

Nama : Novita Duwi Astuti
NIM : 12030124120063
Kelas : E
Dosen Pengampu : Dr. Totok Dewayanto, S.E., M.Si., Akt.

Laporan Analisis Kinerja Aplikasi Pusat Komando Rumah Sakit Berbasis AI

1.0 Pendahuluan

Implementasi Kecerdasan Buatan (AI) telah menjadi pilar strategis dalam evolusi Sistem Informasi Manajemen Rumah Sakit (SIMRS/HIMS). SIMRS modern berfungsi sebagai tulang punggung digital yang menghasilkan volume data yang sangat besar dan beragam—mulai dari teks catatan medis tidak terstruktur, citra radiologi, hingga data administratif—yang tidak mungkin lagi dikelola secara efisien dengan pendekatan manual. Tantangan ini menuntut adopsi teknologi cerdas yang mampu memproses, menganalisis, dan mengekstrak nilai dari data secara akurat dan *real-time*.

Arsitektur berbasis agen (*agent-based architecture*) yang dibahas dalam laporan ini secara fundamental mentransformasi SIMRS dari sekadar *sistem pencatatan* (system of record) yang pasif menjadi *sistem intelijen* (system of intelligence) yang proaktif. Integrasi ini bukan lagi pelengkap, melainkan komponen strategis yang berdampak langsung pada kesehatan finansial dan tata kelola klinis institusi. Dengan mengotomatiskan tugas-tugas kompleks dan menyediakan dukungan keputusan berbasis data, AI mengubah SIMRS menjadi otak operasional yang dinamis, meningkatkan efisiensi, dan memperkuat kualitas layanan pasien.

Laporan ini bertujuan untuk menganalisis secara mendalam arsitektur, fungsionalitas, alur kerja, dan kinerja Aplikasi Pusat Komando RS. Aplikasi ini dirancang sebagai sistem delegasi tugas cerdas berbasis AI, yang mengoordinasikan berbagai fungsi klinis dan administratif melalui agen-agen spesialis.

Analisis berikut akan dimulai dengan membedah konsep dan arsitektur sistem yang mendasari aplikasi ini, sebelum melangkah ke rincian fungsionalitas dan mekanisme operasionalnya.

2.0 Konsep dan Arsitektur Sistem Pusat Komando RS

Pondasi dari sistem AI yang efektif dalam lingkungan rumah sakit adalah arsitektur yang solid, yang mampu mengintegrasikan kecerdasan buatan ke dalam alur kerja klinis dan administratif yang sudah ada. Arsitektur yang dibahas dalam laporan ini, meskipun dapat dibuat prototipnya pada platform seperti Google AI Studio, dirancang untuk implementasi skala enterprise yang menuntut keamanan, skalabilitas, dan tata kelola data yang ketat. Arsitektur yang diusulkan adalah model *agent-based* yang canggih, sebuah pendekatan yang sangat relevan untuk mengelola kompleksitas data dan proses dalam konteks SIMRS modern.

2.1 Konsep Inti: Arsitektur Berbasis Agen (Agent-Based Architecture)

Konsep utama sistem ini adalah arsitektur berbasis agen, yang terdiri dari satu **Koordinator Pusat** (agen induk) dan empat **sub-agen spesialis**. Koordinator Pusat berfungsi sebagai

router cerdas yang menjadi titik masuk tunggal untuk semua permintaan pengguna, baik dari pasien maupun staf rumah sakit.

Tugas utama Koordinator Pusat adalah melakukan **analisis maksud (intent analysis)** terhadap setiap permintaan yang masuk untuk memahami tujuan pengguna secara akurat. Berdasarkan analisis ini, koordinator kemudian mendelegasikan seluruh permintaan ke sub-agensi yang paling relevan untuk diproses. Sesuai dengan prinsip desainnya, Koordinator Pusat secara tegas **dilarang** memproses permintaan secara mandiri; perannya terbatas pada analisis dan delegasi untuk memastikan efisiensi dan spesialisasi.

2.2 Arsitektur Teknis Pipeline AI

Untuk dapat beroperasi secara efektif, arsitektur berbasis agen ini ditopang oleh *pipeline* teknis AI yang terstruktur dalam beberapa lapisan. Setiap lapisan memiliki fungsi krusial dalam siklus hidup data, mulai dari pengumpulan hingga penyajian hasil akhir kepada pengguna.

