

LAPORAN TUGAS PROJECT BIOMEDIS
SMARTRUJUK+ AI AGENT



Disusun Oleh :

- | | |
|----------------------------|---------------|
| 1. Silvi Nurcahyarningsih | (32602200007) |
| 2. Arfiana Maulidiyah | (32602200012) |
| 3. Achmad Khusna Faizzudin | (32602200026) |
| 4. Aditya Sendy Ardiansyah | (32602200030) |
| 5. Muhammad Yaasiin H. | (32602200107) |

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG
2025

SmartRujuk + AI Agent
(Sistem rujukan otomatis dengan geolokasi, prediksi waktu tunggu, dan analisis kapasitas RS untuk mempercepat proses rujukan pasien JKN).

1.1 Latar Belakang

Sistem rujukan pasien adalah elemen penting dalam rantai layanan kesehatan yang memastikan pasien mendapatkan perawatan di fasilitas yang sesuai dengan kebutuhan klinisnya. Namun dalam praktiknya banyak tantangan yang masih ditemui, seperti keterlambatan informasi ketersediaan tempat tidur, ketidakakuratan estimasi waktu tunggu, dan koordinasi yang kurang efisien antar-fasilitas — kondisi yang dapat memperpanjang waktu penanganan dan meningkatkan risiko bagi pasien. (Seo *et al.*, 2024)

Perkembangan teknologi informasi dan kecerdasan buatan (AI) memberi peluang untuk mengatasi kendala tersebut: model prediktif dapat memperkirakan waktu tunggu dan kebutuhan tempat tidur (*bed occupancy*), sementara teknik pemrosesan bahasa alami (NLP) dan agen cerdas dapat membantu mengotomatiskan penilaian rujukan dan triase awal. Implementasi AI dalam alur rujukan berpotensi mempercepat pengambilan keputusan, mengurangi beban administrasi, dan meningkatkan ketepatan rujukan ke layanan spesialis. (Abdel-Hafez *et al.*, 2023)

Meski demikian, adopsi AI di domain rujukan medis menuntut perhatian khusus terhadap keandalan, *explainability* (penjelasan keputusan), dan kepercayaan klinisi — agar rekomendasi AI dapat diterima dan digunakan sebagai dukungan keputusan, bukan pengganti profesional kesehatan. Kajian-kajian terbaru juga menyorot perlunya desain sistem yang manusia-sentris dan evaluasi keselamatan sebelum penerapan skala luas. (Mienye *et al.*, 2024)

Berdasarkan kondisi tersebut, proyek **Smart Rujuk + AI Agent** mengusulkan platform rujukan cerdas yang menggabungkan: (1) integrasi data faskes (BPJS atau SATUSEHAT), (2) geolokasi dan routing (Google

Maps), (3) model ML untuk prediksi waktu tunggu dan ketersediaan tempat tidur, serta (4) agen AI (LangChain) yang memproses input klinis dan memberikan rekomendasi rujukan terprioritasi. Sistem ini diharapkan mampu mempercepat proses rujukan, mengurangi waktu tunggu pasien, serta meningkatkan efisiensi pemanfaatan kapasitas rumah sakit.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem rujukan otomatis berbasis kecerdasan buatan (*AI Agent*) untuk mempercepat proses rujukan pasien JKN?
2. Bagaimana penerapan *machine learning (predictive modelling)* dapat memprediksi waktu tunggu di rumah sakit, agar proses rujukan lebih efisien?
3. Bagaimana sistem *SmartRujuk + AI Agent* dapat menganalisis kapasitas rumah sakit secara *real-time* untuk mendukung pengambilan keputusan rujukan?
4. Sejauh mana integrasi dengan SATUSEHAT API dan BPJS Faskes dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi data dalam proses rujukan pasien?
5. Bagaimana pemanfaatan geolokasi dan Google Maps API dapat membantu menentukan rumah sakit terdekat yang sesuai dengan kebutuhan pasien?

1.3 Tujuan

1. Merancang dan membangun sistem SmartRujuk + AI yang mampu memberikan rekomendasi rumah sakit rujukan secara otomatis berdasarkan kondisi pasien, jarak dan kapasitas fasilitas kesehatan
2. Menerapkan algoritma Machine Learning (*predictive modelling*) untuk memprediksi waktu tunggu pasien di rumah sakit, sehingga proses rujukan dapat dilakukan lebih cepat dan efisien
3. Mengembangkan fitur analisis kapasitas rumah sakit secara real-time, termasuk ketersediaan tempat tidur, tingkat okupansi, dan status

pelayanan untuk mendukung proses pengambilan keputusan rujukan yang tepat

4. Mengintegrasikan sistem SmartRujuk + SATUSEHAT API dan BPJS Faskes, guna meningkatkan efisiensi serta akurasi data dalam proses rujukan pasien antar fasilitas kesehatan
5. Memanfaatkan fitur Geolokasi dan Layanan Google Maps API untuk membantu menentukan rumah sakit terdekat dan paling sesuai dengan kebutuhan pasien berdasarkan jarak, tingkat keparahan, serta kapasitas pelayanan.

1.4 Dasar Teori

1.4.1 Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence*)

Kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) merupakan cabang ilmu komputer yang berfokus pada pembuatan sistem yang mampu berpikir dan belajar seperti manusia. Dalam konteks sistem kecerdasan, AI digunakan untuk membantu tenaga medis dalam melakukan analisis prediktif, klasifikasi penyakit, serta optimasi layanan seperti penjadwalan, diagnosis, dan proses rujukan pasien. Seperti yang dijelaskan oleh (Abdel-Hafez *et al.*, 2023), penerapan AI dalam proses rujukan medis dapat membantu mengelompokkan pasien berdasarkan prioritas klinis dengan akurasi tinggi. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa sistem AI mampu meningkatkan kecepatan pengambilan keputusan dan mengurangi beban administratif pada tenaga medis.

