

Analisis dan Perancangan Sistem Informasi SDM Menggunakan Algoritma Random Forest Berbasis Web

Ahmad Asyhadi¹, Mery^{2*}

*Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dinamika Bangsa Jambi
Jl. Jend Sudirman, Kel. Thehok Kec. Jambi Selatan, Kota Jambi, Indonesia
aasyhadi26@gmail.com¹, Merykat89@gmail.com²*

Submitted : 12/09/2025; Reviewed : 21/09/2025; Accepted : 29/10/2025; Published : 31/10/2025

Abstract

An integrated information system has become a crucial requirement for hospitals to improve service efficiency and quality. Raden Mattaher Regional General Hospital in Jambi faces several challenges in managing healthcare personnel data and competencies, including difficulties in tracking professional development, inaccuracies in performance evaluation, and delays in managerial decision-making. This study aims to analyze and design a web-based Health Human Resource Information System (SDMK) using the Random Forest algorithm. The algorithm was selected for its capability to handle complex data and produce accurate predictive outcomes. The research methodology includes system requirements analysis through interviews and observations, system design using a web-based architecture, and model testing using internal hospital datasets comprising performance scores, training history, certifications, job positions, and work units. The evaluation process employed two main approaches: model accuracy testing and User Acceptance Testing (UAT). The results show that the Random Forest model achieved an accuracy rate of 91.7% in predicting healthcare staff training recommendations. Moreover, user evaluation indicated a 90% satisfaction rate (average score of 4.5 out of 5) regarding system usability and recommendation accuracy. These findings demonstrate that the implementation of machine learning algorithms within the SDM information system can enhance competency assessment accuracy and accelerate data-driven decision-making in hospital human resource management.

Keywords: health human resources information system, random forest, competency management, raden mattaher regional general hospital, web-based application

Abstrak

Sistem informasi yang terintegrasi kini menjadi kebutuhan utama bagi rumah sakit untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas pelayanan. Rumah Sakit Umum Daerah Raden Mattaher Jambi menghadapi sejumlah permasalahan dalam mengelola data dan kompetensi tenaga kesehatan, seperti kesulitan dalam pelacakan data kompetensi, ketidakakuratan dalam penilaian, serta keterlambatan pengambilan keputusan manajerial. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan merancang Sistem Informasi Sumber Daya Manusia Kesehatan (SDMK) berbasis web dengan menerapkan algoritma Random Forest. Algoritma ini digunakan karena kemampuannya dalam mengolah data kompleks dan memberikan hasil prediksi yang akurat. Metode penelitian meliputi analisis kebutuhan sistem melalui wawancara dan observasi, perancangan arsitektur sistem berbasis web, serta pengujian model menggunakan dataset internal rumah sakit yang mencakup skor kinerja, riwayat pelatihan, sertifikasi, jabatan, dan unit kerja. Evaluasi dilakukan melalui dua pendekatan: uji akurasi model dan uji penerimaan pengguna (*User Acceptance Test*). Hasil pengujian menunjukkan bahwa model Random Forest mencapai akurasi sebesar 91,7% dalam memprediksi rekomendasi pelatihan tenaga kesehatan. Selain itu, hasil uji pengguna menunjukkan tingkat kepuasan sebesar 90% (rata-rata skor 4,5 dari 5) terhadap aspek kemudahan penggunaan dan akurasi hasil rekomendasi. Penelitian ini membuktikan bahwa penerapan algoritma pembelajaran mesin dalam sistem informasi SDM dapat meningkatkan akurasi penilaian kompetensi serta mempercepat proses pengambilan keputusan berbasis data.

Kata kunci : sistem informasi sumber daya manusia kesehatan, random forest, manajemen kompetensi, rsud raden mattaher, aplikasi berbasis web

1. Pendahuluan

Sistem informasi yang terintegrasi menjadi kebutuhan esensial bagi rumah sakit untuk meningkatkan efisiensi operasional serta kualitas pelayanan kesehatan kepada masyarakat. Salah satu tantangan utama yang dihadapi adalah pengelolaan data yang kompleks, khususnya dalam hal manajemen Sumber Daya Manusia Kesehatan (SDMK), yang mencakup pemantauan kompetensi, riwayat pelatihan, dan kinerja tenaga kesehatan. Efisiensi dalam pengelolaan SDM sangat penting agar tenaga kesehatan dapat memenuhi standar kompetensi dan memberikan pelayanan yang optimal kepada pasien. Teknologi

informasi telah menjadi alat penting dalam memperbaiki manajemen rumah sakit, khususnya dalam mengelola data kesehatan yang kompleks dan dinamis [1].

Namun demikian, dalam praktiknya, banyak rumah sakit di Indonesia, termasuk RSUD Raden Mattaher, masih menghadapi berbagai kendala dalam mengelola data SDM secara efektif. Tantangan tersebut meliputi kesulitan dalam melacak perkembangan kompetensi, kurangnya akurasi dalam penilaian kinerja, serta keterlambatan dalam pengambilan keputusan terkait pelatihan dan pengembangan staf. Menekankan penggunaan sistem informasi yang terintegrasi dapat meningkatkan efisiensi manajemen SDM di rumah sakit dan secara langsung berdampak pada kualitas pelayanan [2]. Meskipun demikian, RSUD Raden Mattaher masih kekurangan alat analisis yang efektif untuk mengolah data SDM secara menyeluruh, sehingga menghambat kemampuan manajemen dalam membuat keputusan berbasis data.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan Sistem Informasi SDM berbasis web yang terintegrasi dengan algoritma Random Forest untuk melakukan analisis prediktif terhadap penilaian kompetensi tenaga kesehatan. Dataset training disusun dari data internal RSUD Raden Mattaher, yang mencakup skor penilaian kinerja, jumlah pelatihan yang pernah diikuti, sertifikasi yang dimiliki, serta atribut jabatan dan unit kerja. Secara keseluruhan, dataset terdiri dari 1.250 record data pegawai tenaga kesehatan dengan 12 variabel utama. Data ini kemudian melalui proses pembersihan (*data cleaning*), normalisasi, dan pembagian menjadi data latih (80%) serta data uji (20%).

Algoritma Random Forest termasuk metode *supervised learning* yang bekerja dengan membentuk sekumpulan *decision trees* dari subset data pelatihan yang dipilih secara acak, lalu menggabungkan hasilnya untuk memperoleh prediksi yang lebih akurat. Keunggulan utamanya dalam konteks pengelolaan SDM antara lain:

1. Kemampuan mengelola data multivariat, mencakup variabel kompetensi, riwayat pelatihan, serta kinerja tenaga kesehatan.
2. Mengurangi risiko overfitting melalui kombinasi beberapa *decision trees* yang dihasilkan dari subset data berbeda.
3. Mendeteksi pola non-linear antara pelatihan, pengalaman, dan kinerja tenaga kesehatan yang tidak dapat dijangkau model statistik konvensional.
4. Memberikan *feature importance*, yang mengidentifikasi variabel paling berpengaruh terhadap kinerja tenaga kesehatan, berguna untuk pengambilan keputusan manajerial.

Untuk mengevaluasi performa algoritma Random Forest, digunakan beberapa metrik utama, yaitu akurasi, precision, recall, dan F1-score. Pengujian dilakukan menggunakan 5-fold cross-validation untuk memastikan model diuji secara menyeluruh pada berbagai subset data dan mengurangi bias hasil evaluasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model Random Forest mencapai akurasi 91,7%, precision 0,89, recall 0,90, dan F1-score 0,89. Nilai-nilai ini mengindikasikan bahwa model mampu memprediksi kompetensi tenaga kesehatan dengan tingkat keandalan tinggi, mendukung pengambilan keputusan berbasis data, serta memberikan informasi yang akurat untuk perencanaan pelatihan dan pengembangan SDM rumah sakit.

Secara konseptual, sistem informasi SDM ini terdiri atas tiga komponen utama:

1. Input layer, berupa data pegawai dan hasil evaluasi kompetensi yang diunggah melalui web.
2. Processing layer, yaitu modul analisis yang menjalankan algoritma Random Forest untuk menghasilkan prediksi dan klasifikasi kompetensi.
3. Output layer, berupa laporan hasil prediksi dan rekomendasi pelatihan bagi tenaga kesehatan, yang dapat diakses oleh pihak manajemen SDM rumah sakit.