1. **Lapisan Akuisisi Data (Data Ingestion Layer)** Lapisan ini berfungsi sebagai gerbang akuisisi data yang mengumpulkan informasi dari berbagai sumber di seluruh ekosistem rumah sakit. Sumber-sumber ini mencakup data terstruktur maupun tidak terstruktur dari sistem seperti Rekam Medis Elektronik (EMR/EHR), Sistem Informasi Laboratorium (LIS), Sistem Informasi Radiologi (RIS/PACS), dan perangkat medis IoT.
2. **Lapisan AI/ML (AI/ML Layer)** Lapisan ini adalah *intelligence engine* dari sistem, tempat data mentah diubah menjadi wawasan yang dapat ditindaklanjuti. Di sinilah keempat sub-agensi spesialis beroperasi, masing-masing dilengkapi dengan model AI yang sesuai dengan fungsinya. Teknologi yang dimanfaatkan mencakup *Natural Language Processing* (NLP) untuk memahami teks, Analitik Prediktif untuk peramalan, dan teknologi lainnya untuk mendukung tugas-tugas spesifik.
3. **Lapisan Integrasi dengan SIMRS (Integration with HIMS)** Setelah diproses oleh Lapisan AI/ML, hasil dan wawasan harus disajikan kembali ke pengguna dalam alur kerja mereka. Lapisan ini berfungsi sebagai jembatan yang mengintegrasikan output AI ke dalam SIMRS. Integrasi ini dicapai melalui *endpoint API* yang memungkinkan modul SIMRS lain memanggil layanan AI, serta melalui dasbor dan antarmuka klinis yang menampilkan peringatan atau rangkuman data secara intuitif.

Dengan demikian, arsitektur ini memastikan bahwa setiap permintaan diproses oleh modul spesialis dan hasilnya diintegrasikan kembali ke dalam ekosistem operasional rumah sakit. Bagian selanjutnya akan merinci fungsionalitas dari setiap agen yang beroperasi di dalam Lapisan AI/ML.

3.0 Konfigurasi dan Fungsionalitas Masing-Masing Agen

Keberhasilan arsitektur berbasis agen ini sangat bergantung pada spesialisasi dan fungsionalitas yang terdefinisi dengan jelas dari setiap sub-agensi. Masing-masing dirancang untuk menangani domain bisnis yang unik di dalam operasional rumah sakit, memastikan setiap tugas dieksekusi dengan keahlian dan kepatuhan terhadap proses bisnis yang relevan.

3.1 Sub-agensi Manajemen Pasien

- **Fungsi Utama:** Agen ini bertanggung jawab untuk mengelola proses pendaftaran pasien baru, memperbarui informasi kontak, dan mengambil data demografis dasar.
- **Konteks Strategis (AIS & RCM):** Dari perspektif Sistem Informasi Akuntansi (AIS), fungsi ini adalah proses *front-end* krusial dari *Revenue Cycle Management* (RCM). Dari perspektif RCM, akurasi data pada tahap ini sangat vital, karena kesalahan pendaftaran merupakan salah satu penyebab utama penolakan klaim (*claim denials*) yang secara langsung menggerus pendapatan dan memperpanjang siklus kas.
- **Harapan Keluaran:** Output yang diharapkan adalah konfirmasi pendaftaran yang berhasil dengan menyertakan ID pasien yang baru dibuat, atau konfirmasi bahwa data demografis dan kontak pasien telah diperbarui secara akurat dalam sistem.

3.2 Sub-agen Penjadwal Janji Temu

- **Fungsi Utama:** Agen ini dirancang khusus untuk menangani seluruh aspek penjadwalan, termasuk membuat janji temu baru, menjadwalkan ulang, membatalkan janji temu, dan menyediakan informasi mengenai slot waktu yang tersedia.
- **Konteks Strategis (Efisiensi Operasional):** Agen ini berfungsi sebagai *resource allocation subsystem* yang cerdas. Dengan mengotomatiskan penjadwalan, agen ini secara langsung mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya berharga seperti jadwal "dokter, ruang rawat, dan fasilitas penunjang". Hal ini tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional dan meminimalkan bottleneck, tetapi juga meningkatkan kualitas komunikasi dan pengalaman pasien.
- **Harapan Keluaran:** Output harus berupa konfirmasi penjadwalan atau pembatalan yang jelas dan tidak ambigu, yang mencakup detail waktu, lokasi, dan nama dokter yang relevan.

