

# **Laporan Teknis: Sistem Agen Cerdas dan Kerangka Aplikasi untuk Manajemen Rumah Sakit Terintegrasi**

## **1.0 Pendahuluan: Mengatasi Fragmentasi Sistem Kesehatan di Indonesia**

Laporan ini menyajikan arsitektur teknis untuk Sistem Agen Cerdas yang dirancang sebagai solusi strategis dalam mengatasi tantangan fundamental pada ekosistem informasi kesehatan di Indonesia. Tekanan regulasi melalui Peraturan Menteri Kesehatan (PMK) Nomor 24 Tahun 2022 telah menetapkan Rekam Medis Elektronik (RME) sebagai sebuah kewajiban, yang secara efektif mendorong setiap fasilitas kesehatan untuk mengadopsi sistem informasi terintegrasi. Namun, lanskap teknologi kesehatan nasional saat ini masih ditandai oleh fragmentasi yang signifikan. Data klinis dan administratif tersebar di berbagai aplikasi yang beroperasi layaknya "Taman Berdinding" (Walled Garden), seperti Sistem Informasi Manajemen Rumah Sakit (SIMRS), Sistem Informasi Manajemen Puskesmas (SIMPUS), dan Sistem Informasi Kesehatan Daerah (SIKDA) Generik. Fragmentasi ini, sebagaimana diidentifikasi dalam analisis tesis Institut Teknologi Bandung, menghambat proses komunikasi dan menciptakan silo data yang kaku. Akibatnya, interoperabilitas—kemampuan sistem yang berbeda untuk bertukar dan menggunakan informasi secara efektif—menjadi sulit dicapai dan mempersulit integrasi wajib dengan platform eksternal seperti BPJS dan SATUSEHAT.

Untuk menjawab tantangan tersebut, laporan ini mengusulkan sebuah arsitektur modern yang mengintegrasikan kecerdasan buatan (AI) generatif dengan standar data kesehatan terbuka. Sistem Agen Cerdas ini berfungsi sebagai lapisan orkestrasi cerdas yang mampu memahami permintaan pengguna, berinteraksi dengan berbagai fungsi manajemen rumah sakit, dan memastikan pertukaran data yang lancar dan terstandarisasi. Dengan memanfaatkan fondasi teknologi yang solid, sistem ini dirancang untuk mendobrak silo data, mengotomatiskan alur kerja, dan membangun fondasi untuk manajemen rumah sakit yang terintegrasi dan responsif. Selanjutnya, laporan ini akan menguraikan arsitektur sistem berbasis agen yang menjadi inti dari solusi yang diusulkan.

## **2.0 Arsitektur Sistem Berbasis Agen**

Pentingnya arsitektur berbasis agen terletak pada kemampuannya untuk menciptakan sistem yang responsif, modular, dan dapat diskalakan. Alih-alih membangun aplikasi monolitik yang kaku, model ini memecah tugas-tugas kompleks dalam manajemen rumah sakit menjadi serangkaian fungsi diskrit yang dikelola oleh agen-agen perangkat lunak spesialis. Setiap agen dirancang untuk menjadi ahli dalam domainnya masing-masing, dan seluruh sistem dikoordinasikan oleh sebuah agen pusat yang bertindak sebagai orkestrator cerdas. Pendekatan ini

memungkinkan pengembangan dan pemeliharaan yang lebih mudah, serta fleksibilitas untuk beradaptasi dengan kebutuhan yang terus berkembang.

Alur permintaan pengguna dalam arsitektur ini divisualisasikan sebagai berikut:

[Pengguna] -> [Agen Koordinator Sistem Rumah Sakit] -> [Sub-Agen Spesialis (cth: Rekam Medis, Penjadwalan, dll.)]

Peran sentral dalam arsitektur ini dipegang oleh Agen Koordinator Sistem Rumah Sakit. Komponen ini berfungsi sebagai titik masuk utama untuk semua permintaan pengguna. Tugas utamanya adalah memahami maksud dari setiap permintaan dan mengarahkannya ke sub-agen yang paling tepat untuk menanganinya. Berdasarkan sifat pertanyaan, agen koordinator akan secara cerdas meneruskan tugas tersebut ke salah satu dari empat sub-agen fungsional: Agen Manajemen Pasien, Agen Penjadwalan Janji Temu, Agen Rekam Medis, atau Agen Penagihan dan Pembayaran. Kemampuannya untuk menafsirkan dan mengirimkan permintaan secara akurat memastikan bahwa setiap tugas dieksekusi oleh komponen yang paling kompeten. Sebagai contoh, jika seorang staf administrasi mengirimkan permintaan "Jadwalkan Bapak Budi dengan Dr. Santoso untuk konsultasi besok pagi," Agen Koordinator akan segera mengidentifikasinya sebagai tugas penjadwalan dan secara otomatis meneruskannya ke Agen Penjadwalan Janji Temu untuk dieksekusi.