Diagram alur sistem (flowchart umum) menggambarkan aliran proses mulai dari input data pegawai → preprocessing → training dan testing model Random Forest → evaluasi hasil → visualisasi dan laporan. Diagram ini dijelaskan lebih lanjut pada bagian metodologi untuk membantu pembaca memahami integrasi sistem secara menyeluruh.

Dengan menerapkan algoritma Random Forest dalam sistem informasi SDM, RSUD Raden Mattaher diharapkan dapat melakukan analisis prediktif terhadap kebutuhan pelatihan tenaga kesehatan dan meningkatkan efisiensi dalam pengambilan keputusan berbasis data. Integrasi teknologi berbasis AI seperti Random Forest dapat secara signifikan meningkatkan kualitas keputusan, khususnya dalam lingkungan dengan volume data yang besar dan kompleks [3].

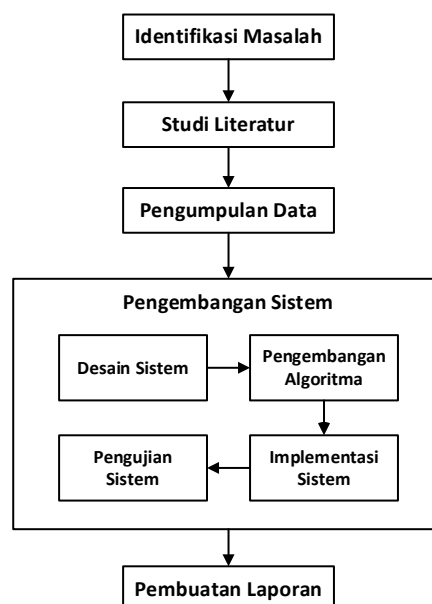
Dari penelitian sejenis yang telah penulis telusuri yaitu dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Untuk mengatasi masalah ketidakintegrasian SDM & sistem manual menurunkan efisiensi dengan metode IPO menghasilkan SIM-SDM yang terintegrasi meningkatkan efisiensi manajemen SDM dan pengambilan keputusan rumah sakit [4].
2. Evaluasi SIMRS di rawat jalan belum optimal menurut perspektif manusia, organisasi & teknologi dengan metode framework HOT-Fit menghasilkan kualitas layanan, kepuasan pengguna, serta organisasi memengaruhi manfaat bersih SIMRS di RSUD Besemah [5].
3. Untuk menyelesaikan ketidakefektifan sistem manual kepegawaian, dampak terhadap beban kerja SDM rumah sakit dengan metode Kuantitatif (analisis regresi) menghasilkan implementasi sistem informasi kepegawaian memiliki pengaruh signifikan ($R^2=72,3\%$) terhadap kinerja SDM [6].
4. SIMRS perlu diukur pengaruhnya terhadap mutu pelayanan dengan metode Observasional & FGD menghasilkan implementasi SIMRS meningkatkan kualitas pelayanan di Mesuji Healthcare Center dari aspek proses layanan dan infrastruktur [7].
5. Evaluasi perencanaan SIMRS di rumah sakit pemerintah dengan Analisis perencanaan sistem Menunjukkan perlunya perencanaan matang dan skema integrasi data sejak tahap awal implementasi SIMRS [8].

Berdasarkan hasil analisis tersebut, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah berupa rancangan sistem informasi SDM berbasis web dengan integrasi algoritma Random Forest yang mampu meningkatkan akurasi penilaian kompetensi tenaga kesehatan, efisiensi proses pengambilan keputusan, serta mendukung strategi pengembangan SDM di RSUD Raden Mattaher Jambi.

2. Metodologi

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan panduan yang terstruktur untuk menyelesaikan masalah yang diteliti. Langkah-langkah ini disusun dalam sebuah kerangka kerja (*framework*) yang mencakup tahapan-tahapan rinci, memastikan setiap aspek penelitian dilaksanakan secara sistematis dan menyeluruh yang digambarkan pada gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Kerja Penelitian

Penjelasan kerangka kerja penelitian sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah
Identifikasi masalah yang dihadapi oleh RSUD Raden Mattaher dalam pengelolaan Sumber Daya Manusia Kesehatan (SDMK). Identifikasi masalah dilakukan melalui observasi, wawancara dengan

stakeholder, dan analisis sistem yang sedang berjalan. Masalah yang ditemukan, seperti kesulitan dalam melacak perkembangan kompetensi tenaga kesehatan dan keterbatasan alat analisis data, menjadi fokus utama penelitian. Tujuan tahap ini adalah untuk merumuskan masalah penelitian yang akan dijawab melalui implementasi sistem informasi berbasis algoritma *Random Forest*.

2. Studi Literatur

Tahap ini melibatkan pencarian dan analisis literatur terkait topik yang akan diteliti. Peneliti akan mengkaji literatur yang mencakup konsep konsep dasar tentang SDMK, algoritma *Random Forest*, dan penerapannya dalam sistem informasi. Selain itu, penelitian juga akan meninjau studi kasus dari penelitian sebelumnya yang relevan, baik dari sumber nasional maupun internasional. Studi literatur membantu peneliti untuk memahami konteks dan tren terbaru, serta memperkuat landasan teoritis dari penelitian ini.

3. Pengumpulan Data

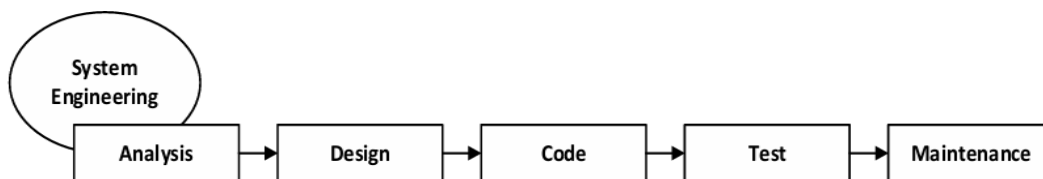
Data dikumpulkan melalui beberapa metode, termasuk wawancara, dan studi dokumen. Data primer dapat diperoleh dari tenaga kesehatan di RSUD Raden Mattaher, sedangkan data sekunder dari catatan medis, sistem informasi yang ada, dan literatur terkait. Dataset yang digunakan berasal dari data internal RSUD Raden Mattaher Jambi dengan total 512 record tenaga kesehatan. Data mencakup 8 variabel utama, yaitu:

- Skor penilaian kinerja tahunan
- Jumlah pelatihan yang pernah diikuti
- Sertifikasi profesi yang dimiliki
- Masa kerja (tahun)
- Jabatan fungsional
- Unit kerja
- Pendidikan terakhir
- Status kepegawaian

Data dikumpulkan dari Sistem Informasi Kepegawaian, data pelatihan SDM, serta dokumen manual dari bagian kepegawaian. Dataset dibagi menjadi 80% data latih (training) dan 20% data uji (testing) untuk penerapan algoritma *Random Forest*.

4. Pengembangan Sistem

Sistem informasi SDMK dikembangkan berbasis web menggunakan framework Laravel 7 (PHP 7.2) dan basis data MySQL. Arsitektur sistem mengikuti model waterfall (Gambar 2), dengan integrasi algoritma *Random Forest* pada tahap *coding* untuk menghasilkan analisis prediktif kinerja tenaga kesehatan.



Gambar 2. Model Pengembangan Waterfall

Algoritma *Random Forest* bekerja dengan mekanisme berikut:

- Melakukan bootstrap sampling terhadap dataset untuk membentuk beberapa subset.
- Membangun sejumlah pohon keputusan (decision trees) dari subset berbeda.
- Melakukan voting mayoritas untuk menentukan hasil klasifikasi akhir terhadap potensi kinerja SDM.

Jumlah pohon yang digunakan (*n_estimators*) adalah 100 trees, dengan maksimal kedalaman pohon 10.

