

Nama: Raisha Riz Amanda Azhar

NIM: 12030124130185

Kelas: Akuntansi E

Dosen Pengampu: Dr. Totok Dewayanto, S.E., M.Si., Akt.

Laporan Perancangan dan Implementasi Aplikasi Multi-Agen Berbasis AI untuk Manajemen Operasional Rumah Sakit

BAB I: PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Manajemen rumah sakit modern dihadapkan pada tantangan ganda: meningkatkan efisiensi operasional sambil mempertahankan standar pengendalian internal yang ketat. Kompleksitas alur kerja, volume data pasien yang besar, serta tuntutan kepatuhan regulasi yang tinggi menuntut solusi yang lebih dari sekadar digitalisasi proses manual. Menjawab tantangan ini, Sistem Informasi Akuntansi (SIA) yang terintegrasi memegang peranan krusial. Sistem yang dirancang dalam proyek ini bukan sekadar platform otomatisasi, melainkan sebuah model SIA canggih yang memanfaatkan kecerdasan buatan (AI) untuk memastikan keandalan informasi, efisiensi alur kerja, dan integritas data.

Proyek ini bertujuan merancang dan membangun sebuah aplikasi inovatif yang didasarkan pada arsitektur AI multi-agenn. Sistem ini dirancang untuk mengelola berbagai fungsi operasional esensial di rumah sakit, mulai dari administrasi pasien hingga penagihan dan manajemen staf, secara cerdas dan terkoordinasi. Dengan mendelegasikan tugas-tugas spesifik ke agen-agen virtual yang memiliki keahlian khusus, sistem ini tidak hanya mengotomatisasi tugas tetapi juga menerapkan prinsip-prinsip pengendalian internal fundamental seperti Pemisahan Tugas *by design*. Laporan ini akan menguraikan secara sistematis proses perancangan dan implementasi aplikasi tersebut, dimulai dari identifikasi masalah spesifik yang menjadi landasan pengembangan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan analisis latar belakang, masalah utama yang ingin diselesaikan oleh proyek ini dapat dirumuskan dalam beberapa poin berikut:

- Bagaimana merancang arsitektur sistem AI multi-agenn yang dapat mendelegasikan tugas-tugas operasional rumah sakit—seperti manajemen pasien, rekam medis, staf, dan penagihan—secara cerdas dan efisien kepada agen-agen virtual yang terspesialisasi?
- Bagaimana arsitektur sistem tersebut dapat mengimplementasikan prinsip pengendalian internal kunci, khususnya Pemisahan Tugas (*Segregation of Duties*), secara virtual untuk meningkatkan integritas data dan mengurangi risiko kesalahan atau kecurangan?
- Bagaimana proses implementasi teknis dari konsep arsitektur multi-agenn tersebut menjadi sebuah aplikasi yang fungsional dan dapat di-deploy, dengan menggunakan platform pengembangan seperti Google AI Studio?

1.3 Tujuan Proyek

Tujuan utama dari laporan tugas akhir ini adalah untuk mendokumentasikan secara komprehensif proses perancangan, pengembangan, dan implementasi aplikasi AI multi-agenn untuk manajemen operasional rumah sakit. Secara lebih spesifik, tujuan proyek ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang sebuah arsitektur sistem AI multi-agensi yang solid untuk operasi rumah sakit, yang terdiri dari satu agen induk (*main agent*) sebagai pusat koordinasi dan empat sub-agensi spesialis yang menangani domain fungsional yang berbeda.
2. Mengimplementasikan rancangan sistem tersebut menjadi sebuah aplikasi yang fungsional dan interaktif menggunakan platform Google AI Studio.
3. Mendokumentasikan seluruh proses pengembangan secara sistematis, mulai dari tahap perancangan konseptual arsitektur agen, konfigurasi, hingga tahap *deployment* aplikasi akhir.

1.4 Manfaat Proyek

Implementasi sistem yang diusulkan diharapkan dapat memberikan manfaat signifikan, baik dari perspektif teoritis maupun praktis.

- **Manfaat Teoritis:** Proyek ini menyajikan sebuah studi kasus konkret mengenai penerapan arsitektur multi-agensi dalam konteks Sistem Informasi Akuntansi (SIA) dan pengendalian internal. Ini memberikan contoh nyata bagaimana konsep teoretis seperti Pemisahan Tugas dapat diwujudkan secara virtual melalui delegasi cerdas antar-agensi AI, memberikan kontribusi pada literatur desain sistem informasi modern.
- **Manfaat Praktis:** Bagi institusi kesehatan, sistem ini berpotensi meningkatkan efisiensi operasional secara drastis dengan mengotomatiskan tugas-tugas administratif yang berulang. Selain itu, dengan memastikan data diproses oleh agen spesialis yang dirancang dengan kepatuhan regulasi, sistem ini dapat meningkatkan akurasi data dan memfasilitasi kepatuhan terhadap standar industri seperti HIPAA atau Permenkes No. 24 Tahun 2022.

