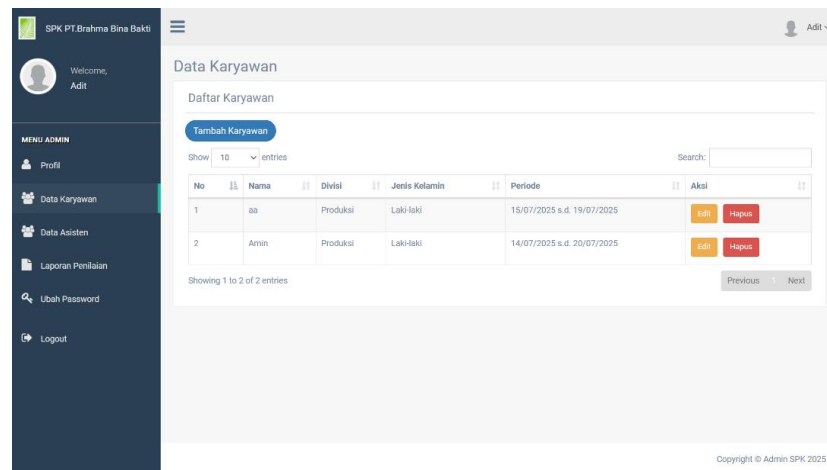
Halaman profil adalah halaman yang menampilkan identitas user.



Gambar 16. Halaman Profil

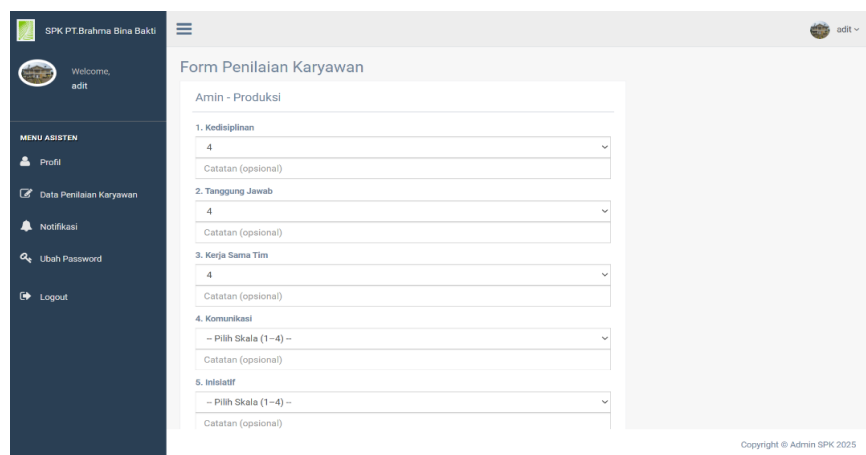
3. Tampilan Data Karyawan

Halaman ini berisi data-data karyawan ataupun data asisten yang telah ditambahkan oleh admin



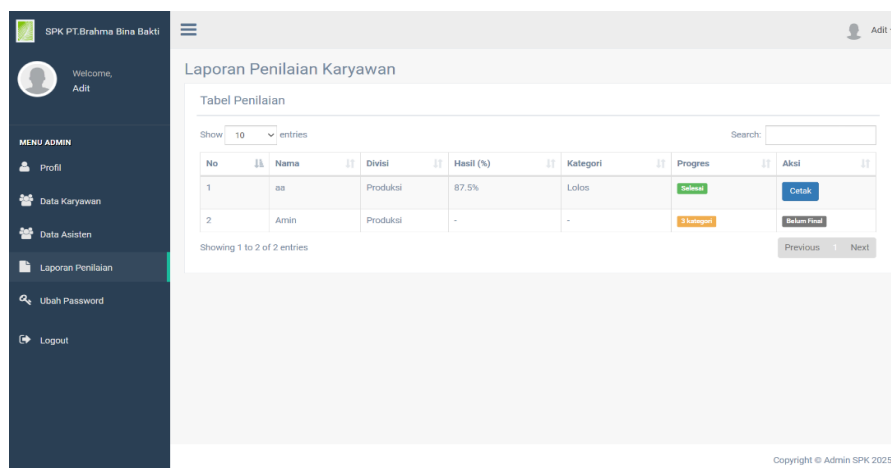
Gambar 17. Halaman Data Karyawan

4. Tampilan Halaman Penilaian Karyawan
Pada halaman ini Asisten melakukan input penilaian karyawan sesuai dengan divisi nya