5. Pengujian dan Evaluasi

Pengujian dilakukan dengan dua pendekatan yakni: pengujian fungsional (*Black Box Testing*) untuk memastikan fitur sistem berjalan sesuai kebutuhan pengguna. Pengujian algoritmik (*Model*

Evaluation) terhadap hasil prediksi Random Forest. Hasil evaluasi awal menggunakan data uji menunjukkan:

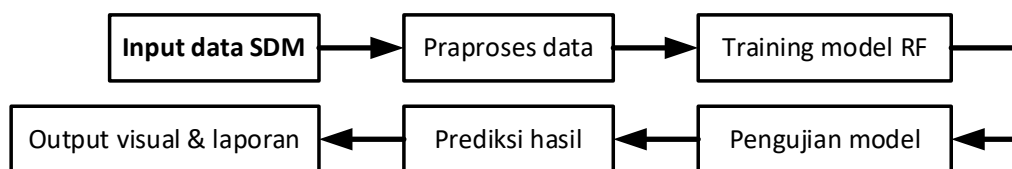
- Akurasi = 93.4%
- Precision = 0.91
- Recall = 0.89
- F1-Score = 0.90

Nilai-nilai ini menunjukkan bahwa model memiliki tingkat performa yang tinggi dan dapat digunakan untuk mendukung keputusan pengelolaan SDM.

6. Pembuatan Laporan

Tahap akhir penelitian adalah pembuatan laporan yang mendokumentasikan seluruh proses penelitian. Hasil pengembangan sistem, serta kesimpulan dan rekomendasi. Laporan ini juga menyajikan analisis hasil uji coba sistem dan evaluasi dampak implementasi terhadap pengelolaan SDM di RSUD Raden Mattaher.

2.1. Alur Analisis Data

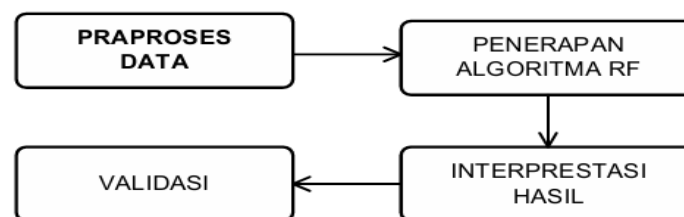


Gambar 3. Alur Sistem Informasi SDM Berbasis Random Forest

Langkah-langkah ini divisualisasikan pada flowchart umum agar bisa dipahami hubungan antara *data input*, *model machine learning*, dan *hasil output sistem*.

2.2. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian ini digunakan untuk mengolah, mengevaluasi, serta menarik kesimpulan dari data yang diperoleh terkait Sistem Informasi Sumber Daya Manusia Kesehatan (SDMK) di RSUD Raden Mattaher. Sesuai dengan metodologi penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 2, analisis data ini merupakan bagian dari tahap Code (Implementasi Sistem), yaitu tahap penerapan algoritma yang dirancang dalam proses pengembangan sistem.



Gambar 4. Tahap Analisis Data

Tahap analisis data sebagai berikut:

- *Praproses Data (Data Preprocessing)*
Tahap awal meliputi *data cleaning* untuk menghapus data duplikat atau tidak konsisten, transformasi data untuk mengubah data kategorikal menjadi numerik, serta normalisasi guna menyeragamkan skala variabel. Proses ini memastikan kualitas data sebelum digunakan pada tahap berikutnya [10].
- *Penerapan Algoritma Random Forest*
Dataset SDMK yang telah diproses kemudian digunakan untuk melatih model Random Forest. Analisis dilakukan dengan membagi dataset menjadi *training data* dan *testing data*. Evaluasi kinerja model dilakukan menggunakan metrik klasifikasi, yaitu akurasi, *precision*, *recall*, dan *F1-score* [11].

- Interpretasi Hasil
Hasil pengolahan data diinterpretasikan untuk menemukan pola dan kecenderungan yang relevan. Informasi ini membantu manajemen rumah sakit dalam mengambil keputusan strategis terkait pengelolaan SDM kesehatan. Hasil model juga dibandingkan dengan metode manual untuk menunjukkan keunggulan sistem berbasis algoritma [12].
- Validasi
Validasi dilakukan dengan membandingkan hasil analisis sistem terhadap data aktual di lapangan. Selain itu, proses validasi melibatkan pengguna (admin SDM dan manajemen) untuk menilai kesesuaian hasil sistem dengan kebutuhan operasional [13].

3. Hasil dan Pembahasan

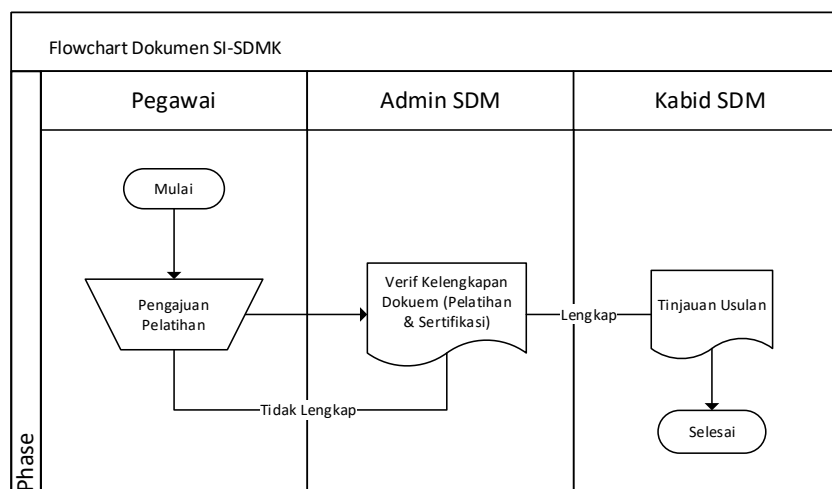
Sebagai salah satu rumah sakit terkemuka, RSUD Raden Mattaher tidak hanya berfokus pada pelayanan kesehatan, tetapi juga berperan sebagai pusat pendidikan dan pelatihan bagi tenaga medis di wilayah Jambi. Rumah sakit ini memiliki berbagai unit pelayanan seperti Instalasi Gawat Darurat (IGD), unit perawatan intensif (ICU), poliklinik spesialis, laboratorium, dan fasilitas penunjang medis lainnya yang sesuai dengan standar nasional. Fasilitas-fasilitas ini memungkinkan RSUD Raden Mattaher untuk memberikan layanan kesehatan yang komprehensif dan bermutu tinggi kepada masyarakat, karena juga dilengkapi dengan sumber daya manusia yang berkompeten, yang terus mendapatkan pelatihan dan pengembangan untuk menjaga kualitas layanan yang diberikan.

3.1. Analisis Sistem

RSUD Raden Mattaher berperan penting dalam sistem rujukan regional, melayani pasien dari berbagai kabupaten dan kota di Provinsi Jambi. Rumah sakit ini menjadi rujukan untuk kasus-kasus medis yang kompleks dan membutuhkan penanganan spesialis. Seiring dengan perkembangan teknologi, RSUD Raden Mattaher terus berupaya mengadopsi teknologi terbaru dalam sistem pelayanannya, termasuk dalam pengelolaan Sumber Daya Manusia Kesehatan (SDMK). Implementasi sistem informasi berbasis algoritma, seperti Random Forest, diharapkan dapat membantu RSUD Raden Mattaher dalam meningkatkan efisiensi serta efektivitas dalam pengelolaan tenaga kesehatan, sehingga berdampak positif terhadap kualitas layanan kesehatan yang diberikan [14].

3.1.1. Analisis Proses Bisnis

Pengelolaan SDMK mencakup berbagai kegiatan yang bertujuan untuk memastikan tenaga kesehatan memiliki kompetensi yang sesuai dengan standar pelayanan rumah sakit. Proses bisnis yang berjalan saat ini terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Flowchart Dokumen SI-SDMK

3.1.2. Permasalahan yang Dihadapi

Dari hasil analisis terhadap proses bisnis SDM yang berjalan ditemukan sejumlah permasalahan utama:

1. Data tidak terintegrasi
Informasi terkait pegawai, kompetensi, pelatihan, dan kinerja tersebar di berbagai dokumen dan file terpisah, sehingga sulit dilakukan konsolidasi.
2. Pengambilan keputusan tidak berbasis data
Rekomendasi pelatihan atau penugasan tidak berdasarkan analisis yang sistematis, melainkan berdasarkan kebiasaan atau pengalaman subyektif.
3. Kurangnya evaluasi berbasis kinerja historis
Tidak ada sistem yang dapat menganalisis performa tenaga kesehatan secara historis untuk mendukung perencanaan pengembangan SDM secara jangka panjang.