Hal ini sejalan dengan tujuan proyek Smart Rujuk+ AI Agent, yaitu memanfaatkan AI untuk memberikan rekomendasi rujukan otomatis berdasarkan kondisi klinis pasien dan kapasitas rumah sakit secara real-time.

1.4.2 Sistem Rujukan Pasien JKN

Sistem rujukan pasien merupakan suatu mekanisme pengalihan tanggung jawab pelayanan kesehatan dari satu fasilitas ke fasilitas lain yang memiliki kemampuan lebih tinggi, dengan tujuan memastikan pasien memperoleh pelayanan yang sesuai dengan kebutuhan medisnya. Menurut

(Abdel-Hafez *et al.*, 2023), sistem rujukan menjadi bagian penting dalam upaya menjaga kesinambungan layanan kesehatan, terutama pada kasus-kasus dengan keterbatasan kapasitas rumah sakit. Dalam penelitiannya, dijelaskan bahwa proses rujukan konvensional sering terkendala oleh keterlambatan informasi dan penentuan prioritas pasien yang masih manual, sehingga membutuhkan dukungan sistem berbasis kecerdasan buatan untuk mempercepat triase dan meminimalkan kesalahan administratif.

Dengan demikian, sistem rujukan modern diarahkan untuk mengintegrasikan teknologi informasi dan AI agar proses pengiriman pasien menjadi lebih cepat, tepat, dan efisien.

1.4.3 *Machine Learning* dan *Predictive Modeling*

Machine Learning (ML) adalah cabang dari kecerdasan buatan yang berfungsi untuk menemukan pola dalam data dan membuat prediksi berdasarkan pengalaman sebelumnya tanpa harus diprogram secara eksplisit. Penelitian (Seo *et al.*, 2024) menggunakan model LSTM untuk mengidentifikasi pola historis dari data kunjungan pasien dan ketersediaan tempat tidur, sehingga dapat memperkirakan kebutuhan kapasitas di masa mendatang.

Konsep ini mendasari fitur prediksi waktu tunggu dan kapasitas rumah sakit pada sistem Smart Rujuk +, yang bertujuan untuk mengatasi masalah keterlambatan informasi ketersediaan tempat tidur pada proses rujukan pasien.

1.4.4 *Explainable Artificial Intelligence* (XAI)

Explainable Artificial Intelligence (XAI) merupakan pendekatan dalam pengembangan AI yang memungkinkan pengguna memahami alasan di balik hasil atau keputusan yang dihasilkan oleh sistem. Dalam konteks medis, XAI penting agar tenaga kesehatan dapat memverifikasi dan mempercayai hasil rekomendasi AI. Menurut Mienye (2024), kejelasan (*explainability*) menjadi faktor kunci dalam penerimaan sistem AI oleh profesional medis. Tanpa transparansi, AI berpotensi dianggap sebagai “kotak hitam” yang sulit dipertanggungjawabkan. Oleh karena itu, XAI

dikembangkan untuk menjelaskan proses pengambilan keputusan secara logis dan dapat dipahami manusia.

Pada proyek Smart Rujuk+ AI Agent, prinsip XAI diterapkan agar setiap hasil rekomendasi rujukan—seperti pemilihan rumah sakit, estimasi waktu tunggu, dan kapasitas pelayanan—dapat dijelaskan secara kontekstual dan transparan kepada pengguna.

1.4.5 Integrasi Data dan Geolokasi

Keberhasilan sistem rujukan cerdas tidak hanya bergantung pada model AI, tetapi juga pada integrasi data antar-fasilitas kesehatan dan pemanfaatan teknologi geolokasi. Data real-time dari sistem nasional seperti BPJS Faskes API dan SATUSEHAT API memungkinkan sistem memantau kapasitas rumah sakit, jumlah tenaga kesehatan, dan jenis layanan yang tersedia.

Selain itu, integrasi Google Maps API membantu sistem menentukan rumah sakit terdekat berdasarkan lokasi pasien, jarak tempuh, serta waktu perjalanan.

Pendekatan ini menggabungkan aspek klinis, geografis, dan prediktif dalam satu kerangka, sesuai dengan arah penelitian (Seo *et al.*, 2024) yang menekankan pentingnya penggunaan data dinamis untuk manajemen kapasitas rumah sakit.

1.4.6 Smart Rujuk+ AI Agent

Berdasarkan teori dan hasil penelitian terdahulu, Smart Rujuk+ AI Agent dirancang sebagai sistem rujukan berbasis AI yang mengintegrasikan tiga komponen utama:

1. AI Agent untuk memahami input pengguna dan memberikan rekomendasi otomatis.
2. Model *Machine Learning* (LSTM) untuk memprediksi waktu tunggu dan okupansi rumah sakit.
3. *Expeniable AI* (XAI) untuk menjelaskan hasil keputusan secara transparan.

Sistem ini diharapkan mampu memecahkan masalah klasik dalam sistem rujukan—seperti keterlambatan informasi, kesalahan prioritas, dan

kurangnya koordinasi antar fasilitas—serta mendukung transformasi digital layanan kesehatan nasional.