3.3 Sub-agen Rekam Medis

- **Fungsi Utama:** Agen ini memiliki tugas kritis untuk mengambil dan merangkum riwayat medis pasien, termasuk hasil laboratorium, diagnosis sebelumnya, dan rencana perawatan yang sedang berjalan.
- **Konteks Strategis (Keamanan Data & Dukungan Keputusan Klinis):** Ini adalah agen yang paling sensitif karena berinteraksi langsung dengan **Protected Health Information (PHI)**. Nilai strategis utamanya terletak pada kemampuannya untuk membuka akses terhadap data klinis yang selama ini tidak terjangkau oleh sistem otomatis; lebih dari 70% data klinis tersimpan dalam bentuk teks tidak terstruktur (misalnya, catatan dokter). Fungsinya memerlukan kapabilitas *Natural Language Processing* (NLP) yang canggih untuk mengekstrak dan menstandardisasi informasi tersebut. Mengingat sifat data yang diakses, prioritas mutlak bagi agen ini adalah kepatuhan terhadap regulasi privasi dan keamanan data, seperti HIPAA.
- **Harapan Keluaran:** Output dari agen ini tidak boleh berupa data mentah. Sebaliknya, agen harus menghasilkan **rangkuman teks yang terstruktur dengan baik**, ringkas, dan akurat secara klinis, yang siap digunakan oleh tenaga medis untuk mendukung pengambilan keputusan.

3.4 Sub-agen Penagihan dan Asuransi

- **Fungsi Utama:** Agen ini menangani semua interaksi yang berkaitan dengan aspek finansial pasien, termasuk menjawab pertanyaan tagihan, memproses pembayaran, menghasilkan faktur, dan membantu dalam proses verifikasi klaim asuransi.

- **Konteks Strategis (AIS & RCM):** Sebagai komponen inti dari AIS rumah sakit dan mesin operasional untuk RCM, agen ini memiliki implikasi langsung terhadap **Manajemen Arus Kas (Cash Flow Management)**. Perannya adalah menjadi mekanisme utama berbasis AI untuk menjaga likuiditas finansial dengan mempercepat pemrosesan klaim dan memastikan kemampuan audit. Setiap proses penagihan harus dipastikan memenuhi kriteria *allowable, valid, and adequately supported* untuk menghindari penolakan dan memastikan pendapatan diterima tepat waktu.
- **Harapan Keluaran:** Output yang diharapkan mencakup konfirmasi pemrosesan pembayaran yang berhasil, pembuatan faktur yang sesuai, dan jawaban yang jelas atas pertanyaan terkait klaim asuransi. Seluruh interaksi harus didokumentasikan untuk tujuan audit dan akuntabilitas.

Keempat agen ini, di bawah arahan Koordinator Pusat, membentuk sistem yang kuat. Bagian selanjutnya akan menjelaskan bagaimana Koordinator Pusat mengatur alur kerja delegasi antar-agennya.

4.0 Penjelasan Delegasi Tugas dari Agen Induk ke Sub-Agen

Inti dari arsitektur sistem ini adalah mekanisme delegasi cerdas yang dieksekusi oleh Koordinator Pusat. Mekanisme ini memastikan bahwa setiap permintaan pengguna, tidak peduli seberapa sederhana atau kompleksnya, secara efisien diarahkan dan ditangani oleh pakar fungsional yang tepat, sehingga mencegah ambiguitas dan menjamin pemrosesan yang akurat.

Alur kerja delegasi tugas dapat divisualisasikan dalam beberapa tahap kunci, mulai dari penerimaan input hingga penyampaian hasil akhir kepada pengguna, seperti yang diuraikan dalam tabel berikut:

Tahap	Proses di Koordinator Pusat	Fungsi Kritis
0. INPUT	Menerima permintaan dari pengguna (pasien, staf, dll.).	Permintaan dapat berupa teks atau suara.
1. ANALISIS INTENSI	Menganalisis maksud utama dari kueri pengguna.	Mengidentifikasi tujuan: Pendaftaran, Penjadwalan, Riwayat Medis, atau Penagihan.
2. DELEGASI	Memilih satu sub-agennya yang paling sesuai dan meneruskan semua informasi relevan.	Mematuhi prinsip untuk selalu mendelegasikan dan tidak memproses sendiri.
3. MENERIMA RESPON	Menerima hasil yang telah diproses dan divalidasi dari sub-agennya.	Hasil dapat berupa konfirmasi, rangkuman data, atau faktur.
4. FINALISASI	Mengirimkan jawaban akhir yang sudah diformat kembali ke pengguna.	Menyajikan output dalam format yang mudah dipahami.