Gambar 18. Halaman Penilaian Karyawan

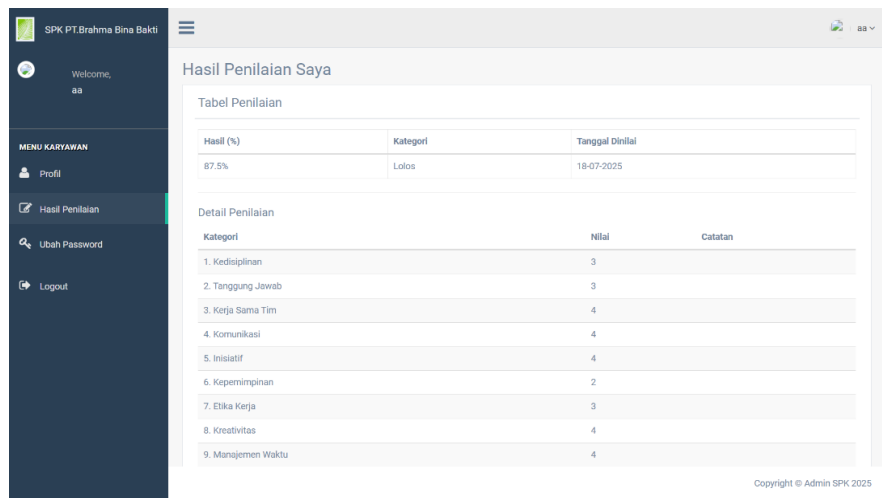
5. Tampilan Laporan Penilaian
Halaman ini berisi data-data penilaian yang telah selesai dilakukan oleh asisten, halaman ini dikelola oleh admin.



Gambar 19. Halaman Laporan Penilaian

6. Tampilan Hasil Penilaian

Halaman ini digunakan karyawan untuk melihat hasil penilaian yang telah selesai.



| Hasil (%) | Kategori | Tanggal Dinilai |
|-----------|----------|-----------------|
| 87.5% | Lolos | 18-07-2025 |

| Kategori | Nilai | Catatan |
|--------------------|-------|---------|
| 1. Kedisiplinan | 3 | |
| 2. Tanggung Jawab | 3 | |
| 3. Kerja Sama Tim | 4 | |
| 4. Komunikasi | 4 | |
| 5. Inisiatif | 4 | |
| 6. Kepemimpinan | 2 | |
| 7. Etika Kerja | 3 | |
| 8. Kreativitas | 4 | |
| 9. Manajemen Waktu | 4 | |

Gambar 20. Halaman Hasil Penilaian

3.6 Pengujian Sistem

Penelitian ini menggunakan metode pengujian black box untuk menguji setiap fitur apakah berfungsi atau tidak.

Tabel 1. Pengujian Black Box

| No | Test | Hasil yang diharapkan | Hasil yang didapatkan | Keterangan | |
|----|--|---|---|------------|-------|
| | | | | Berhasil | Tidak |
| 1 | Memasukkan Email dan Password, kemudian klik "login" | Jika email dan password benar | Menampilkan Halaman Dashboard | ✓ | |
| 2 | Memasukkan Email dan Password, kemudian klik "login" | Jika email dan password salah | Menampilkan pop up email dan password salah, tetap berada dihalaman login | ✓ | |
| 3 | Klik menu Profil | Dapat menampilkan halaman Profil | halaman Profil | ✓ | |
| 4 | Klik edit profil | Dapat menampilkan halaman edit Profil | Halaman edit profil | ✓ | |
| 5 | Klik menu data karyawan | Dapat menampilkan halaman data karyawan | Halaman Data karyawan | ✓ | |
| 6 | Klik Tambah karyawan | Dapat menampilkan form tambah karyawan | Halaman Tambah Karyawan | ✓ | |
| 7 | Isi form Tambah karyawan lalu klik simpan | Dapat menampilkan pop up tambah karyawan berhasil | menampilkan pop up tambah karyawan berhasil | ✓ | |
| 8 | Klik menu data Asisten | Dapat menampilkan | Halaman Data Asisten | ✓ | |