1.5 Tinjauan Pustaka

Pada project ini, terdapat beberapa studi literatur yang dijadikan penulis sebagai acuan dalam mengembangkan sistem Smart Rujuk + AI Agent berbasis kecerdasan buatan. Penelitian pertama dilakukan oleh (Seo *et al.*, 2024) yang berjudul “*Forecasting Hospital Room and Ward Occupancy Using Time-Series Machine Learning*”. Penelitian ini menjelaskan bagaimana algoritma *Long Short-Term Memory* (LSTM) dapat digunakan untuk memprediksi tingkat okupansi tempat tidur (*Bed Occupancy Rate*) di rumah sakit berdasarkan data historis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model LSTM mampu menghasilkan prediksi yang akurat terhadap kebutuhan tempat tidur dengan kesalahan prediksi rendah. Studi ini menjadi dasar penting dalam pengembangan fitur prediksi waktu tunggu dan kapasitas rumah sakit secara real-time pada proyek Smart Rujuk+ AI Agent.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Abdel-Hafez *et al.*, 2023) berjudul “*Artificial Intelligence in Medical Referrals Triage Based on Clinical Prioritization*” menjelaskan bagaimana penerapan AI dapat membantu proses triase dan pengelompokan pasien berdasarkan prioritas klinis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem AI mampu mempercepat proses rujukan dan meningkatkan objektivitas dalam penentuan prioritas pasien, sehingga sangat relevan untuk mendukung efisiensi sistem rujukan pasien JKN.

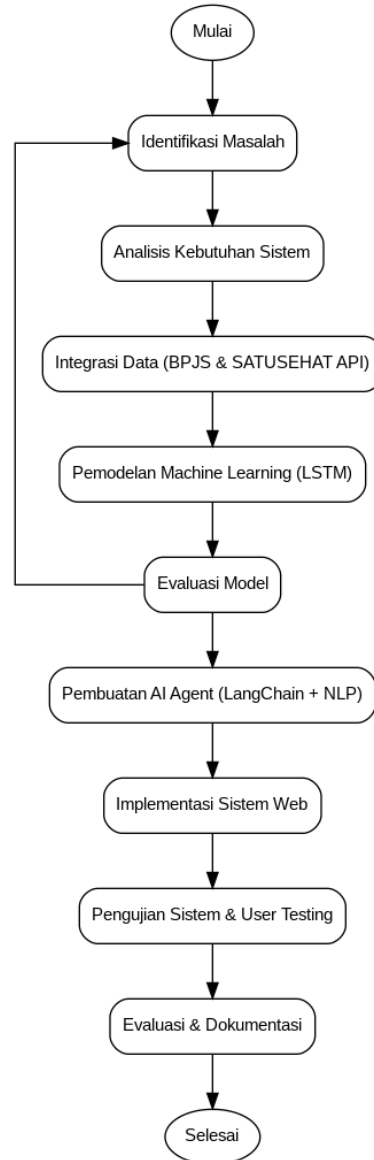
Penelitian ketiga dilakukan oleh (Mienye *et al.*, 2024) dalam “*A Survey of Explainable Artificial Intelligence in Healthcare*”, yang menyoroti pentingnya *Explainable AI* (XAI) dalam sistem kesehatan. Studi ini menjelaskan bahwa model AI di bidang medis tidak hanya harus akurat, tetapi juga harus mampu menjelaskan alasan di balik setiap rekomendasi agar dapat dipercaya oleh tenaga kesehatan. Temuan ini mendasari penerapan komponen *Explainable AI* pada Smart Rujuk+ AI Agent, sehingga setiap keputusan

sistem — seperti pemilihan rumah sakit atau estimasi waktu tunggu — dapat dipahami dan diverifikasi oleh pengguna.

Dari ketiga studi tersebut, dapat disimpulkan bahwa penerapan kecerdasan buatan dalam bidang kesehatan telah banyak dikaji, mulai dari prediksi kapasitas rumah sakit, triase rujukan berbasis AI, hingga *explainability* sistem AI. Namun, belum ada penelitian yang mengintegrasikan seluruh pendekatan tersebut dalam satu sistem terpadu yang berfungsi untuk mempercepat proses rujukan pasien lintas fasilitas secara otomatis dan real-time. Oleh karena itu, proyek Smart Rujuk+ AI Agent diusulkan sebagai inovasi baru yang menggabungkan machine learning, AI Agent, explainable AI, dan geolokasi untuk meningkatkan efisiensi dan keakuratan sistem rujukan nasional.

1.6 Metode Pengembangan

1.6.1 Bagan Alir Metode Pengembangan



Gambar 1. 1 *Flowchart*

1.6.2 Deskripsi

Penelitian ini menggunakan pendekatan rekayasa sistem (*system development research*) dengan metode *Research and Development* (R&D), karena berfokus pada proses perancangan dan pengembangan sistem SmartRujuk + AI Agent yang berfungsi untuk mempercepat proses rujukan pasien berbasis kecerdasan buatan. pendekatan ini dipilih agar hasil penelitian

tidak hanya bersifat konseptual, tetapi juga menghasilkan sebuah prototipe sistem yang dapat diuji secara fungsional.

Tahapan penelitian dilakukan melalui beberapa langkah yang saling berkesinambungan.

1. Tahap pertama adalah analisis kebutuhan,

Analisi kebutuhan yaitu mengidentifikasi permasalahan yang ada pada sistem rujukan pasien JKN dan menentukan kebutuhan sistem, baik fungsional maupun nonfungsional. Analisis ini dilakukan dengan meninjau mekanisme rujukan yang berjalan saat ini, serta mengkaji potensi integrasi dengan data dari BPJS Faskes API dan SATUSEHAT API untuk memperoleh informasi kapasitas rumah sakit secara real-time.