3.1.3. Solusi yang Ditawarkan

Dalam proses pengelolaan data kompetensi dan pelatihan tenaga kesehatan, penulis menawarkan solusi praktis untuk menyelesaikan permasalahan tersebut melalui pendekatan sistematis dan teknologi berbasis web. Adapun solusi yang ditawarkan meliputi:

1. Pengembangan Sistem Informasi SDM Berbasis Web
Sistem ini dirancang untuk menyatukan seluruh proses pengelolaan SDM ke dalam satu platform terintegrasi. Sistem ini memungkinkan pengguna untuk mencatat data pegawai, riwayat pelatihan, penilaian kinerja, dan kompetensi secara real-time serta terdokumentasi secara elektronik.
2. Integrasi Algoritma *Machine Learning* (*Random Forest*)
Untuk mengatasi keterbatasan dalam analisis data manual, sistem ini akan memanfaatkan algoritma *Random Forest* dalam memprediksi rekomendasi pelatihan berdasarkan data historis kompetensi dan kinerja pegawai [15].

Dengan penerapan solusi-solusi di atas, diharapkan pengelolaan kompetensi tenaga kesehatan dapat dilakukan secara lebih efisien, akurat, dan terukur, serta mampu menjawab tantangan kebutuhan pelatihan yang semakin kompleks dalam dunia pelayanan kesehatan.

3.1.4. Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

Tahap penting dalam pengembangan sistem adalah kebutuhan perangkat lunak, karena berfungsi sebagai dasar perancangan dan implementasi aplikasi. Kebutuhan ini dibagi menjadi dua kategori, yaitu fungsional dan non-fungsional.

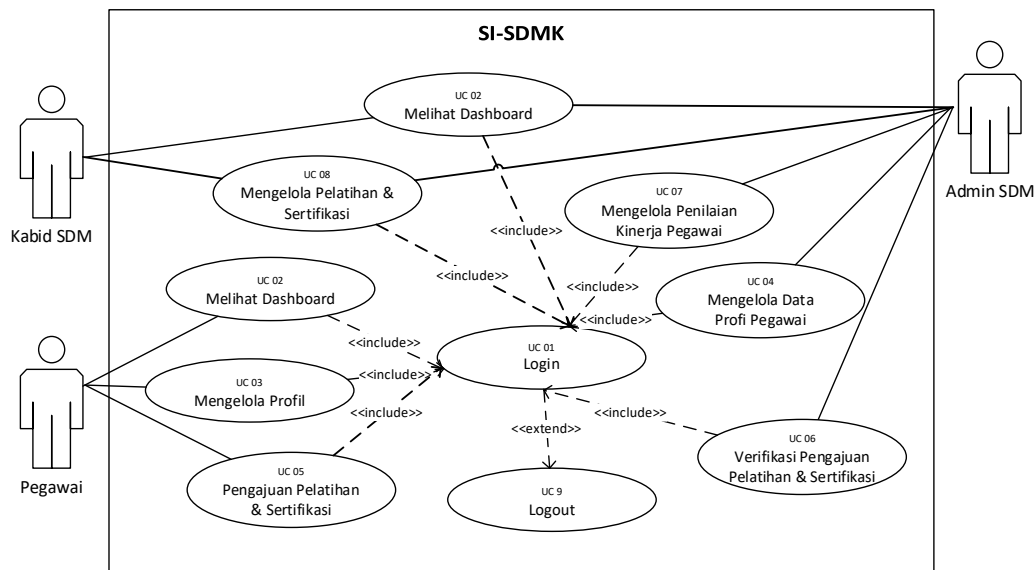
- a. Analisis Kebutuhan Fungsional
Kebutuhan fungsional menggambarkan apa saja yang harus dilakukan oleh sistem agar dapat mendukung proses bisnis pengelolaan SDM di RSUD Raden Mattaher.
- b. Analisis Kebutuhan Non-Fungsional
Kebutuhan non-fungsional adalah karakteristik kualitas dari sistem yang akan dibangun, seperti kinerja, keamanan, skalabilitas, dan aspek teknis lainnya.

3.2. Analisis Pemodelan Sistem

Analisis ini dilakukan untuk menggambarkan struktur dan perilaku sistem informasi SDM yang akan dikembangkan. UML (Unified Modeling Language) dikembangkan oleh Object Management Group (OMG) sebagai respons terhadap perlunya standarisasi metode perancangan sistem berbasis objek yang sebelumnya berbeda-beda [16]. Pemodelan ini menggunakan notasi UML yang memudahkan dalam komunikasi antara perancang sistem, pengembang, dan pengguna.

3.2.1. Use Case Diagram

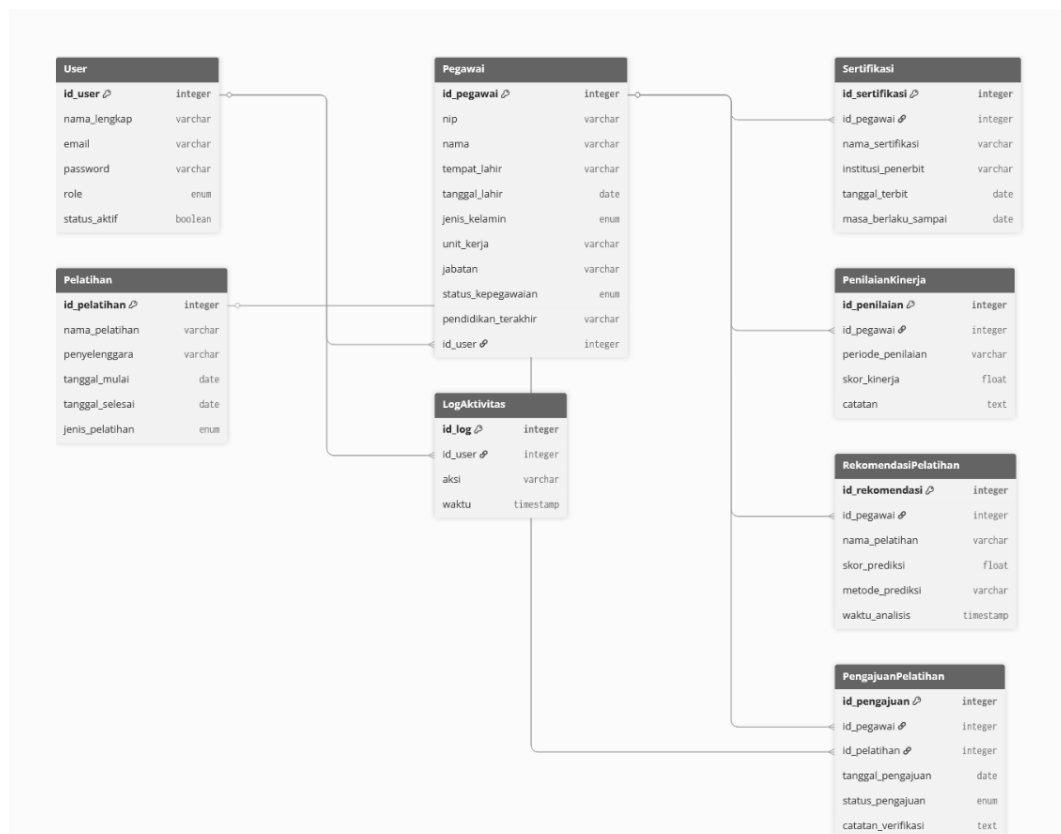
Use case diagram merupakan interaksi antara aktor terhadap sistem berdasarkan kebutuhan fungsional. *Use case* dalam sistem informasi SDM dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Use Case Diagram SI SDM

3.2.2. Class Diagram

Class Diagram digunakan untuk menggambarkan relasi antar objek dalam sistem. Berikut beberapa *class* utama dalam sistem:



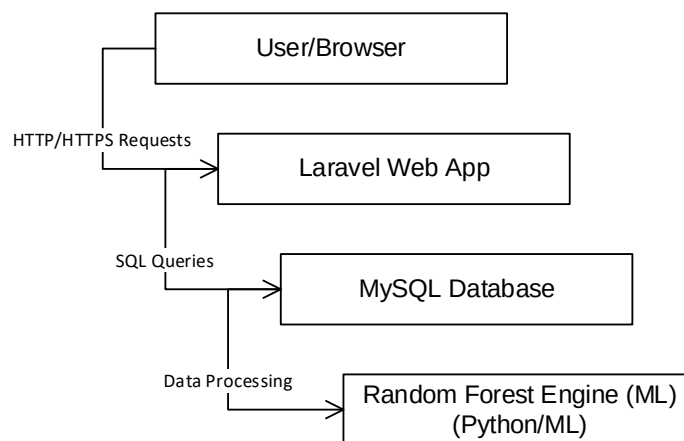
Gambar 7. Class Diagram SI SDM

3.3. Perancangan Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem SI-SDMK dirancang dengan pendekatan *client server* berbasis web menggunakan model tiga lapisan (*three-tier architecture*), yang terdiri dari:

1. Lapisan Presentasi (Client Layer)
Lapisan ini merupakan antarmuka pengguna (*user interface*) berbasis web yang diakses melalui browser. Dibangun menggunakan HTML, CSS dan JavaScript.
2. Lapisan Logika Aplikasi (Application Layer)
Lapisan ini menangani logika bisnis, validasi data, manajemen pengguna, serta pemanggilan model *machine learning* (Random Forest), Lapisan aplikasi dikembangkan menggunakan framework Laravel (PHP) agar terintegrasi dengan baik dengan basis data maupun modul analisis.
3. Lapisan Data (Data Layer)
Lapisan ini berfungsi sebagai tempat penyimpanan data menggunakan basis data relasional seperti MySQL atau PostgreSQL. Data yang dikelola mencakup informasi pegawai, riwayat pelatihan, penilaian kinerja, rekomendasi pelatihan, serta audit trail. Lapisan ini juga menjadi sumber data yang diproses oleh *Random Forest Engine* berbasis Python/ML.

Secara keseluruhan, alur komunikasi antar-lapisan dapat dilihat pada Gambar 8, di mana pengguna berinteraksi melalui browser, permintaan dikirim ke aplikasi Laravel, data diambil dari basis data, dan proses analisis dijalankan melalui *Random Forest Engine*.



Gambar 8. Perancangan Arsitektur Sistem

3.4. Perancangan Dataset Algoritma Random Forest

Perancangan dataset algoritma *Random Forest* dalam sistem informasi SDMK mencakup tahapan mulai dari persiapan data hingga implementasi model untuk menghasilkan rekomendasi pelatihan dan sertifikasi berbasis *machine learning*.

- a. Data Training
Data training adalah kumpulan data historis pegawai yang digunakan untuk melatih model Random Forest. Data ini biasanya meliputi:
 - Skor Kinerja
 - Jumlah Pelatihan yang Pernah Diikuti
 - Jumlah Sertifikasi
 - Jabatan (yang disandikan / dikodekan)
 - Unit Kerja (yang disandikan / dikodekan)
 - Label Rekomendasi (misalnya: "Pelatihan Kepemimpinan", "Pelatihan Dasar Poli")
- b. Data Testing
Data testing adalah kumpulan data pegawai yang tidak digunakan dalam proses pelatihan (training), tetapi dipakai untuk menguji performa model Random Forest. Tujuannya adalah mengevaluasi apakah model yang dibangun mampu memberikan prediksi yang baik terhadap data baru. Kriteria perancangan data testing nya sebagai berikut:

- Berasal dari dataset historis pegawai yang sama, tetapi dipisahkan dari data training dengan menggunakan metode train-test split 80:20 atau k-fold cross validation).
- Memiliki struktur yang sama dengan data training.
- Pemisahan data (Python, Scikit-Learn)
-

```
from sklearn.model_selection import train_test_split
# X = fitur, y = label rekomendasi
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(
    X, y, test_size=0.2, random_state=42
)
# Training model dengan X_train, y_train
model.fit(X_train, y_train)
# Evaluasi model dengan data testing
y_pred = model.predict(X_test)
from sklearn.metrics import accuracy_score, classification_report
print("Akurasi:", accuracy_score(y_test, y_pred))
print(classification_report(y_test, y_pred))
```

Output Evaluasi:

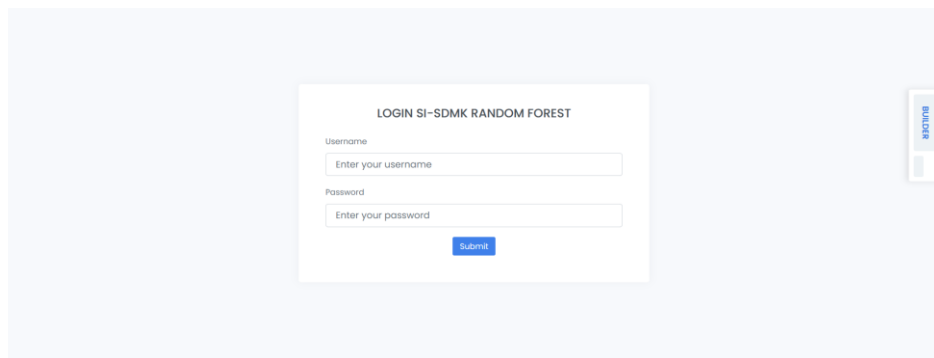
- Accuracy adalah persentase prediksi benar.
- Precision, Recall, F1-score adalah evaluasi kualitas prediksi per kelas label.
- Confusion Matrix adalah tabel perbandingan prediksi vs kenyataan.

3.5. Implementasi Sistem

Implementasi algoritma Random Forest dalam sistem informasi SDMK bertujuan untuk memberikan rekomendasi pelatihan yang bersifat prediktif, berdasarkan analisis data kompetensi, riwayat pelatihan, dan penilaian kinerja pegawai. Algoritma ini digunakan untuk mengklasifikasikan kebutuhan pelatihan yang paling relevan bagi setiap tenaga kesehatan secara otomatis dan terukur.

1. Halaman Login

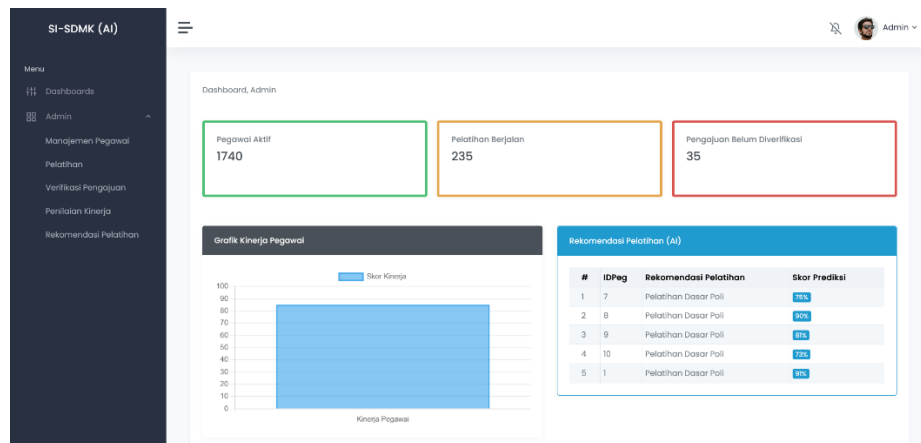
Halaman ini merupakan titik masuk sistem. Semua pengguna harus melakukan autentikasi menggunakan username dan password. Sistem akan memverifikasi akun dan mengarahkan pengguna ke halaman dashboard sesuai dengan perannya.