Bagian selanjutnya akan memberikan rincian lebih mendalam mengenai profil dan kapabilitas dari setiap sub-agen spesialis yang membentuk ekosistem ini.

### **3.0 Profil dan Fungsi Sub-Agen Spesialis**

Setiap sub-agen dalam arsitektur ini dirancang untuk berfungsi sebagai ahli domain yang berdedikasi, menangani serangkaian tugas spesifik dengan presisi dan efisiensi. Dengan mendelegasikan tanggung jawab ke komponen-komponen khusus, sistem secara keseluruhan mencapai tingkat modularitas dan keandalan yang tinggi. Bagian ini akan merinci peran, kapabilitas, dan ekspektasi output dari setiap sub-agen, berdasarkan deskripsi fungsional yang telah ditentukan.

#### **3.1 Agen Manajemen Pasien**

- Peran Utama: "Anda adalah seorang ahli dalam manajemen pasien. Peran Anda adalah menangani semua tugas yang berkaitan dengan administrasi pasien, termasuk mendaftarkan pasien baru, memperbarui detail pasien yang ada, dan menanggapi pertanyaan terkait informasi pasien."
- Ekspektasi Output: "Tujuan utamanya adalah mengelola tugas-tugas administratif terkait pasien secara akurat dan efisien. Semua permintaan

pendaftaran pasien baru harus diproses, memastikan semua informasi demografis dan kontak yang diperlukan ditangkap secara akurat. Pembaruan pada detail pasien yang ada harus diterapkan dengan tepat, mencerminkan informasi terkini. Respons terhadap pertanyaan informasi pasien harus jelas, ringkas, dan akurat, dengan mematuhi peraturan privasi. Setiap ambiguitas atau informasi yang hilang dalam permintaan harus diklarifikasi dengan pengguna sebelum melanjutkan. Output harus secara jelas menunjukkan tindakan yang diambil (misalnya, 'Pasien terdaftar,' 'Detail pasien diperbarui,' 'Pertanyaan dijawab') dan memberikan konfirmasi atau detail yang relevan."

### 3.2 Agen Penjadwalan Janji Temu

- Peran Utama: "Anda adalah seorang ahli penjadwalan janji temu. Peran Anda adalah mengawasi semua proses penjadwalan, termasuk pemesanan janji temu baru untuk pasien dengan dokter, mengubah waktu janji temu yang ada, dan memproses pembatalan."
- Ekspektasi Output: "Tujuan utamanya adalah mengelola semua aspek penjadwalan janji temu pasien secara akurat dan efisien. Untuk pemesanan janji temu baru, nyatakan dengan jelas nama dokter, nama pasien, tanggal, dan waktu yang diinginkan. Untuk modifikasi janji temu, identifikasi dengan jelas janji temu asli dan usulkan tanggal serta waktu yang baru. Untuk pembatalan janji temu, identifikasi dengan jelas janji temu yang dibatalkan dan konfirmasikan penghapusannya dari jadwal. Semua output harus tidak ambigu dan memberikan semua detail yang diperlukan agar manusia dapat memahami tindakan yang diambil atau diusulkan."

### 3.3 Agen Rekam Medis

- Peran Utama: "Anda adalah seorang ahli dalam mengelola riwayat medis pasien. Peran Anda adalah mengakses, merangkum, dan memperbarui rekam medis pasien, dengan memastikan kerahasiaan dan akurasi yang ketat saat menangani informasi kesehatan yang sensitif."
- Ekspektasi Output: "Tujuan utamanya adalah memberikan rekam medis pasien yang akurat, rahasia, dan terangkum dengan baik, atau konfirmasi pembaruan yang berhasil. Jika mengambil data, output harus berupa ringkasan yang jelas dan ringkas dari riwayat medis pasien, menyoroti diagnosis, perawatan, pengobatan, dan peristiwa medis relevan yang utama. Jika memperbarui data, seperti yang diilustrasikan oleh aplikasi 'AI GenMed' yang dapat mentranskripsikan percakapan dokter-pasien, output harus mengonfirmasi pembaruan yang berhasil dan merinci informasi apa yang ditambahkan atau diubah. Semua output harus secara ketat mematuhi protokol kerahasiaan. Jika rekam medis tidak dapat diakses atau diperbarui, output harus menyatakan dengan jelas alasan kegagalannya."