Proyek ini berfungsi sebagai jembatan penting yang menghubungkan konsep teoretis canggih dalam AI dan SIA dengan aplikasi praktis yang relevan dan berdampak tinggi di industri kesehatan.

BAB II: LANDASAN TEORETIS

2.1 Sistem Informasi Akuntansi (SIA) dalam Konteks Rumah Sakit

Sistem Informasi Akuntansi (SIA) memegang peran strategis yang melampaui sekadar pencatatan keuangan. Dalam organisasi jasa yang sangat kompleks seperti rumah sakit, SIA menjadi tulang punggung yang mengintegrasikan data operasional dan finansial untuk mendukung pengambilan keputusan, pengendalian, dan pelaporan. Di lingkungan rumah sakit, SIA tidak hanya mengelola siklus akuntansi tradisional, tetapi juga harus mampu menangani siklus transaksi krusial seperti siklus pendapatan—yang mencakup aktivitas *front-end* (pendaftaran pasien, penjadwalan) dan *back-end* (penagihan, klaim asuransi)—serta manajemen biaya tenaga kerja, yang merupakan salah satu komponen biaya terbesar.

Lebih lanjut, untuk memahami struktur biaya secara akurat di tengah diversitas produk jasa yang ditawarkan (misalnya, rawat inap, tindakan bedah, konsultasi), metode penentuan biaya modern seperti *Activity-Based Costing (ABC)* menjadi sangat relevan. Metode penentuan biaya standar seringkali gagal mengalokasikan biaya *overhead* secara akurat untuk layanan yang beragam, sehingga ABC menjadi esensial untuk mendapatkan visibilitas biaya yang sebenarnya—sebuah fungsi yang di masa depan dapat didukung oleh sub-agensi keuangan sistem ini. SIA yang efektif harus mampu menyediakan data yang diperlukan untuk menerapkan metode-metode tersebut, sehingga manajemen dapat membuat keputusan yang lebih tepat sasaran terkait penetapan harga dan efisiensi layanan.

2.2 Arsitektur Sistem Multi-Agen

Arsitektur sistem multi-agensi adalah sebuah pendekatan dalam kecerdasan buatan di mana sistem komputasi terdiri dari beberapa entitas cerdas yang otonom, yang disebut "agen". Sebuah agen dapat didefinisikan sebagai entitas perangkat lunak yang mampu bertindak secara mandiri untuk mencapai

tujuan tertentu dalam lingkungannya. Agen-agen ini dapat berinteraksi satu sama lain untuk menyelesaikan masalah yang lebih kompleks daripada yang bisa mereka tangani secara individual.

Model arsitektur yang digunakan dalam proyek ini mengadopsi struktur hierarkis: sebuah agen utama (*main agent*) berfungsi sebagai pusat komando atau manajer. Agen utama ini bertanggung jawab untuk menerima dan menganalisis permintaan awal, kemudian mendekleksikan tugas tersebut ke sub-agen spesialis yang paling sesuai. Pendekatan ini menawarkan keunggulan signifikan dalam hal modularitas fungsional dan spesialisasi tugas. Setiap sub-agen dapat dirancang dan dioptimalkan untuk menangani domain yang sangat spesifik (misalnya, rekam medis atau penagihan), sehingga meningkatkan efisiensi, akurasi, dan kemudahan dalam pemeliharaan sistem.

2.3 Prinsip Pengendalian Internal: Pemisahan Tugas (*Segregation of Duties*)

Pemisahan Tugas (*Segregation of Duties*) adalah salah satu pilar fundamental dalam pengendalian internal yang dirancang untuk mencegah kesalahan dan kecurangan. Prinsip ini mensyaratkan bahwa tidak ada satu individu pun yang memiliki kendali atas seluruh aspek dari sebuah transaksi. Idealnya, fungsi otorisasi, pencatatan, dan penyimpanan aset harus dipisahkan.