2. Tahap kedua adalah perancangan sistem (*system design*).

Pada tahap ini dilakukan perancangan arsitektur SmartRujuk+ AI Agent yang terdiri dari beberapa modul utama, yaitu modul integrasi data faskes, modul prediksi waktu tunggu berbasis *Machine Learning* (LSTM), modul rekomendasi rumah sakit berbasis *AI Agent* dan *Natural Language Processing* (NLP) menggunakan framework *LangChain*, serta modul *Explainable AI* (XAI) yang menjelaskan dasar pengambilan keputusan sistem. Selain itu, digunakan fitur Geolokasi dan Google Maps API untuk menentukan rumah sakit terdekat berdasarkan jarak dan waktu tempuh.

3. Tahap ketiga adalah pengumpulan data

Data yang digunakan dalam penelitian ini bersifat sekunder, yaitu:

- a. Data historis jumlah kunjungan pasien dan kapasitas tempat tidur rumah sakit (*Bed Occupancy Rate* / BOR), yang diperoleh melalui *BPJS Faskes API*, *SATUSEHAT API*, dan sumber data publik dari penelitian terdahulu seperti (Seo *et al.*, 2024).
- b. Data lokasi fasilitas kesehatan (rumah sakit, klinik rujukan, dan Puskesmas) yang diakses melalui *Google Maps API*. Selain itu, dilakukan pula observasi dan studi dokumen terhadap

prosedur rujukan pasien pada sistem JKN untuk memastikan sistem yang dikembangkan sesuai dengan alur yang berlaku.

Untuk datasetnya sendiri, diambil dari kaggle yaitu menggunakan dataset:

BPJS Faskes Indonesia Dataset :

<https://www.kaggle.com/datasets/israhabibi/list-faskes-bpjs-indonesia>

dan, Hospital Bed to Population Ratio Dataset :

<https://www.kaggle.com/datasets/yafethb/dataset-rasio-bed-to-population-faskes-ii>

4. Tahap keempat adalah implementasi sistem

Dimana rancangan yang telah dibuat diubah menjadi kode program menggunakan bahasa pemrograman Python dengan framework pendukung seperti Flask, TensorFlow, dan LangChain. Pada tahap ini juga dilakukan proses integrasi antara model prediktif, agen AI, dan antarmuka pengguna berbasis web yang memudahkan tenaga medis untuk mengakses sistem.

5. Pelatihan dan Pengujian Model

Selanjutnya dilakukan pelatihan dan pengujian model *Machine Learning* dengan menggunakan data historis kunjungan pasien dan kapasitas tempat tidur rumah sakit. Model LSTM dilatih untuk memprediksi waktu tunggu pasien dengan mengukur tingkat akurasi menggunakan metrik RMSE (*Root Mean Square Error*) dan MAE (*Mean Absolute Error*). Selain itu, modul rekomendasi rumah sakit diuji menggunakan Confusion Matrix atau Precision-Recall untuk menilai ketepatan sistem dalam memberikan rekomendasi rujukan.

6. *Testing*

Tahap berikutnya adalah uji coba sistem (*testing*), yang dilakukan untuk memastikan seluruh fungsi bekerja sesuai rancangan. Pengujian dilakukan menggunakan metode *Black Box Testing* untuk memverifikasi fungsionalitas setiap komponen, serta *User Testing* terbatas terhadap

tenaga medis atau mahasiswa kesehatan untuk menilai tingkat kemudahan penggunaan (*usability*).

7. Validasi Sistem dan Etika AI

Dalam pengembangan sistem ini, aspek validasi dan etika kecerdasan buatan (*AI ethics*) juga diperhatikan, terutama terkait keamanan data pasien. Sistem SmartRujuk+ AI Agent dirancang untuk tidak menyimpan data pribadi pasien dan hanya memanfaatkan data agregat (non-personal) dari sumber resmi. Selain itu, prinsip *Explainable AI* (XAI) diterapkan untuk memastikan bahwa setiap hasil rekomendasi dapat dijelaskan secara transparan kepada pengguna, sehingga meningkatkan kepercayaan dan akuntabilitas sistem dalam konteks layanan kesehatan.

8. Tahap terakhir adalah evaluasi dan dokumentasi

Yaitu mengevaluasi hasil pengujian berdasarkan tujuan penelitian dan menyusun laporan yang memuat hasil implementasi, kelebihan, keterbatasan, serta saran untuk pengembangan lanjutan.

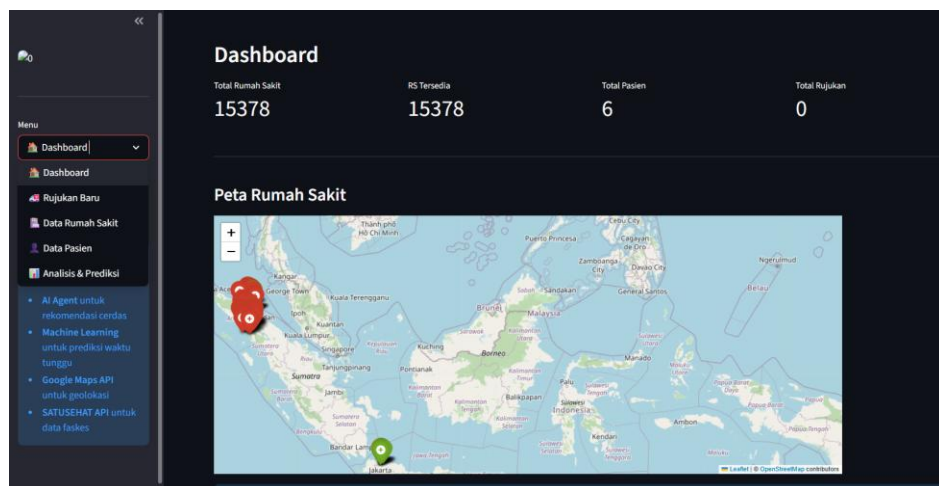
Secara keseluruhan, alur penelitian ini meliputi tahapan: identifikasi masalah, studi literatur, analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi, pelatihan dan pengujian model, serta evaluasi dan dokumentasi hasil. Melalui tahapan tersebut diharapkan dapat dihasilkan prototipe SmartRujuk+ AI Agent yang mampu memberikan rekomendasi rumah sakit secara otomatis, memprediksi waktu tunggu dengan akurat, menjelaskan hasil keputusan secara transparan, serta mendukung percepatan proses rujukan pasien lintas fasilitas kesehatan.