### 3.4 Agen Penagihan dan Pembayaran

- Peran Utama: "Anda adalah seorang ahli dalam mengelola semua tugas terkait penagihan dan pembayaran dalam sistem rumah sakit. Tanggung jawab Anda mencakup pembuatan faktur, pemrosesan pembayaran pasien, dan memberikan dukungan untuk setiap selisih tagihan atau pertanyaan keuangan."
- Ekspektasi Output: "Output akhir agen ini adalah catatan yang komprehensif dan akurat dari semua aktivitas penagihan dan pembayaran. Semua faktur yang dihasilkan harus akurat, terperinci dengan jelas, dan sesuai dengan kebijakan penagihan rumah sakit. Semua pembayaran pasien harus diproses dengan benar dan direkonsili dengan faktur yang sesuai. Respons terhadap pertanyaan keuangan dan selisih tagihan harus jelas, ringkas, dan memberikan solusi atau penjelasan yang dapat ditindaklanjuti. Output harus mencerminkan status yang lengkap dan terkini dari semua tugas penagihan dan pembayaran yang dikelola."

Fungsi-fungsi yang dijalankan oleh para agen ini hanya dapat terwujud secara efektif melalui dukungan kerangka aplikasi teknis yang kuat. Bagian selanjutnya akan menganalisis pilar-pilar teknologi yang mendasari sistem ini.

## 4.0 Analisis Kerangka Aplikasi Pendukung

Efektivitas sistem agen cerdas ini sangat bergantung pada kerangka aplikasi yang solid, modern, dan terstandarisasi. Tanpa fondasi teknologi yang tepat, kemampuan agen untuk mengakses, memproses, dan menyajikan informasi akan sangat terbatas. Bagian ini akan mengupas tiga pilar teknologi utama yang membentuk kerangka kerja aplikasi pendukung: standar interoperabilitas data (FHIR) sebagai bahasa komunikasi data, infrastruktur cloud sebagai landasan operasional, dan mesin kecerdasan buatan (AI) sebagai otak kognitifnya.

### 4.1 Inti Interoperabilitas: Standar FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resource)

Standar FHIR adalah fondasi dari kerangka kerja ini, dirancang untuk memecahkan masalah fragmentasi data yang telah lama menghambat sistem kesehatan. Seperti yang diuraikan dalam tesis ITB, FHIR dikembangkan oleh Health Level Seven (HL7) untuk mendukung pertukaran data kesehatan digital secara syntactic (menyamakan struktur dan format data) dan semantic (menyamakan makna dan interpretasi data). Ini memungkinkan sistem yang berbeda untuk tidak hanya bertukar data, tetapi juga untuk "memahami" data tersebut dengan cara yang sama, yang merupakan kunci untuk interoperabilitas sejati.

Komponen utama FHIR yang relevan dengan arsitektur ini meliputi:

- FHIR Resource: Ini adalah model informasi modular yang berfungsi sebagai blok bangunan untuk data klinis dan administratif. Setiap entitas, seperti pasien atau hasil observasi, direpresentasikan sebagai resource standar (misalnya, Patient Resource, Observation Resource). Pendekatan modular ini membuat pertukaran data menjadi fleksibel dan efisien.
- REST API: Ini adalah metode komunikasi modern berbasis web yang digunakan untuk membuat, membaca, memperbarui, dan mencari FHIR Resource antar sistem. Penggunaan REST API menyederhanakan integrasi karena menggunakan protokol standar yang dipahami secara luas oleh pengembang perangkat lunak.
- FHIR Profile Indonesia: Konsep ini, yang diidentifikasi dalam penelitian tesis ITB, menyoroti fleksibilitas FHIR. Profile adalah mekanisme untuk mengadaptasi FHIR Resource standar agar sesuai dengan kebutuhan elemen data rekam medis yang spesifik di Indonesia. Ini memastikan bahwa kerangka kerja ini tidak hanya mengikuti standar global tetapi juga relevan dengan konteks dan regulasi lokal.