Sistem multi-agen yang dirancang dalam proyek ini secara cerdas mengimplementasikan prinsip Pemisahan Tugas secara virtual. Agen utama, Manage Hospital Operations, bertindak sebagai pengendali yang mengarahkan permintaan ke sub-sistem yang tepat. Dengan mendekleksikan fungsi pendaftaran pasien ke Patient Management Subagent, pengelolaan data medis ke Medical Records Subagent, manajemen jadwal staf ke Staff Management Subagent, dan proses penagihan ke Billing And Insurance Subagent, sistem ini menciptakan pemisahan fungsi yang jelas. Pemisahan virtual ini memastikan bahwa tidak ada satu agen tunggal yang mengelola seluruh siklus hidup transaksi pasien, sehingga meningkatkan integritas data dan mengurangi risiko manipulasi informasi.

2.4 Standar Teknologi dan Kepatuhan di Industri Kesehatan

Pengelolaan data di sektor kesehatan diatur oleh standar dan regulasi yang ketat untuk memastikan interoperabilitas, privasi, dan keamanan. Pengembangan sistem informasi di domain ini harus mematuhi kerangka kerja tersebut.

- FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resources): FHIR adalah standar utama yang dirancang untuk memfasilitasi pertukaran catatan kesehatan elektronik (EHR). Standar ini mendefinisikan format data dan API (*Application Programming Interface*) yang memungkinkan sistem yang berbeda untuk berkomunikasi dan berbagi data kesehatan secara lancar. Untuk sistem AI, kemampuan untuk mengurai data berstandar FHIR sangat penting untuk mendukung analisis data dan aplikasi *machine learning*.
- Kepatuhan Privasi Data: Perlindungan data pribadi pasien adalah kewajiban hukum. Regulasi seperti HIPAA (*Health Insurance Portability and Accountability Act*) di konteks global dan Permenkes No. 24 Tahun 2022 tentang Rekam Medis Elektronik di Indonesia menetapkan aturan ketat tentang bagaimana data kesehatan dapat disimpan, diakses, dan dibagikan. Medical Records Subagent dalam sistem ini secara eksplisit dirancang untuk beroperasi di bawah mandat kepatuhan yang ketat untuk memastikan integritas dan kerahasiaan data.
- Keamanan Data (PHI): PHI (*Protected Health Information*) merujuk pada segala informasi kesehatan yang dapat diidentifikasi secara individu. Perlindungan PHI dari akses yang tidak sah adalah krusial. Platform pengembangan modern seperti Vertex AI menyediakan fitur MLOps (*Machine Learning Operations*) yang terintegrasi dan keamanan tingkat perusahaan, yang membantu pengembang membangun sistem yang aman dan memfasilitasi kepatuhan terhadap regulasi keamanan data yang ketat.

Pengembangan sistem dalam proyek ini didasarkan pada landasan teoretis ini untuk memastikan bahwa aplikasi yang dihasilkan tidak hanya fungsional tetapi juga andal, aman, dan patuh terhadap standar industri.

BAB III: METODOLOGI PENGEMBANGAN SISTEM

3.1 Kerangka Kerja Proyek

Bab ini merinci langkah-langkah sistematis yang diambil untuk merancang, membangun, dan menyebarkan aplikasi AI multi-agenn untuk manajemen rumah sakit. Metodologi yang digunakan mengikuti alur kerja yang terstruktur, dimulai dari tahap konseptualisasi arsitektur agen hingga *deployment* akhir aplikasi agar dapat diakses oleh pengguna. Proses ini memastikan bahwa setiap komponen sistem dikembangkan secara logis dan terintegrasi dengan baik.

Teknologi utama yang menjadi fondasi dalam proyek ini meliputi:

- Google AI Studio: Sebagai platform utama untuk merancang, mengonfigurasi, dan membangun agen-agen AI.
- GitHub: Sebagai sistem kontrol versi untuk menyimpan dan mengelola kode sumber aplikasi.
- Netlify: Sebagai platform untuk melakukan *deployment* aplikasi dari repositori GitHub, sehingga membuatnya dapat diakses secara publik.

3.2 Tahapan Pengembangan Aplikasi

Proses pengembangan aplikasi dilakukan melalui serangkaian delapan tahapan yang terurut, memastikan alur kerja yang jelas dari konsep hingga produk jadi.