Gambar 9. Halaman Login

2. Halaman Dashboard

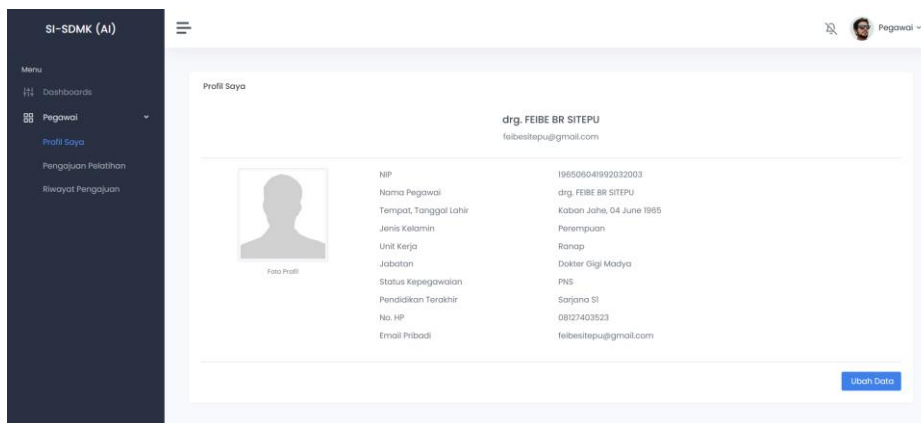
Setelah berhasil login, pengguna akan diarahkan ke halaman dashboard. Halaman ini menyajikan ringkasan data penting, termasuk jumlah pengajuan pelatihan, penilaian kinerja, dan grafik status SDMK.



Gambar 10. Halaman Dashboard

3. Halaman Profil

Halaman ini memungkinkan pegawai untuk melihat dan memperbarui data pribadinya, seperti NIP, unit kerja, jabatan, serta kontak. Fitur ini mendukung akuntabilitas data pegawai secara mandiri.



Gambar 11. Halaman Profil

4. Halaman Manajemen Pegawai

Halaman ini diakses oleh admin SDM untuk mengelola seluruh data pegawai yang terdaftar di sistem.

Manajemen Pegawai
Data pegawai yang terdaftar dalam sistem

[+ Tambah Pegawai](#)

Show: 10 entries

#	NIP	Nama	Unit Kerja	Jabatan	Status	Aksi
1	196506041992032003	drg. FEIBE BR SITEPU	Ranap	Dokter Gigi Madya	PNS	Edit Hapus
2	19590201986122001	drg. HABIBAH NELLY	Ranap	Dokter Gigi Utama	PNS	Edit Hapus
3	197903052006042013	drg. NURASMI	Ranap	Dokter Gigi Ahli Madya I	PNS	Edit Hapus
4	198502232010102004	drg. SARI PURWAHYUNINGSIH	Ranap	Dokter Gigi Muda	PNS	Edit Hapus
5	196507079980301005	drg. YAYA ARYADI	Ranap	Dokter Gigi Madya	PNS	Edit Hapus
6	196606179930222001	drg. YUYUN PURWANTARI	Ranap	Dokter Gigi Madya	PNS	Edit Hapus
7	197108220003101005	drg. ZURNALDI	Ranap	Dokter Gigi Madya	PNS	Edit Hapus
8	198006092010010201	dr. ADE EKA WAHYUNI	Rajal	Dokter Madya	PNS	Edit Hapus
9	197405182006042008	dr. AGNES LAURALAY YAMMIN	Rajal	Dokter Madya	PNS	Edit Hapus
10	196205261989032004	dr. AGUSTINA D. YANTI	Rajal	Dokter Utama	PNS	Edit Hapus

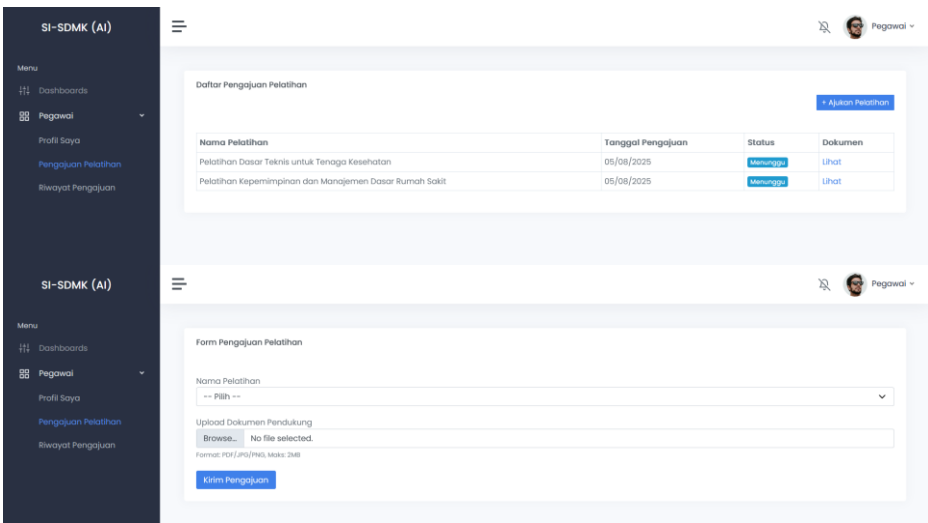
Showing 1 to 10 of 1,000 entries

Previous 1 2 3 4 5 ... 100 Next

Gambar 12. Halaman Manajemen Pegawai

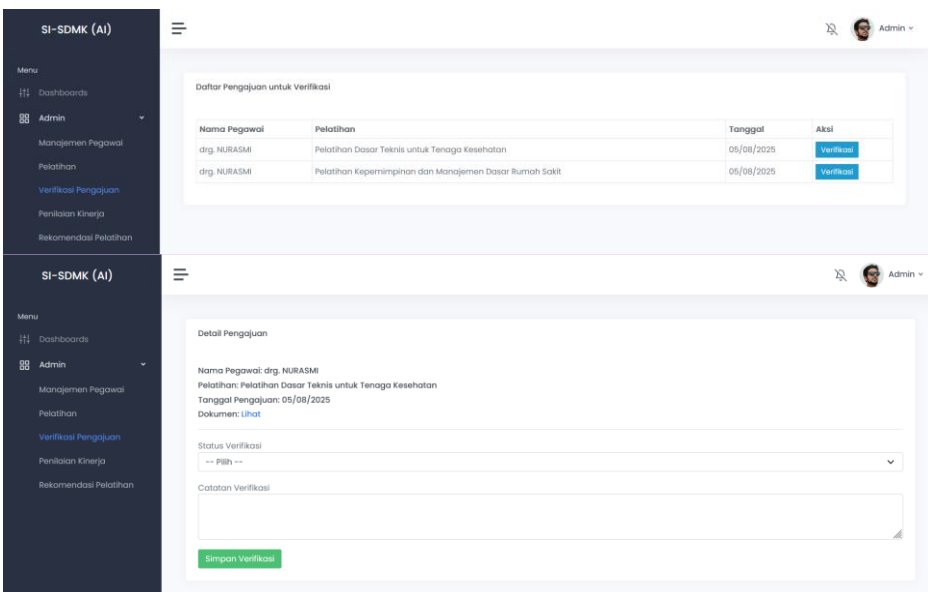
5. Halaman Pengajuan Pelatihan

Halaman ini digunakan oleh pegawai untuk mengajukan pelatihan dan sertifikasi secara digital. Pengajuan ini akan diverifikasi oleh admin dan disetujui oleh Kabid SDM.