#### 4.2 Infrastruktur Cloud dan Manajemen Data

Kerangka kerja ini dirancang untuk berjalan di atas infrastruktur cloud guna memanfaatkan skalabilitas, keamanan, dan ketersediaan tinggi yang ditawarkannya. Layanan cloud memungkinkan sistem untuk menangani beban kerja yang bervariasi, dari beberapa permintaan hingga ribuan, tanpa memerlukan investasi besar di perangkat keras on-premise.

- Penyimpanan dan Pengelolaan Data: Dokumen Ringkasan Cloud Healthcare API menjelaskan bagaimana API ini dapat digunakan untuk menyerap, menyimpan, dan mengelola data kesehatan dalam format standar industri seperti FHIR. API ini menyediakan penyimpanan data yang aman dan dirancang untuk patuh terhadap regulasi seperti HIPAA, yang sangat penting untuk menangani informasi kesehatan elektronik yang dilindungi (ePHI).
- Pencarian Informasi Klinis: Setelah data FHIR disimpan, agen memerlukan cara yang efisien untuk mengambilnya. Dokumen Membuat aplikasi penelusuran layanan kesehatan merinci penggunaan Vertex AI Search untuk membangun kemampuan pencarian di atas data FHIR. Ini memungkinkan agen untuk melakukan kueri klinis yang kompleks secara semantik di atas data FHIR terstruktur, bukan sekadar pencarian teks sederhana. Sebagai contoh, Agen Rekam Medis dapat menemukan "semua pasien pria di atas 50 tahun dengan diagnosis diabetes tipe 2 yang pernah diresepkan Metformin," sebuah kapabilitas yang sangat vital untuk mendukung alur kerja rumah sakit.

#### 4.3 Mesin Kecerdasan Buatan: Google Gemini API

Gemini API berfungsi sebagai "otak" kognitif di balik setiap agen, memberikan kemampuan pemrosesan bahasa alami dan penalaran yang canggih. Ini adalah mesin yang memungkinkan para agen untuk memahami permintaan manusia, menganalisis data, dan menghasilkan respons yang bermakna.

Kapabilitas Gemini API yang dimanfaatkan dalam sistem ini meliputi:

- Pemahaman dan Pembuatan Teks: Kemampuan inti untuk menafsirkan permintaan pengguna dalam bahasa alami dan menghasilkan respons teks yang koheren. Ini digunakan oleh semua agen untuk berkomunikasi dan menjalankan tugas dasar mereka.
- Transkripsi dan Peringkasan: Kapabilitas ini sangat krusial untuk fungsi seperti yang dijelaskan dalam aplikasi "AI GenMed", di mana AI dapat mentranskripsikan percakapan dokter-pasien menjadi catatan medis terstruktur. Agen Rekam Medis sangat bergantung pada fungsi ini untuk meringkas riwayat medis yang panjang menjadi poin-poin kunci.
- Penalaran dan Analisis: Untuk tugas-tugas yang lebih kompleks, seperti yang dijalankan oleh Agen Penagihan dan Pembayaran, kemampuan AI untuk "bernalar" dan menganalisis informasi yang rumit sangat penting. Ini memungkinkan agen untuk memproses faktur, mengidentifikasi selisih, dan memberikan penjelasan keuangan yang logis.

Setelah memahami arsitektur dan kerangka teknologinya, langkah berikutnya adalah membahas bagaimana sistem ini dapat diimplementasikan dan diintegrasikan ke dalam ekosistem rumah sakit yang sudah ada.

## 5.0 Panduan Implementasi dan Integrasи

Adopsi sistem yang transformatif seperti ini memerlukan perencanaan dan eksekusi yang cermat. Ini bukan sekadar instalasi perangkat lunak, melainkan sebuah proyek integrasi yang menyentuh berbagai aspek operasional rumah sakit. Bagian ini memberikan panduan tingkat tinggi untuk langkah-langkah implementasi awal dan titik-titik integrasi kritis dengan sistem eksternal yang ada.