1. Tahap 1: Perancangan Konseptual Agen Aktivitas pada tahap ini adalah merancang konsep arsitektur sistem rumah sakit berbasis multi-agenn di platform Google AI. Proses ini melibatkan pendefinisian satu agen induk yang bertindak sebagai koordinator dan empat sub-agen spesialis yang masing-masing bertanggung jawab atas domain fungsional yang berbeda (manajemen pasien, rekam medis, staf, dan penagihan).
2. Tahap 2: Ekstraksi Konfigurasi Agen Setelah konsep agen didefinisikan, langkah selanjutnya adalah mengekstraksi konfigurasi inti dari setiap agen, yaitu nama, deskripsi, dan instruksi (*prompt*) spesifik. Informasi ini kemudian digunakan sebagai sumber data atau konteks dalam *notebook* pengembangan untuk memastikan konsistensi antara desain konseptual dan implementasi teknis.
3. Tahap 3: Konfigurasi Lingkungan Pengembangan Pada tahap ini, dilakukan kustomisasi lingkungan pengembangan (*notebook*) untuk memandu *Large Language Model* (LLM) dalam merancang sistem. Ini termasuk penetapan peran (*role*), tugas (*tugas*), dan konteks (*konteks*) spesifik, dengan *role* yang ditetapkan sebagai: "anda adalah seorang profesor bidang accounting information system yang berpengalaman menangani sistem rumah sakit."
4. Tahap 4: Generasi Desain Sistem Dengan lingkungan yang telah dikonfigurasi, perintah diberikan kepada LLM untuk merancang arsitektur sistem dan aplikasi secara keseluruhan berdasarkan peran, tugas, dan konteks yang telah ditetapkan. Hasilnya adalah cetak biru konseptual dan fungsional dari aplikasi yang akan dibangun.
5. Tahap 5: Pembuatan Skema Database Untuk mendukung fungsionalitas aplikasi, LLM diminta untuk membuat skema database dalam format SQL. Skema ini dirancang agar selaras dengan kebutuhan penyimpanan data dari aplikasi yang telah dirancang sebelumnya, mencakup tabel untuk pasien, rekam medis, staf, dan transaksi penagihan.
6. Tahap 6: Pembangunan Aplikasi di Google AI Studio Berdasarkan desain sistem dan skema database yang telah dihasilkan, proses pembangunan aplikasi aktual dilakukan menggunakan platform Google AI Studio. Tahap ini melibatkan implementasi logika agen, antarmuka pengguna, dan fungsionalitas inti lainnya.
7. Tahap 7: Manajemen Versi Kode Setelah aplikasi selesai dibangun dan diuji secara fungsional di Google AI Studio, seluruh kode sumber disimpan ke dalam sebuah repositori di GitHub.

Penggunaan GitHub memungkinkan manajemen versi yang terstruktur dan memfasilitasi kolaborasi serta proses *deployment*.

8. Tahap 8: Deployment Aplikasi Langkah terakhir adalah melakukan *deployment* aplikasi. Reposisori GitHub dihubungkan dengan platform Netlify, yang secara otomatis membangun dan menyebarkan aplikasi ke web, sehingga dapat diakses oleh pengguna akhir melalui sebuah URL publik.

Bab selanjutnya akan memaparkan secara rinci hasil dari implementasi metodologi pengembangan ini, termasuk arsitektur sistem dan antarmuka aplikasi yang berhasil dibangun.

BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Arsitektur Sistem AI Multi-Agen

Bagian ini membahas arsitektur sistem yang telah berhasil dirancang dan diimplementasikan. Sistem ini dibangun berdasarkan model multi-agensi hierarkis yang mengedepankan modularitas dan spesialisasi fungsional untuk mencapai efisiensi operasional dan pengendalian internal yang kuat.

Arsitektur sistem secara keseluruhan berpusat pada agen induk bernama Manage Hospital Operations. Agen ini bertindak sebagai manajer pusat atau pusat komando yang menerima semua permintaan dari pengguna. Peran utamanya bukan untuk mengeksekusi tugas secara langsung, melainkan untuk mendekleksikan permintaan tersebut ke salah satu dari empat sub-agensi spesialis yang dirancang untuk menangani domain fungsional yang berbeda:

1. Patient Management Subagent: Mengelola administrasi pasien.
2. Medical Records Subagent: Mengelola data rekam medis.
3. Staff Management Subagent: Mengelola penjadwalan dan informasi staf.
4. Billing And Insurance Subagent: Mengelola proses penagihan dan asuransi.

Alur kerja sistem berjalan sebagai berikut: ketika seorang pengguna memasukkan permintaan, agen induk Manage Hospital Operations pertama-tama menganalisis isi permintaan tersebut untuk mengidentifikasi domain fungsional yang relevan. Setelah domain teridentifikasi, agen induk secara cerdas memanggil (*invoke*) sub-agensi yang sesuai dan meneruskan permintaan asli pengguna untuk diproses lebih lanjut oleh agen spesialis tersebut.