| | | | | |
|----|--|--|--|---|
| | | halaman data Asisten | | |
| 9 | Klik Tambah Asisten | Dapat menampilkan form tambah Asisten | Halaman Tambah Asisten | ✓ |
| 10 | Isi form Tambah Asisten lalu klik simpan | Dapat menampilkan pop up tambah Asisten berhasil | menampilkan pop up tambah Asisten berhasil | ✓ |
| 11 | Klik Menu Laporan penilaian | Dapat menampilkan halaman laporan | Menampilkan halaman laporan | ✓ |
| 12 | Klik cetak | Dapat menampilkan form cetak penilaian | Menampilkan hasil penilaian dalam bentuk pdf | ✓ |
| 13 | Klik menu Data Penilaian Karyawan | Menampilkan halaman data penilaian karyawan | Halaman data penilaian karyawan | ✓ |
| 14 | Klik input | Menampilkan halaman form penilaian | Halaman form penilaian | ✓ |
| 15 | Klik menu notifikasi | Menampilkan halaman notifikasi penilaian | Halaman notifikasi penilaian | ✓ |
| 16 | Klik menu hasil penilaian | Menampilkan halaman hasil penilaian karyawan | Halaman hasil penilaian karyawan | ✓ |
| 17 | Klik menu ubah password | Menampilkan form ubah password | Halaman ubah password | ✓ |
| 18 | Isi password lama dan password baru lalu klik simpan | Dapat menampilkan pop up password berhasil di ubah | Menampilkan pop up berhasil | ✓ |

3.7 Manfaat Sistem

Sistem informasi penilaian kinerja pada penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi PT. Brahma Bina Bakti Mill. Penerapan sistem ini juga mampu meningkatkan efisiensi proses penilaian kinerja karyawan dengan mempercepat proses pengolahan data penilaian, serta dapat meminimalisir kesalahan input data serta risiko kehilangan dokumen, karena seluruh data tersimpan secara terstruktur di dalam basis data. Fitur keamanan enkripsi juga melindungi data-data karyawan sehingga dapat menjaga kerahasiaan hasil penilaian dengan baik. Sistem ini juga mendukung transparansi proses penilaian, serta memudahkan admin dalam mengakses laporan secara real-time.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem informasi penilaian kinerja karyawan berbasis web berhasil dirancang dan diimplementasikan menggunakan metode Rapid Application Development (RAD). Sistem ini mampu mendukung proses penilaian kinerja karyawan secara lebih efektif dan efisien dibandingkan dengan metode manual yang sebelumnya digunakan. Penerapan fitur keamanan enkripsi terbukti dapat menjaga kerahasiaan data hasil penilaian dari akses pihak yang tidak berwenang. Selain itu, hasil pengujian menggunakan metode Blackbox Testing menunjukkan bahwa seluruh fungsi utama sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan tidak hanya meningkatkan akurasi dan kecepatan proses penilaian, tetapi juga

memberikan solusi yang aman dan terintegrasi bagi PT. Brahma Bina Bakti Mill dalam mengelola penilaian kinerja karyawan.