### Langkah Awal Implementasi

Langkah teknis pertama untuk mulai membangun fungsionalitas cerdas pada agen-agen ini adalah menyiapkan akses ke mesin AI. Berdasarkan dokumen "Panduan memulai Gemini API", proses ini dimulai dengan dua langkah fundamental:

1. Menginstal Google GenAI SDK yang sesuai untuk lingkungan pengembangan (misalnya, Python, JavaScript).

2. Mendapatkan kunci API dari Google AI Studio, yang akan digunakan untuk mengautentikasi semua permintaan ke Gemini API.

Setelah fondasi ini disiapkan, pengembang dapat mulai membuat prototipe interaksi antara agen dan mesin AI.

### Integrasi dengan Sistem Eksternal

Tantangan utama dalam implementasi SIMRS modern, seperti yang ditekankan dalam artikel Aido Health, adalah interoperabilitas. Sistem agen ini tidak dapat beroperasi dalam isolasi; ia harus mampu "berbicara" dengan berbagai sistem lain yang sudah menjadi tulang punggung operasional rumah sakit. Titik-titik integrasi kritis yang harus menjadi prioritas adalah:

- Sistem Internal: Agar agen dapat mengakses data secara komprehensif, integrasi yang mulus dengan sistem internal yang sudah ada adalah suatu keharusan. Ini termasuk Sistem Informasi Laboratorium (LIS) untuk hasil tes dan Sistem Informasi Radiologi (RIS) untuk laporan pencitraan medis.
- BPJS: Mengingat peran sentral BPJS dalam pembiayaan layanan kesehatan di Indonesia, integrasi dengan layanannya tidak dapat ditawarkan. Sistem harus terhubung dengan layanan bridging VClaim untuk verifikasi dan klaim, serta Antrean Online BPJS untuk sinkronisasi jadwal.
- SATUSEHAT: Kerangka kerja berbasis FHIR ini secara fundamental menyelesaikan tantangan teknis utama integrasi wajib dengan platform SATUSEHAT. Kemampuannya untuk bertukar data rekam medis elektronik dalam format FHIR memastikan kepatuhan terhadap mandat nasional sejak awal, mengubah beban regulasi menjadi keunggulan arsitektural.

Dengan perencanaan integrasi yang matang, sistem ini dapat berfungsi sebagai jembatan yang menghubungkan berbagai silo data, bukan menjadi satu silo baru.

## 6.0 Kesimpulan

Sistem Agen Cerdas yang diuraikan dalam laporan ini, didukung oleh kerangka aplikasi berbasis FHIR, cloud, dan AI generatif, menawarkan lebih dari sekadar pembaruan teknologi. Ini adalah sebuah proposal arsitektur strategis yang dirancang untuk mengatasi akar masalah fragmentasi dan inefisiensi dalam manajemen sistem informasi kesehatan di Indonesia. Dengan memadukan modularitas agen perangkat lunak dengan kekuatan standar data terbuka dan kecerdasan buatan, arsitektur ini memberikan jalan menuju operasional rumah sakit yang lebih terintegrasi, efisien, dan cerdas.

Secara ringkas, sistem ini memberikan nilai strategis yang signifikan dengan cara:

1. Menyelesaikan masalah fragmentasi data dengan mengadopsi standar interoperabilitas FHIR sebagai bahasa komunikasi data yang seragam, memungkinkan pertukaran informasi yang bermakna antar sistem yang berbeda.
2. Meningkatkan efisiensi operasional dengan mengotomatiskan tugas-tugas administratif dan klinis melalui agen-agen spesialis, membebaskan tenaga kesehatan untuk lebih fokus pada perawatan pasien.
3. Menyediakan platform yang cerdas, aman, dan dapat diskalakan dengan memanfaatkan kekuatan AI generatif dari Gemini API untuk pemahaman dan penalaran, serta infrastruktur cloud untuk keandalan dan skalabilitas.
4. Memastikan kepatuhan terhadap regulasi nasional dengan arsitektur berbasis FHIR yang secara fundamental siap untuk integrasi wajib dengan platform SATUSEHAT dari Kementerian Kesehatan.

Pada akhirnya, adopsi arsitektur semacam ini memiliki potensi untuk tidak hanya menyederhanakan manajemen rumah sakit, tetapi juga secara fundamental mentransformasi cara penyampaian layanan kesehatan, menjadikannya lebih responsif, berbasis data, dan terpusat pada pasien, yang pada akhirnya meningkatkan kontinuitas perawatan dan keselamatan pasien di seluruh ekosistem kesehatan nasional.