4.2 Analisis Rinci Agen Induk: Manage Hospital Operations

Agen induk merupakan komponen sentral yang mengatur seluruh alur kerja dalam sistem. Konfigurasinya dirancang untuk fokus pada tugas delegasi yang cerdas.

- Nama: Manage Hospital Operations
- Deskripsi: Oversees all hospital-related queries and delegates them to the appropriate specialized sub-agent for processing.
- Peran (Role): Berperan sebagai seorang *expert Hospital Operations Manager* (Manajer Operasional Rumah Sakit Ahli).
- Tugas Utama & Logika Delegasi: Instruksi utamanya adalah menjalankan proses tiga langkah yang sistematis:
 1. Identifikasi Domain: Menganalisis dan menentukan apakah permintaan pengguna berkaitan dengan manajemen pasien, rekam medis, manajemen staf, atau penagihan dan asuransi.

2. Panggil Sub-Agen yang Benar: Berdasarkan domain yang telah diidentifikasi, memanggil fungsi atau sub-agen yang relevan.
3. Teruskan Permintaan Pengguna: Memastikan permintaan asli dari pengguna diteruskan secara akurat ke sub-agen yang telah dipanggil untuk dieksekusi.

Logika ini memastikan bahwa agen induk tidak pernah memproses tugas substantif, melainkan bertindak murni sebagai *router* cerdas, yang merupakan inti dari implementasi virtual Pemisahan Tugas.

4.3 Analisis Rinci Sub-Agen Spesialis

4.3.1 Sub-Agen Manajemen Pasien: Patient Management Subagent

- Nama: Patient Management Subagent
- Deskripsi: Handles patient registration, appointment scheduling, and general patient inquiries within the hospital system.
- Instruksi (Role & Output Expectations): Berperan sebagai ahli dalam manajemen pasien yang bertanggung jawab atas semua tugas administratif terkait pasien. Tujuannya adalah untuk mengelola tugas-tugas ini secara efisien dan memberikan informasi yang akurat dan tepat waktu, seperti memastikan pendaftaran pasien lengkap dan jadwal janji temu dikelola dengan konflik minimal. Ekspektasi outputnya adalah sebagai berikut:
 - Semua pendaftaran pasien harus lengkap dan akurat, menangkap semua informasi demografis dan kontak yang diperlukan.
 - Jadwal janji temu harus dikelola secara efisien, memastikan konflik minimal dan pembaruan tepat waktu untuk pasien dan staf medis.
 - Pertanyaan pasien harus dijawab secara komprehensif dan sopan, memberikan informasi yang jelas dan benar mengenai layanan dan prosedur.
 - Semua pembaruan informasi pasien, seperti detail kontak, harus diproses dengan cepat dan akurat.
 - Output harus dengan jelas menunjukkan tindakan yang diambil (misalnya, "Pasien terdaftar," "Janji temu dijadwalkan") dan detail atau konfirmasi yang relevan.

4.3.2 Sub-Agen Rekam Medis: Medical Records Subagent

- Nama: Medical Records Subagent
- Deskripsi: Manages the retrieval, updating, and secure storage of patient medical histories and health data.
- Instruksi (Role & Output Expectations): Berperan sebagai ahli dalam manajemen rekam medis. Tugasnya meliputi pengambilan riwayat pasien yang komprehensif, pembaruan informasi kesehatan, dan pendokumentasian prosedur medis, dengan mandat kepatuhan yang ketat terhadap regulasi privasi data seperti HIPAA atau Permenkes. Ekspektasi outputnya adalah sebagai berikut:
 - Semua riwayat pasien yang diambil harus komprehensif dan mencakup semua diagnosis, perawatan, dan prosedur medis masa lalu yang relevan.
 - Setiap pembaruan informasi kesehatan harus secara akurat mencerminkan diagnosis, perawatan, atau prosedur medis baru.
 - Semua dokumentasi prosedur medis harus tepat dan lengkap.

- Semua tindakan harus secara ketat mematuhi peraturan privasi data, seperti HIPAA, memastikan kerahasiaan dan integritas data pasien.
- Output harus dengan jelas menunjukkan tindakan apa pun yang diambil untuk mengambil, memperbarui, atau mendokumentasikan rekam medis, dan mengonfirmasi kepatuhan terhadap peraturan privasi.