Proses Analisis Intensi

Tahap **Analisis Intensi** adalah langkah yang paling kritis dalam alur kerja ini. Pada tahap inilah Koordinator Pusat memanfaatkan model pemahaman bahasa alami (*Natural Language Understanding*) untuk mengurai dan menginterpretasikan tujuan sebenarnya di balik

permintaan pengguna. Proses ini mampu membedakan nuansa antara permintaan yang terdengar mirip tetapi secara fungsional sangat berbeda. Sebagai contoh, sistem harus dapat membedakan dengan akurat antara permintaan "*Saya mau daftar sebagai pasien baru*" (yang harus didelegasikan ke Sub-agenn Manajemen Pasien) dan "*Saya mau daftar untuk janji temu besok*" (yang didelegasikan ke Sub-agenn Penjadwal Janji Temu).

Setelah alur kerja teoretis ini dipahami, penting untuk melihat bagaimana sistem ini beroperasi dalam skenario praktis, yang akan diilustrasikan pada bagian berikutnya.

5.0 Integrasi Alur Kerja Beserta Contoh

Nilai sebenarnya dari sistem pusat komando berbasis AI ini paling terlihat ketika diintegrasikan ke dalam alur kerja sehari-hari rumah sakit, di mana ia mampu menangani skenario pengguna yang nyata dan kompleks dengan lancar. Contoh berikut mengilustrasikan bagaimana arsitektur delegasi ini bekerja dalam praktik.

5.1 Contoh Skenario Pengguna

Bayangkan seorang pasien mengirimkan permintaan berikut ke sistem:

"Saya Budi, pasien lama. Saya perlu bertemu Dr. Ana hari Jumat dan butuh catatan dari kunjungan terakhir saya."

Berikut adalah langkah-langkah pemrosesan permintaan yang ambigu ini oleh sistem:

1. **Input & Analisis Intensi:** Koordinator Pusat menerima permintaan. Sebelum memproses maksud utama, sistem harus mengatasi ambiguitas "Saya Budi, pasien lama". Koordinator secara implisit memeriksa domain **Sub-agenn Manajemen Pasien** untuk memverifikasi identitas dan status pendaftaran "Budi" dalam sistem. Setelah identitas tervalifikasi, Koordinator mengidentifikasi dua maksud terpisah: (1) Penjadwalan Janji Temu dan (2) Pengambilan Rekam Medis.
2. **Delegasi Pertama:** Sistem memprioritaskan tugas pertama. Koordinator mendelegasikan permintaan "*Saya perlu bertemu Dr. Ana hari Jumat*" ke **Sub-agenn Penjadwal Janji Temu**.
3. **Proses & Respon Pertama:** Sub-agenn Penjadwal Janji Temu mengakses sistem, memeriksa ketersediaan Dr. Ana, dan mengembalikan respons konfirmasi jadwal. Koordinator meneruskan konfirmasi ini kepada pengguna.
4. **Delegasi Kedua:** Setelah tugas pertama selesai, Koordinator melanjutkan ke maksud kedua. Permintaan "*butuh catatan dari kunjungan terakhir saya*" didelegasikan ke **Sub-agenn Rekam Medis**.
5. **Proses & Respon Kedua:** Dengan protokol keamanan yang ketat, Sub-agenn Rekam Medis mengakses rekam medis elektronik pasien, menggunakan NLP untuk mengekstrak informasi relevan, dan menyusunnya menjadi rangkuman. Rangkuman terstruktur ini dikembalikan ke Koordinator, yang kemudian menyajikannya secara aman kepada pengguna.

5.2 Aspek Integrasi Teknis

Output yang dihasilkan oleh model AI harus terintegrasi secara mulus ke dalam alur kerja operasional rumah sakit untuk memberikan dampak nyata. Integrasi teknis ini umumnya dicapai melalui beberapa metode kunci:

- **API Endpoints:** Model AI diekspos sebagai layanan (*microservices*) melalui API. Hal ini memungkinkan modul lain dalam SIMRS (misalnya, modul pendaftaran) untuk memanggil fungsi AI secara langsung.
- **Dasbor & Antarmuka Klinis:** Wawasan penting seperti rangkuman rekam medis atau peringatan ditampilkan langsung di dasbor yang digunakan oleh dokter dan perawat (misalnya, peringatan risiko sepsis seperti yang disorot oleh Qiscus, atau prediksi risiko readmission yang disebutkan dalam literatur analitik RME). Ini memastikan informasi dapat diakses dengan cepat.
- **Integrasi ke *Clinical Decision Support System* (CDSS):** Untuk dukungan keputusan tingkat lanjut, rekomendasi yang dihasilkan AI dapat secara otomatis dimasukkan ke dalam CDSS, memberdayakan dokter untuk membuat keputusan berbasis bukti secara *real-time*.