1.7 Hasil (*Output*)

1.7.1 Hasil Implementasi Sistem

Hasil dari pengembangan proyek SmartRujuk+ AI Agent berupa sebuah sistem rujukan pasien otomatis berbasis web yang mengintegrasikan *machine learning*, *AI agent*, dan teknologi *geolokasi*. Sistem ini telah berhasil diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan framework Flask, serta didukung oleh modul LangChain, TensorFlow, dan

Google Maps API. Melalui integrasi berbagai komponen tersebut, SmartRujuk+ mampu memberikan rekomendasi rumah sakit secara cerdas berdasarkan kondisi pasien, kapasitas fasilitas kesehatan, serta jarak dan waktu tempuh menuju rumah sakit tujuan.



Gambar 1. 2 Dashboard

Secara keseluruhan, sistem yang dikembangkan terdiri atas beberapa fitur utama:

1. Fitur Dashboard : menampilkan informasi umum mengenai jumlah pasien, total rujukan, serta statistik aktivitas sistem yang dapat dipantau secara real-time.
2. Fitur Rujukan Baru : memungkinkan pengguna untuk memasukkan data pasien, yang kemudian dianalisis oleh *AI agent* guna menghasilkan rekomendasi rumah sakit terdekat dengan mempertimbangkan tingkat keparahan pasien, kapasitas rumah sakit, dan estimasi waktu tunggu.
3. Fitur Pasien Terdaftar : memuat daftar seluruh pasien yang telah diproses dalam sistem lengkap dengan status rujukan dan rumah sakit tujuan, sehingga memudahkan proses pemantauan.
4. Fitur Data Rumah Sakit : berfungsi menampilkan data fasilitas kesehatan yang terintegrasi dengan dataset BPJS Faskes dan SATUSEHAT API, termasuk informasi kapasitas tempat tidur dan status layanan rumah sakit.

5. Fitur Data Pasien : menyimpan data input pasien yang menjadi dasar analisis AI agent.
6. Modul Analisis dan Prediksi : merupakan komponen utama sistem yang menampilkan hasil penerapan *machine learning* dan analitik kecerdasan buatan. Pada bagian Kapasitas Rumah Sakit, sistem menampilkan visualisasi okupansi tempat tidur berdasarkan data historis. Kemudian pada Prediksi Waktu Tunggu, model *Long Short-Term Memory (LSTM)* digunakan untuk memperkirakan durasi tunggu pasien di rumah sakit berdasarkan pola kunjungan sebelumnya. Hasil pengujian model menunjukkan tingkat kesalahan prediksi yang rendah, yang menandakan bahwa model LSTM memiliki kemampuan yang cukup baik dalam memperkirakan waktu tunggu pasien. Selain itu, bagian Statistik Rujukan menyajikan data visual jumlah rujukan per rumah sakit serta tingkat keberhasilan rujukan pasien.

1.7.2 Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian fungsionalitas, seluruh fitur pada sistem SmartRujuk+ AI Agent telah berjalan dengan baik dan sesuai dengan rancangan yang dibuat. Setiap modul — mulai dari input data pasien, proses rekomendasi rumah sakit, hingga visualisasi hasil analisis — mampu berfungsi sebagaimana mestinya tanpa ditemukan kesalahan fungsional yang signifikan.

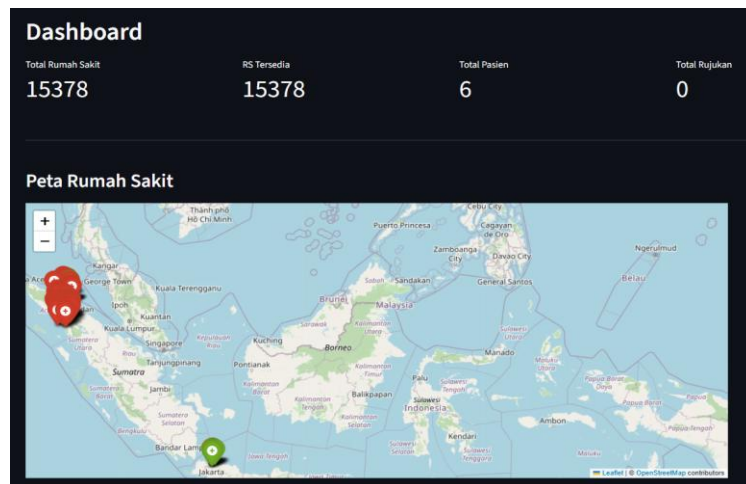
Pengujian terhadap kinerja model *machine learning* juga menunjukkan bahwa model yang digunakan telah mampu memprediksi waktu tunggu pasien dengan tingkat ketepatan yang cukup baik. Sementara itu, modul rekomendasi AI Agent berhasil memberikan hasil rekomendasi rumah sakit yang relevan dengan kondisi dan kebutuhan pasien. Secara umum, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem SmartRujuk+ AI Agent telah berfungsi secara optimal, baik dari segi fungsionalitas maupun kualitas hasil prediksi dan rekomendasi. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi antara model prediktif, agen AI, dan fitur geolokasi pada sistem telah berjalan secara efektif

dan mampu mendukung proses rujukan pasien secara lebih cepat, efisien, dan terarah.