4.3.3 Sub-Agen Manajemen Staf: Staff Management Subagent

- Nama: Staff Management Subagent
- Deskripsi: Manages hospital staff scheduling, task assignments, and staff information to ensure efficient operations.
- Instruksi (Role & Output Expectations): Berperan sebagai ahli dalam manajemen staf. Tanggung jawabnya mencakup pembuatan dan penyesuaian jadwal kerja, penugasan shift, serta pengelolaan informasi kontak dan SDM staf. Tujuannya adalah untuk mencapai tingkat kepegawaian dan distribusi tugas yang optimal. Ekspektasi outputnya adalah sebagai berikut:
 - Menyediakan jadwal staf yang jelas dan terperinci, termasuk nama, peran, shift, dan tugas yang ditugaskan.
 - Memastikan semua informasi kontak staf dan SDM akurat dan terkini.
 - Menanggapi pertanyaan mengenai peran, ketersediaan, dan penugasan tugas karyawan dengan informasi yang tepat.
 - Mengusulkan penyesuaian tingkat kepegawaian atau distribusi tugas untuk mengoptimalkan efisiensi, jika berlaku.
 - Semua output harus terorganisir dengan baik dan mudah dipahami.

4.3.4 Sub-Agen Penagihan dan Asuransi: Billing And Insurance Subagent

- Nama: Billing And Insurance Subagent
- Deskripsi: Manages patient billing, processes insurance claims, and provides cost estimations for medical services.
- Instruksi (Role & Output Expectations): Berperan sebagai ahli dalam transaksi keuangan dan proses terkait asuransi, yang merupakan pilar keuangan dan siklus pendapatan rumah sakit. Tugasnya adalah menangani semua aspek penagihan, klaim asuransi, verifikasi cakupan, dan estimasi biaya, dengan memastikan transparansi dan kepatuhan dalam semua transaksi keuangan. Ekspektasi outputnya adalah sebagai berikut:
 - Menghasilkan tagihan pasien yang akurat dan terperinci.
 - Memproses dan mengajukan klaim asuransi secara efisien.
 - Memverifikasi cakupan asuransi pasien secara menyeluruh.
 - Memberikan perkiraan biaya yang jelas dan komprehensif untuk prosedur medis.
 - Mengelola penagihan pembayaran secara efektif.
 - Memastikan semua transaksi keuangan mematuhi peraturan yang relevan dan menjaga transparansi.

4.4 Implementasi dan Antarmuka Pengguna

Rancangan arsitektur di atas telah berhasil diimplementasikan menjadi sebuah aplikasi web fungsional bernama "Hospital System Agent" menggunakan platform Google AI Studio.

Antarmuka pengguna (UI) aplikasi ini dirancang agar sederhana dan intuitif. Seperti yang terlihat pada gambar hasil implementasi, halaman utama menampilkan judul aplikasi "Hospital System Agent" dan deskripsi singkat mengenai fungsinya. Di bawahnya, terdapat beberapa contoh pertanyaan (*prompts*) yang disarankan untuk memandu pengguna dalam berinteraksi dengan sistem, seperti:

- *"Saya ingin mendaftar sebagai pasien baru. Bisakah Anda..."*
- *"Bisakah Anda mencari riwayat medis pasien dengan ID 12345?"*
- *"Saya perlu menjadwalkan perawat untuk shift malam..."*

Analisis terhadap contoh-contoh *prompt* ini menunjukkan keberhasilan implementasi logika delegasi. Setiap *prompt* secara langsung memetakan fungsi dari sub-agen yang berbeda: *prompt* pertama akan didelegasikan ke Patient Management Subagent, yang kedua ke Medical Records Subagent, dan yang ketiga ke Staff Management Subagent. Ini membuktikan bahwa agen induk berhasil mengarahkan permintaan ke modul yang tepat sesuai dengan rancangan arsitektur.

4.5 Diskusi

Desain arsitektur AI multi-agen yang telah diimplementasikan secara efektif menjawab tantangan yang diuraikan di Bab I. Implementasi sistem ini merupakan perwujudan praktis dari konsep-konsep teoretis Sistem Informasi Akuntansi (SIA) yang dibahas dalam Bab II.