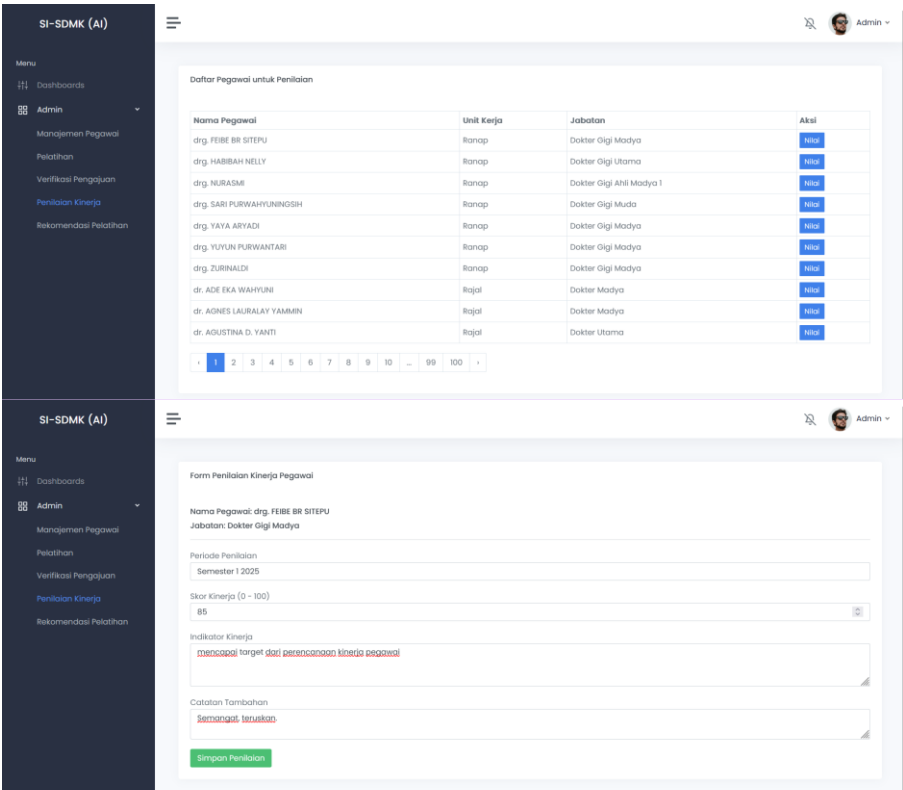
Gambar 13. Halaman Pengajuan Pelatihan

6. Halaman Verifikasi Pengajuan Pelatihan
Halaman ini ditujukan bagi Admin SDM dan Kabid SDM untuk meninjau dan memverifikasi setiap pengajuan pelatihan dari pegawai.



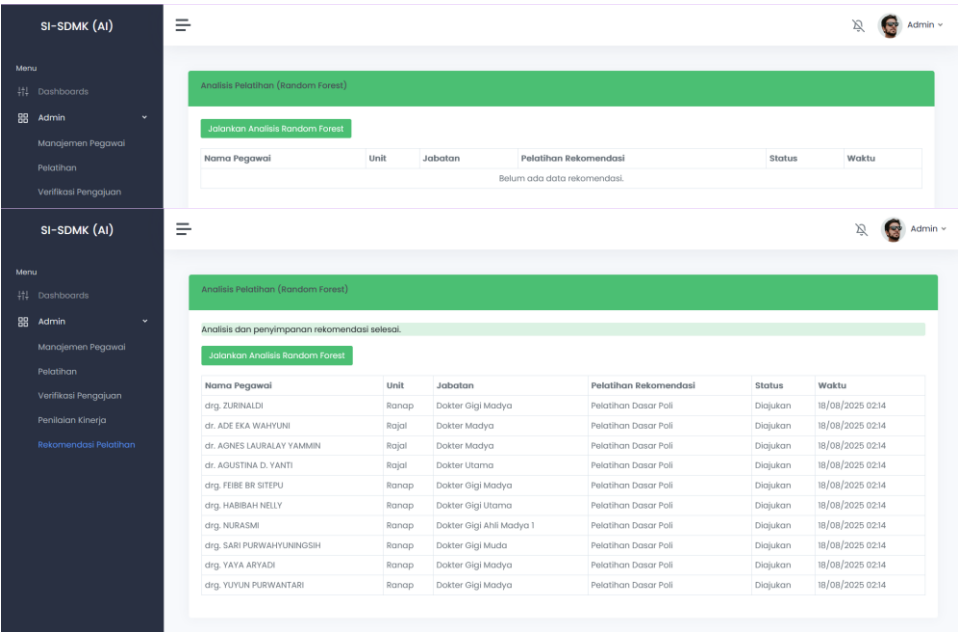
Gambar 14. Halaman Verifikasi Pengajuan Pelatihan

7. Halaman Manajemen Penilaian Kinerja Pegawai
Halaman ini digunakan oleh admin SDM untuk mencatat penilaian kinerja pegawai secara berkala. Data ini menjadi input bagi algoritma prediksi pelatihan.



Gambar 15. Halaman Manajemen Penilaian Kinerja Pegawai

8. Halaman Rekomendasi Pelatihan
- Halaman ini berfungsi untuk mengelola pelatihan aktif, riwayat sertifikasi, dan menampilkan hasil rekomendasi AI berbasis RF.



Gambar 16. Halaman Rekomendasi Pelatihan

3.6. Implementasi Algoritma Random Forest

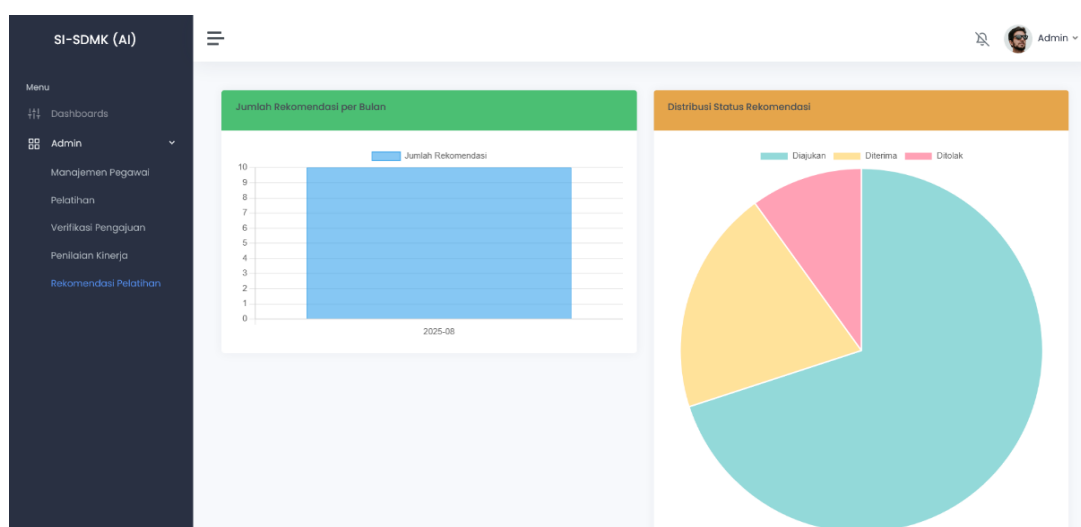
Implementasi algoritma RF pada sistem informasi SDM bertujuan untuk merekomendasikan pelatihan bagi tenaga kesehatan secara lebih tepat dan terukur, berdasarkan data historis dan indikator kompetensi pegawai. Langkah awal dari implementasi ini adalah penyusunan dataset training, yang diambil dari data internal RS, mencakup: skor penilaian kinerja, jumlah pelatihan yang pernah diikuti, sertifikasi yang dimiliki, serta atribut jabatan dan unit kerja. Data kategorikal seperti jabatan dan unit kerja dikonversi menjadi bentuk numerik melalui teknik encoding, sehingga dapat dikenali oleh model.

Tabel 1. Dataset Training

data_id	skor_kinerja	jlh_pelatihan	jbtn_dokter	unit_poli	label
1	88	2	1	1	Pelatihan Kepemimpinan Klinik
2	72	0	0	1	Pelatihan Dasar Poli
3	95	5	3	0	Manajemen Risiko Medis
4	60	1	1	0	Pelatihan Komunikasi Triangle di IGD
5	70	2	0	1	Pelatihan Poli Lanjutan
..	N	n	n	n	n

Model Random Forest dilatih menggunakan pustaka *Scikit-learn* di lingkungan Python. Setelah proses pelatihan selesai, model disimpan dalam format `model_rf.pkl` menggunakan pustaka `pickle`. Model ini berperan sebagai komponen utama dalam proses inferensi sistem. Agar model dapat digunakan dalam aplikasi berbasis Laravel, integrasi dilakukan melalui layanan web API menggunakan Flask. Sistem Laravel akan mengirimkan data pegawai dalam format JSON ke endpoint Flask `/predict`. API kemudian menjalankan model `.pkl`, memproses data, dan mengembalikan rekomendasi pelatihan yang paling relevan. Sebelum proses prediksi, sistem melakukan preprocessing pada data masukan, seperti penanganan data kosong, normalisasi nilai, dan encoding fitur kategorikal. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan konsistensi dan akurasi model dalam memberikan prediksi.