1.7.3 Tampilan Hasil Sistem

Beberapa tampilan hasil implementasi sistem antara lain:

1. Dashboard utama SmartRujuk+ (menampilkan statistik pasien dan rujukan).



Gambar 1. 3 Dashboard utama SmartRujuk

Gambar 1.3 diatas menampilkan tampilan dashboard sistem SmartRujuk + AI Agent yang menunjukkan statistik utama seperti total rumah sakit, rumah sakit yang tersedia, total pasien, dan total rujukan. Pada bagian bawah terdapat peta interaktif rumah sakit yang memvisualisasikan lokasi fasilitas kesehatan di Indonesia menggunakan peta berbasis OpenStreetMap, sehingga pengguna dapat memantau persebaran dan ketersediaan rumah sakit secara real-time.

2. Halaman Rujukan Baru dengan form input pasien dan hasil rekomendasi AI Agent.

Buat Rujukan Baru

Data Pasien

Pilih Pasien
Pasien Baru

Nomor BPJS

Nama Lengkap

Tanggal Lahir
2025/10/11

Jenis Kelamin
M

Alamat

Nomor Telepon

Simpan Data Pasien

Isi data pasien baru di bawah

Gambar 1. 4 Halaman rujukan baru

Gambar 1.4 diatas menampilkan halaman rujukan baru pada sistem SmartRujuk + AI Agent yang digunakan untuk memasukkan data pasien baru ke dalam sistem. Formulir ini berisi kolom input seperti nomor BPJS, nama lengkap, tanggal lahir, jenis kelamin, alamat, dan nomor telepon pasien, yang kemudian disimpan untuk diproses lebih lanjut oleh sistem dalam menentukan rekomendasi rumah sakit rujukan secara otomatis.

Buat Rujukan Baru

Data Pasien

Pilih Pasien
Rudi Hartono (0001234567894)

Pasien: Rudi Hartono - BPJS: 0001234567894

Detail Rujukan

Lokasi Pasien Saat Ini

Metode Input Lokasi
Koordinat Manual

Latitude
-6.208800

Longitude
106.845600

Deskripsi Kondisi
Pasien mengalami sesak napas sejak 3 jam yang lalu, disertai nyeri dada dan keringat dingin. Riwayat hipertensi dan diabetes. Saturasi oksigen 92%.

Tingkat Keparahan
High

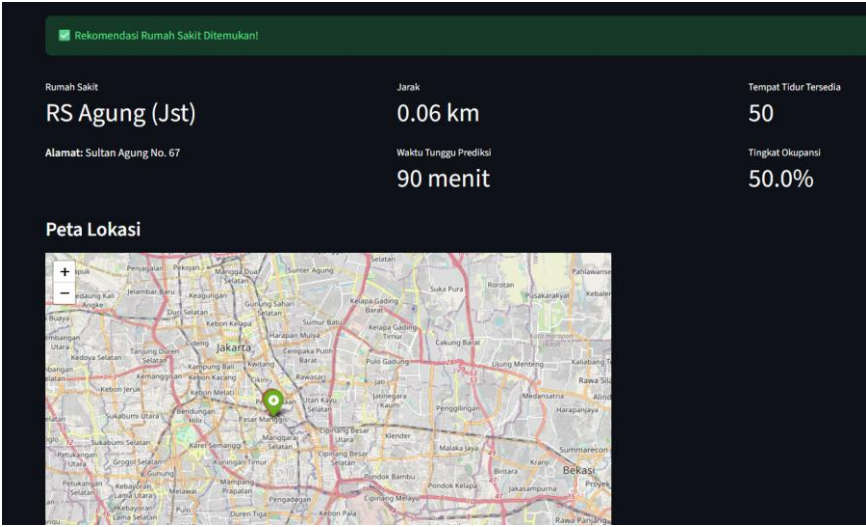
Jarak Maksimal (km)
50

Cari Rumah Sakit Terbaik

Gambar 1. 5 Data pasien tersimpan

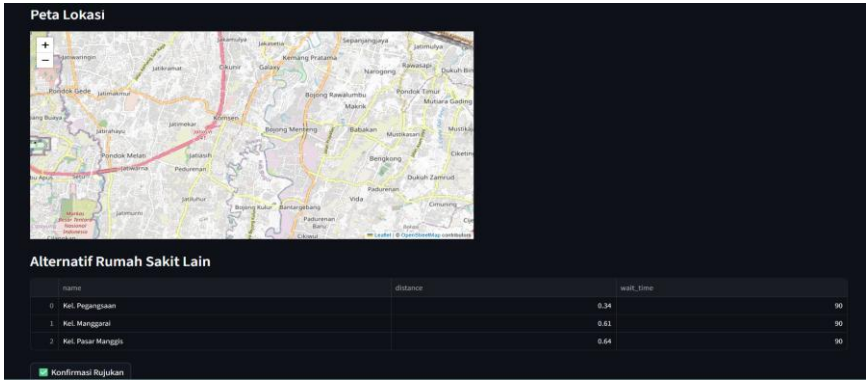
Gambar 1.5 di atas menampilkan halaman input detail rujukan pasien pada sistem SmartRujuk + AI Agent, dimana pengguna dapat mengatur lokasi pasien, metode input lokasi, serta deskripsi kondisi modis pasien. Lalu pengguna dapat menentukan jarak maksimal pencarian rumah sakit dan menekan tombol **“Cari Rumah Sakit**

Terbaik” untuk memperoleh rekomendasi rumah sakit yang paling sesuai berdasarkan lokasi, kapasitas, dan tingkat keparahan pasien.