Arsitektur dan alur kerja yang terintegrasi ini secara kolektif memberikan manfaat signifikan bagi operasional rumah sakit, yang akan dirangkum pada bagian kesimpulan.

6.0 Kesimpulan

Analisis terhadap Aplikasi Pusat Komando Rumah Sakit berbasis AI ini menyoroti beberapa temuan kunci yang menegaskan potensinya sebagai alat transformasi operasional.

- **Efektivitas Arsitektur Berbasis Agen:** Desain sistem yang mendelegasikan tugas-tugas kompleks ke modul-modul spesialis terbukti sangat efektif untuk menghasilkan pemrosesan yang lebih cepat, akurat, dan dapat diskalakan.
- **Keterkaitan Erat dengan Proses Bisnis Inti:** Setiap sub-agensi terintegrasi secara mendalam dengan proses bisnis inti rumah sakit seperti *Revenue Cycle Management* (RCM), alokasi sumber daya, dan kepatuhan data, memastikan AI memberikan nilai strategis yang nyata.
- **Peran Krusial Koordinator Pusat:** Koordinator Pusat berfungsi sebagai otak operasional yang mengatur alur kerja. Kemampuannya untuk melakukan analisis maksud secara akurat dan mendelegasikan tugas secara efisien adalah kunci keberhasilan sistem.
- **Fondasi Keamanan dan Tata Kelola Data:** Analisis ini menggarisbawahi penekanan mutlak pada keamanan, privasi, dan tata kelola data—khususnya untuk agen Rekam Medis dan Penagihan—sebagai fondasi yang menentukan kepercayaan dan keberlanjutan sistem.

Pada akhirnya, adopsi arsitektur ini bukanlah sekadar pembaruan IT, melainkan sebuah upaya rekayasa ulang proses bisnis fundamental yang esensial bagi kelangsungan finansial dan keunggulan kompetitif institusi layanan kesehatan modern. Sistem ini memiliki potensi luar biasa untuk mentransformasi operasional rumah sakit menjadi lebih cerdas, efisien, dan aman.

7.0 Saran

Untuk memaksimalkan potensi sistem ini sekaligus memitigasi risiko yang melekat, implementasinya memerlukan beberapa pertimbangan strategis yang cermat. Berikut adalah saran-saran yang direkomendasikan untuk memastikan peluncuran yang sukses dan berkelanjutan.

1. **Implementasi Platform *Enterprise-Grade*** Meskipun Google AI Studio baik untuk pembuatan prototipe, implementasi produksi yang menangani data kesehatan sensitif (PHI) harus menggunakan platform *enterprise-grade* seperti **Google Cloud Platform (Vertex AI)**. Alasan utamanya adalah kepatuhan; platform ini memungkinkan penandatanganan *Business Associate Agreement* (BAA) yang merupakan syarat hukum kepatuhan HIPAA, serta menawarkan kontrol keamanan, tata kelola data, dan skalabilitas yang superior.
2. **Membangun Tata Kelola Data yang Kuat** Dari sudut pandang audit dan kontrol internal AIS, pembentukan kebijakan tata kelola data (*data governance*) yang kuat sebelum implementasi bukanlah pilihan, melainkan prasyarat mutlak untuk memitigasi risiko. Kebijakan ini harus mencakup standar kualitas data, protokol privasi, dan mekanisme untuk mengaudit serta mencegah potensi bias algoritma, memastikan output yang dihasilkan dapat dipercaya dan adil.
3. **Pendekatan Implementasi Bertahap (*Phased Rollout*)** Meluncurkan semua fungsionalitas agen secara serentak menimbulkan risiko operasional yang tinggi. Disarankan untuk menerapkan pendekatan bertahap: mulailah dengan agen yang berisiko lebih rendah, seperti **Sub-agen Penjadwal Janji Temu**. Setelah keberhasilannya terbukti, lanjutkan dengan implementasi agen yang menangani data sangat sensitif, seperti **Sub-agen Rekam Medis** dan **Sub-agen Penagihan**.
4. **Pelatihan Pengguna dan Manajemen Perubahan** Investasi dalam pelatihan komprehensif bagi staf medis dan administratif adalah suatu keharusan. Keberhasilan adopsi bergantung pada seberapa baik pengguna memahami cara berinteraksi dengan sistem dan mempercayai output AI. Penelitian yang dilakukan di rumah sakit Indonesia mengonfirmasi bahwa "komitmen manajemen puncak dan pelatihan pengguna" merupakan faktor yang signifikan secara statistik untuk keberhasilan implementasi Sistem Informasi Akuntansi (AIS).