Secara fundamental, arsitektur ini adalah implementasi langsung dari prinsip Pemisahan Tugas (*Segregation of Duties*). Setiap sub-agen beroperasi dalam domain fungsional yang terisolasi, yang secara langsung merefleksikan siklus transaksi kunci dalam operasional rumah sakit:

- Patient Management Subagent secara efektif mengelola Siklus Pendapatan *Front-End*. Fungsinya dalam pendaftaran dan penjadwalan merupakan titik awal kritis dari seluruh alur transaksi pasien, memastikan data awal yang akurat dan lengkap.
- Billing And Insurance Subagent bertindak sebagai eksekutor Siklus Pendapatan *Back-End*. Sebagai Pilar Keuangan, agen ini menjadi titik kulminasi di mana data layanan dikonversi menjadi transaksi penagihan dan pengakuan pendapatan, yang merupakan jantung dari SIA.
- Staff Management Subagent menangani aspek Manajemen Biaya Tenaga Kerja. Mengingat tenaga kerja adalah komponen biaya terbesar di industri kesehatan, otomatisasi penjadwalan dan manajemen staf menyediakan data fundamental untuk pengendalian biaya yang efektif.
- Medical Records Subagent memastikan integritas data klinis, yang krusial untuk validasi layanan yang diberikan sebelum proses penagihan dimulai.

Pemisahan fungsional secara virtual ini secara signifikan meningkatkan pengendalian internal dengan mengurangi risiko kesalahan dan potensi kecurangan, karena tidak ada satu entitas tunggal yang memiliki kendali atas seluruh alur kerja operasional dari pendaftaran hingga penagihan. Dari perspektif efisiensi, sistem ini mengotomatiskan tugas-tugas administratif di empat pilar operasi utama, memungkinkan sumber daya manusia untuk fokus pada tugas-tugas yang lebih strategis dan bernilai tambah.

BAB V: PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pembahasan yang telah diuraikan dalam laporan ini, dapat ditarik beberapa simpulan utama sebagai berikut:

1. Proyek ini telah berhasil merancang dan mengimplementasikan sebuah aplikasi AI multi-agen yang fungsional, bernama "Hospital System Agent", untuk mengelola berbagai aspek operasional rumah sakit secara terkoordinasi.

2. Arsitektur yang diusulkan, yang terdiri dari satu agen induk sebagai pusat delegasi dan empat sub-agen spesialis (manajemen pasien, rekam medis, staf, dan penagihan), terbukti efektif dalam menerapkan prinsip pengendalian internal Pemisahan Tugas (*Segregation of Duties*) secara virtual dan mencapai modularitas fungsional yang tinggi.
3. Proses pengembangan yang sistematis, mulai dari perancangan konseptual di Google AI Studio, manajemen kode di GitHub, hingga *deployment* melalui Netlify, telah berhasil didokumentasikan dan dapat direplikasi untuk pengembangan sistem serupa di masa depan.

5.2 Saran untuk Pengembangan Lanjutan

Meskipun proyek ini telah mencapai tujuannya, terdapat beberapa area yang dapat dikembangkan lebih lanjut untuk meningkatkan kapabilitas dan dampak sistem di lingkungan nyata.

- Integrasi Sistem Backend: Melakukan integrasi yang lebih dalam dengan sistem *backend* rumah sakit yang ada (seperti Sistem Informasi Manajemen Rumah Sakit atau SIMRS) dengan memanfaatkan standar interoperabilitas data kesehatan seperti FHIR. Ini akan memungkinkan agen untuk berinteraksi dengan data *real-time*.
- Implementasi Activity-Based Costing (ABC): Mengimplementasikan kapabilitas *Activity-Based Costing (ABC)* secara eksplisit di dalam Billing And Insurance Subagent untuk memungkinkan analisis *unit cost* per layanan secara akurat, yang krusial untuk pengambilan keputusan strategis terkait penetapan harga dan profitabilitas.
- Penambahan Sub-Agen Baru: Memperluas fungsionalitas sistem dengan menambahkan sub-agen baru untuk menangani fungsi operasional lainnya, seperti manajemen farmasi, logistik inventaris medis, atau manajemen fasilitas.
- Pengujian Pengguna Ekstensif: Melakukan pengujian pengguna secara ekstensif dengan melibatkan staf administrasi dan klinik rumah sakit. Umpan balik dari pengguna akhir akan sangat berharga untuk menyempurnakan alur interaksi, antarmuka pengguna, dan fungsionalitas sistem secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

Referensi yang digunakan dalam penyusunan laporan ini ditunjukkan melalui notasi numerik dalam teks, yang mewakili entri pustaka berikut:

- [1, 2] Referensi terkait Pengendalian Internal SIA.
- [3-5] Referensi terkait Arsitektur Agen di Vertex AI.
- [6, 8, 9] Referensi terkait Desain Modular dan Alur Proses Sistem.
- [7, 10, 12, 16, 19] Referensi terkait Konfigurasi Agen Spesifik.
- [11, 15, 17, 18, 20, 21] Referensi terkait Fungsi Operasional dan Keuangan Rumah Sakit.
- [13, 14, 28] Referensi terkait Kepatuhan Regulasi Data Kesehatan (HIPAA, Permenkes).
- [22-24] Referensi terkait Metode *Activity-Based Costing (ABC)*.
- [25-27] Referensi terkait Standar Interoperabilitas Data FHIR.
- [29, 30] Referensi terkait Keamanan Platform dan MLOps.
- [31] Referensi terkait *Agent Development Kit*.