Gambar 1. 6 Menemukan rekomendasi rumah sakit

Gambar 1.6 diatas menampilkan hasil rekomendasi rumah sakit terdekat yang ditemukan oleh sistem. Informasi yang ditampilkan meliputi rumah sakit beserta alamat, jarak tempuh, prediksi waktu tempuh, ketersediaan tempat tidur, serta tingkat okupansi disertai peta lokasi untuk memudahkan pengguna menemukan posisi rumah sakit tersebut.

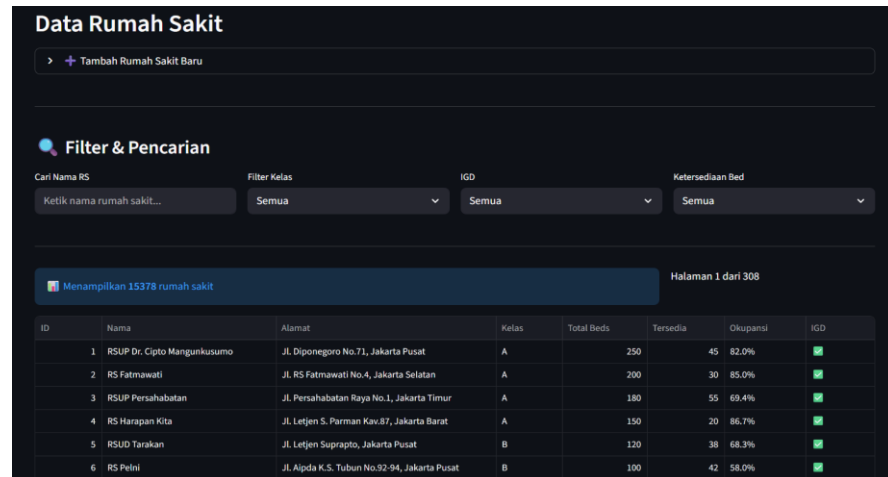


Gambar 1. 7 Hasil rujukan rumah sakit

Gambar 1.7 diatas menampilkan peta lokasi beserta daftar alternatif rumah sakit lain yang dapat dijadikan pilihan rujukan. Dalam tabel tersebut terdapat 3 lokasi alternatif yaitu kel. Penggilingan, Kel. Manggarai, dan Kel. Pasar Manggis, masing-masing dengan jarak sekitar

0,3 – 0,6 km dan waktu tunggu 90 menit, sehingga pengguna dapat memilih rumah sakit terdekat sesuai kebutuhan dan kondisi darurat.

3. Halaman Data Rumah Sakit



ID	Nama	Alamat	Kelas	Total Beds	Tersedia	Okupansi	IGD
1	RSUP Dr. Cipto Mangunkusumo	Jl. Diponegoro No.71, Jakarta Pusat	A	250	45	82.0%	✓
2	RS Fatmawati	Jl. RS Fatmawati No.4, Jakarta Selatan	A	200	30	85.0%	✓
3	RSUP Persahabatan	Jl. Persahabatan Raya No.1, Jakarta Timur	A	180	55	69.4%	✓
4	RS Harapan Kita	Jl. Letjen S. Parman Kav.87, Jakarta Barat	A	150	20	86.7%	✓
5	RSUD Tarakan	Jl. Letjen Suprpto, Jakarta Pusat	B	120	38	68.3%	✓
6	RS Pelni	Jl. Alpa K.S. Tubun No.92-94, Jakarta Pusat	B	100	42	58.0%	✓

Gambar 1. 8 Halaman data rumah sakit

Gambar 1.8 diatas menunjukkan antarmuka halaman "Data Rumah Sakit" dari sistem. Halaman ini berfungsi untuk menampilkan daftar rumah sakit yang sudah tersimpan, lengkap dengan fitur Filter & Pencarian untuk mempermudah pengguna mencari data spesifik berdasarkan nama rumah sakit, kelas, ketersediaan IGD, dan ketersediaan bed (tempat tidur).

4. Halaman Data Pasien

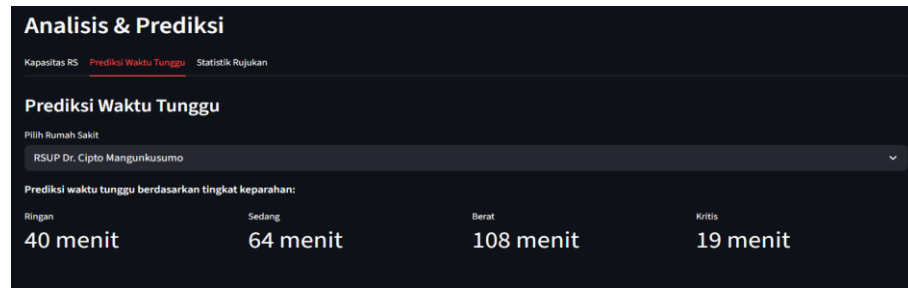


ID	BPJS	Nama	Tanggal Lahir	Jenis Kelamin	Telepon
1	0001234567890	Ahmad Suryadi	1980-05-15	M	081234567890
2	0001234567891	Siti Nurhaliza	1992-08-22	F	081234567891
3	0001234567892	Budi Santoso	1975-03-10	M	081234567892
4	0001234567893	Dewi Lestari	1988-11-05	F	081234567893
5	0001234567894	Rudi Hartono	1985-07-18	M	081234567894
6	2855912600152	Muhammad Elzhar Rofiqul Ikhsan	2016-07-13	M	088273369927

Gambar 1. 9 Halaman data pasien

Gambar 1.9 diatas menampilkan sebuah antarmuka (tampilan) dari sistem yang berisi daftar "Data Pasien". Dalam tabel tersebut, tercatat informasi rinci dari enam pasien yang berbeda, meliputi data seperti nomor BPJS, nama lengkap, tanggal lahir, jenis kelamin (M/F), dan nomor telepon.