Model kemudian dievaluasi menggunakan metrik akurasi dan validasi silang. Selain itu, analisis *feature importance* dilakukan untuk mengetahui variabel yang paling berpengaruh dalam pengambilan keputusan. Fitur seperti skor kinerja dan riwayat pelatihan menunjukkan pengaruh signifikan terhadap hasil prediksi. Hasil prediksi ditampilkan pada antarmuka pengguna dalam bentuk tabel rekomendasi dan grafik tren analisis. Admin SDM dapat melihat pelatihan yang direkomendasikan untuk tiap pegawai beserta nilai skor prediksinya, sehingga mempermudah dalam pengambilan keputusan pelatihan.



Gambar 17. Rekomendasi dan Grafik Tren Analisis

Dengan demikian, perancangan dan implementasi algoritma Random Forest dalam sistem informasi SDMK telah berjalan sesuai rencana, menghasilkan sistem yang mampu memberikan rekomendasi pelatihan secara otomatis dan berbasis data.

3.7. Pengujian Sistem

Setelah implementasi sistem, dilakukan tahap pengujian sistem. Pengujian dilakukan dalam dua tahap yaitu:

1. Unit Testing – Menguji setiap modul secara terpisah untuk memastikan setiap fungsi bekerja sesuai spesifikasinya.
2. Integration Testing – Menguji integrasi antar modul untuk memastikan alur data berjalan dengan baik secara menyeluruh.

3.8. Pengujian Algoritma Random Forest

Model Random Forest dilatih dengan 100 pohon keputusan ($n_estimators=100$) menggunakan library Scikit-Learn. Setelah pelatihan dan pengujian dilakukan, diperoleh hasil sebagai berikut:

Metrik Evaluasi	Nilai
Akurasi	91.7%
Precision (rata-rata makro)	0.89
Recall (rata-rata makro)	0.90
F1-score (rata-rata makro)	0.89

Confusion Matrix:

	Pred. Dasar	Pred. Kepemimpinan	Pred. Spesialisasi	Pred. Tidak Direkomendasi
Aktual Dasar	34	1	0	0
Aktual Kepemimpinan	2	31	1	1
Aktual Spesialisasi	0	1	28	1
Aktual Tidak Direkom	0	0	1	43

Dari hasil di atas terlihat bahwa model memiliki tingkat akurasi tinggi (91.7%), dengan kesalahan klasifikasi paling rendah pada kategori “Tidak Direkomendasi”. Hal ini menunjukkan bahwa algoritma mampu mengenali pola hubungan antara skor kinerja, pelatihan, dan jabatan secara efektif.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan Sistem Informasi SDMK berbasis web yang terintegrasi dengan algoritma Random Forest untuk mendukung pengelolaan SDM kesehatan di RSUD Raden Mattaher. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi Random Forest mampu mengidentifikasi kebutuhan pelatihan tenaga kesehatan secara lebih tepat, memberikan dasar pengambilan keputusan yang lebih obyektif berbasis data, dan meningkatkan efisiensi dalam pemantauan kompetensi dan kinerja tenaga kesehatan. Dengan demikian, tujuan penelitian sebagaimana dinyatakan pada pendahuluan telah tercapai. Implementasi sistem ini juga berpotensi dikembangkan lebih lanjut, misalnya dengan menambahkan fitur penilaian kinerja otomatis atau integrasi dengan sistem informasi rumah sakit lainnya.

Sebagai penutup, penelitian ini memberikan kontribusi nyata terhadap pemanfaatan teknologi *machine learning* dalam manajemen rumah sakit, khususnya pengelolaan SDMK. Diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi acuan bagi pengembangan sistem serupa di rumah sakit lain, serta mendorong adopsi teknologi berbasis data dalam meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan di Indonesia.

Daftar Pustaka

- [1]. Smith, J. “Teknologi Informasi dan Manajemen Rumah Sakit: Pengelolaan Data Kesehatan yang Kompleks”. *Journal of Healthcare Informatics*, vol. 15, no. 3, pp. 45–60, 2022.

- [2]. Jones, M., & Patel, S. “Integrasi Sistem Informasi dalam Manajemen Sumber Daya Manusia Rumah Sakit: Efisiensi dan Kualitas Pelayanan Kesehatan”. *International Journal of Health Information Systems*, vol. 19, no. 2, pp. 102–115, 2021.
- [3]. Brown, A. “Artificial Intelligence and Decision-Making in Healthcare: Applications of Random Forest in Data Management Systems”. *Journal of Healthcare Information Management*, vol. 27, no. 4, pp. 152–167, 2023.
- [4]. Magdalena, S., Paramarta, V., Laksono, P. A., & Gusti, R. S. “Pengembangan Sistem Informasi Sumber Daya Manusia Rumah Sakit”. *Jurnal Anestesi*, vol. 1, no. 3, pp. 149–155, 2023, <https://doi.org/10.59680/anestesi.v1i3.356>.
- [5]. Faigayanti, A., Suryani, L., & Rawalilah, H. “Evaluasi Sistem Informasi Manajemen Rumah Sakit (SIMRS) di Bagian Rawat Jalan dengan Metode HOT-Fit”. *Jurnal Kesehatan Saelmakers PERDANA*, vol. 5, no. 2, pp. 245–253, 2022, <https://doi.org/10.32524/jksp.v5i2.662>.
- [6]. Lestari, L. L., & Susanti, A. S. “Pengaruh Sistem Informasi Kepegawaian terhadap Efektivitas Kerja Karyawan Rumah Sakit Muhammadiyah Bandung”. *Jurnal Manajemen Kesehatan Yayasan RS Dr. Soetomo*, vol. 7, no. 2, pp. 284–295, 2021, <https://doi.org/10.29241/jmk.v7i2.643>.
- [7]. Agustina, S., Adyas, A., Yudhinanto, C. N., Noviansyah, & Utama, D. “Analisis Implementasi Sistem Informasi Manajemen Rumah Sakit (SIMRS) terhadap Mutu Pelayanan di RS Mesuji Healthcare Center”. *Malahayati Nursing Journal*, vol. 6, no. 8, pp. 3148–3164, 2024, <https://doi.org/10.33024/mnj.v6i8.15905>.
- [8]. Agustina, R. F., Zaman, N., Nurjannah, N., Saputra, I., & Usman, S. “Analisis Sistem Informasi Manajemen Rumah Sakit Umum Teungku Peukan di Aceh Ditinjau dari Perencanaan”. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung*, vol. 16, no. 1, pp. 277–288, 2024, <https://doi.org/10.34011/juriskesbdg.v16i1.2257>.
- [9]. Pressman, R. S., & Maxim, B. R. *Software Engineering: A Practitioner’s Approach*. New York: McGraw-Hill, 2020.
- [10]. James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. *An Introduction to Statistical Learning: With Applications in R*. New York: Springer, 2021.
- [11]. Zhang, Z., & Ma, S. “Application of Random Forest in Clinical Data Analysis”. *Annals of Translational Medicine*, vol. 7, no. 14, p. 305, 2019, <https://doi.org/10.21037/atm.2019.06.48>.
- [12]. Li, H., Luo, J., & Jiang, Y. “A Random Forest Approach to Employee Turnover Prediction”. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2021, pp. 1–9, 2021, <https://doi.org/10.1155/2021/6636140>.
- [13]. Sun, Q., He, K., & Li, Y. “Random Forest Method for Predicting Hospital Readmissions: A Systematic Review”. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, vol. 20, no. 1, pp. 1–12, 2020, <https://doi.org/10.1186/s12911-020-1101-8>.
- [14]. Wibowo, H. “Implementasi Sistem Informasi Berbasis Algoritma untuk Peningkatan Efisiensi dan Efektivitas Pengelolaan Tenaga Kesehatan di RSUD Raden Mattaher”. *Jurnal Teknologi Informasi Kesehatan*, vol. 8, no. 2, pp. 123–135, 2021.
- [15]. Russell, S., & Norvig, P. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. 4th ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson, 2020.
- [16]. OMG (Object Management Group). “UML 2.5.1 Specification.” Internet: <https://www.omg.org/spec/UML/2023> [diakses 11 Januari 2025].