REFERENCES

- [1] C. Sagul Haratua, R. Nanang Purnama, W. Arifin, and S. Aulia Nadila, "Pentingnya Sistem Manajemen Sdm Berbasis Teknologi Di Era Digital Terhadap Kinerja Karyawan," *Jurnal Inovasi Pendidikan IPS*, vol. 5, no. 2, 2025, [Online]. Available: <https://jurnalp4i.com/index.php/social>
- [2] Syamsuriansyah *et al.*, *KINERJA KARYAWAN*. Widina Bhakti Persada Bandung, 2021. [Online]. Available: www.penerbitwidina.com
- [3] R. Anika, W. Khoiriah Siregar, and Y. Afriyanti, "Konsep Dasar Sistem Infomasi Dalam Perkembangan Bisnis Digital," 2023. Accessed: Dec. 24, 2024. [Online]. Available: <https://jurnal.itcc.web.id/index.php/jebd/article/view/395>
- [4] D. Djunaedi, F. Mustafa, M. Kholil, D. Kristanti, B. Wisnu, and A. Arifin, "Analisis Pengaruh Sistem Penilaian Kinerja Secara Digital, Pelatihan Digital Dan Evaluasi Kinerja Terhadap Performa Karyawan Pada Industri Manufaktur," *JURNAL LENTERA BISNIS*, vol. 14, no. 2, pp. 1437–1445, May 2025, doi: 10.34127/jrlab.v14i2.1489.
- [5] J. Hartati Sinaga, M. Pangaribuan, I. Rivaldo, I. Gunawan, P. Studi Teknik Informatika, and S. Tunas Bangsa Pematangsiantar, "JURNAL MEDIA INFORMATIKA [JUMIN] Penerapan Enkripsi Dan Deskripsi Menggunakan Algoritma Data Encryption Standart (DES) Dengan Pemograman Matlab," *JURNAL MEDIA INFORMATIKA*, vol. 4, pp. 63–69, 2022, [Online]. Available: <http://ejournal.sisfokomtek.org/index.php/jumin>
- [6] A. N. Puriwigati and U. Buana, "Sistem Informasi Manajemen-Keamanan Informasi," *Jakarta. Retrieved Mei*, vol. 20, p. 2022, 2020.
- [7] H. Aguinis, *Performance Management For Dummie*. 2019.
- [8] M. Fajar Ikhsan and S. Nurmiati, "PERANCANGAN PENILAIAN KINERJA PEGAWAI BERBASIS WEB DENGAN METODE RATING SCALE," *Jurnal Rekayasa Informasi*, vol. 9, no. 1, 2020.
- [9] R. Haerani *et al.*, "Perancangan Sistem Informasi Penggajian Berbasis Web Dengan Metode Rapid Application Development," *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 10, no. 2, 2023, [Online]. Available: <http://jurnal.mdp.ac.id>
- [10] T. Pricillia and Zulfachmi, "Perbandingan Metode Pengembangan Perangkat Lunak(Waterfall, Prototype, RAD)," *Journal STT Indonesia*, vol. 10, 2021, doi: <https://doi.org/10.52771/bangkitindonesia.v10i1.153>.
- [11] A. Voutama and E. Novalia, "Perancangan Sistem Informasi Plakat Wisuda Berbasis Web Menggunakan UML dan Model Waterfall," *Syntax: Jurnal Informatika*, vol. 11, no. 01, 2022.
- [12] P. Handayani and S. Supriyono, "Implementasi Sistem Informasi Penilaian Kinerja Karyawan Menggunakan Key Performance Indicator pada PT Internusa Master Niaga," *Bima Abdi: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 5, no. 2, pp. 378–386, May 2025, doi: 10.53299/bajpm.v5i2.1759.
- [13] Y. Harahap, P. Sari Ramadhan, S. Kusnasari, S. Informasi, and S. Triguna Dharma, "Sistem Pendukung Keputusan Untuk Mengukur Penilaian Kinerja Karyawan Menggunakan Metode EDAS," vol. 4, no. 2, pp. 322–333, 2025, [Online]. Available: <https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jsi>
- [14] F. R. Kapoh and S. Gunawan, "Perancangan Sistem Informasi Penilaian Kinerja Karyawan Berbasis Web Pada Pt Dwi Wahana Ekualindo Jakarta," *Jurnal Informatika & Komputasi*, vol. 15, Oct. 2021.
- [15] Z. Ullah, N. Ahmad, M. Scholz, B. Ahmed, I. Ahmad, and M. Usman, "Perceived accuracy of electronic performance appraisal systems: The case of a non-for-profit organization from an emerging economy," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 13, no. 4, pp. 1–16, Feb. 2021, doi: 10.3390/su13042109.