- Halaman Prediksi Waktu Tunggu yang menampilkan hasil estimasi berdasarkan model LSTM.



Gambar 1. 10 Prediksi waktu tunggu

Gambar 1.10 diatas menunjukkan antarmuka dari sistem yang berfungsi untuk "Analisis & Prediksi" di rumah sakit. Fitur yang sedang ditampilkan adalah "Prediksi Waktu Tunggu", yang memberikan estimasi berapa lama seorang pasien harus menunggu berdasarkan tingkat keparahan kondisinya.

- Visualisasi Kapasitas RS dan Statistik Rujukan untuk analisis operasional.

Rumah Sakit	Status	Tersedia	Total	Okupansi
RSUP Dr. Cipto Mangunkusumo	high	45	250	82.0%
RS Fatmawati	high	30	200	85.0%
RSUP Persahabatan	moderate	55	180	69.44%
RS Harapan Kita	high	20	150	86.67%
RSUD Tarakan	moderate	38	120	68.33%
RS Pelni	moderate	42	100	58.0%
RSUD Pasar Minggu	low	60	90	33.33%
RS Islam Jakarta Cempaka Putih	high	25	110	77.27%
RSUD Budi Asih	moderate	48	130	63.08%

Gambar 1. 11 Kapasitas rumah sakit

Gambar 1.11 diatas menampilkan dasbor "Analisis & Prediksi" dengan fokus pada tab kapasitas rumah sakit. Tampilan ini menyajikan sebuah tabel "Analisis Kapasitas Rumah Sakit" yang memberikan ringkasan status ketersediaan tempat tidur di berbagai rumah sakit.

1.7.4 Output Akhir Proyek

Output akhir dari penelitian ini berupa prototipe sistem SmartRujuk+ AI Agent berbasis web yang dapat digunakan untuk proses rujukan pasien JKN secara otomatis. Selain itu, dihasilkan pula model *machine learning* (LSTM)

untuk prediksi waktu tunggu pasien, modul AI Agent berbasis LangChain untuk analisis kondisi pasien dan rekomendasi rumah sakit, serta antarmuka pengguna interaktif dengan fitur geolokasi dan analisis prediktif.

1.8 Kesimpulan

Berdasarkan hasil project dan pengembangan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa proyek SmartRujuk + AI Agent berhasil merancang dan membangun sebuah sistem rujukan pasien otomatis berbasis web yang mengintegrasikan kecerdasan buatan (AI), *machine learning*, dan teknologi geolokasi untuk meningkatkan efisiensi proses rujukan pasien JKN.

Sistem ini mampu memberikan rekomendasi rumah sakit secara cerdas dan real-time dengan mempertimbangkan kondisi pasien, kapasitas rumah sakit, serta jarak dan waktu tempuh menuju fasilitas kesehatan tujuan. Penerapan algoritma *Long Short-Term Memory* (LSTM) terbukti efektif dalam memprediksi waktu tunggu pasien dan tingkat okupansi tempat tidur, sedangkan modul AI Agent berbasis LangChain dapat memproses input klinis untuk memberikan rekomendasi yang akurat dan mudah dipahami.

Selain itu, integrasi dengan BPJS Faskes API, SATUSEHAT API, dan Google Maps API menjadikan sistem ini mampu menampilkan data fasilitas kesehatan secara real-time serta menentukan rumah sakit terdekat secara otomatis. Prinsip *Explainable AI* (XAI) juga diimplementasikan agar setiap keputusan sistem dapat dijelaskan dengan transparan kepada pengguna, sehingga meningkatkan kepercayaan dan akuntabilitas sistem.

Secara keseluruhan, SmartRujuk + AI Agent dapat menjadi solusi inovatif dalam mendukung transformasi digital layanan kesehatan nasional dengan mempercepat proses rujukan, mengurangi waktu tunggu pasien, serta meningkatkan efisiensi pemanfaatan kapasitas rumah sakit.

Sebagai tindak lanjut, proyek ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan melakukan uji coba di lingkungan rumah sakit sebenarnya, menambahkan fitur keamanan data pasien yang lebih kuat, serta

memperluas cakupan data dan algoritma agar hasil prediksi dan rekomendasi menjadi semakin akurat dan adaptif terhadap kondisi nyata di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Hafez, A. *et al.* (2023) 'Artificial intelligence in medical referrals triage based on Clinical Prioritization Criteria', *Frontiers in Digital Health*, 5(October). Available at: <https://doi.org/10.3389/fdgth.2023.1192975>.
- Mienye, I.D. *et al.* (2024) 'A survey of explainable artificial intelligence in healthcare: Concepts, applications, and challenges', *Informatics in Medicine Unlocked*, 51(October), p. 101587. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.imu.2024.101587>.
- Seo, H. *et al.* (2024) 'Forecasting Hospital Room and Ward Occupancy Using Static and Dynamic Information Concurrently: Retrospective Single-Center Cohort Study', *JMIR Medical Informatics*, 12. Available at: <https://doi.org/10.2196/53400>.