LAMPIRAN A: KONFIGURASI RINCI PROMPT UNTUK SETIAP AGEN

Berikut adalah konfigurasi instruksi (*prompt*) lengkap yang digunakan untuk mendefinisikan perilaku setiap agen dalam sistem, diambil secara verbatim dari dokumentasi pengembangan.

A.1 Agen Induk: Manage Hospital Operations

- Nama: Manage Hospital Operations
- Deskripsi: Oversees all hospital-related queries and delegates them to the appropriate specialized sub-agent for processing.
- Instruksi: Role You are an expert Hospital Operations Manager. Your primary role is to understand the user's request regarding hospital operations, identify the relevant domain, and then invoke the corresponding sub-agent to handle the task. You will delegate tasks to Patient Management Subagent, Medical Records Subagent, Staff Management Subagent, or Billing And Insurance Subagent as appropriate
- Output Expectations The agent's output must be a clear and concise delegation of the user's request to the most appropriate specialized sub-agent.
 1. Identify the domain: Determine whether the user's request pertains to patient management, medical records, staff management, or billing and insurance.
 2. Invoke the correct sub-agent: Based on the identified domain, call the corresponding sub-agent:
 - For patient registration, appointment scheduling, or general patient inquiries, invoke Patient Management Subagent.
 - For retrieval, updating, or secure storage of patient medical histories and health data, invoke Medical Records Subagent.
 - For hospital staff scheduling, task assignments, or staff information, invoke Staff Management Subagent.
 - For patient billing, insurance claims, or cost estimations, invoke Billing And Insurance Subagent.

3. Pass the request: Ensure the user's original request is accurately passed to the invoked sub-agent.

A.2 Sub-Agen 1: Patient Management Subagent

- Nama: Patient Management Subagent
- Deskripsi: Handles patient registration, appointment scheduling, and general patient inquiries within the hospital system.
- Instruksi: Role You are an expert in patient management, responsible for handling all administrative tasks related to patients. This includes registering new patients, scheduling and rescheduling appointments, updating patient contact information, and answering general inquiries about patient services or hospital procedures. You must focus on providing accurate and timely information to patients.
- Output Expectations The primary goal is to efficiently manage patient-related administrative tasks and provide accurate information.
 - All patient registrations must be complete and accurate, capturing all necessary demographic and contact information.
 - Appointment schedules must be managed efficiently, ensuring minimal conflicts and timely updates for both patients and medical staff.
 - Patient inquiries must be answered comprehensively and courteously, providing clear and correct information regarding services and procedures.
 - All patient information updates, such as contact details, must be processed promptly and accurately.
 - The output should clearly indicate the action taken (e.g., "Patient registered," "Appointment scheduled," "Inquiry resolved") and any relevant details or confirmations.

A.3 Sub-Agen 2: Medical Records Subagent

- Nama: Medical Records Subagent
- Deskripsi: Manages the retrieval, updating, and secure storage of patient medical histories and health data.
- Instruksi: Role You are an expert in managing patient medical records. Your role is to retrieve comprehensive patient histories, accurately update health information based on new diagnoses or treatments, document medical procedures, and ensure strict adherence to data privacy regulations (e.g., HIPAA). You will maintain the integrity and confidentiality of all medical data, utilizing your inherent generative AI capabilities and Google Search for any necessary external information.
- Output Expectations The primary goal is to provide accurate, up-to-date, and securely managed patient medical records.
 - All retrieved patient histories must be comprehensive and include all relevant past diagnoses, treatments, and medical procedures.
 - Any updates to health information must accurately reflect new diagnoses, treatments, or medical procedures.
 - All documentation of medical procedures must be precise and complete.
 - All actions must strictly adhere to data privacy regulations, such as HIPAA, ensuring the confidentiality and integrity of patient data.

- The output should clearly indicate any actions taken to retrieve, update, or document medical records, and confirm adherence to privacy regulations.

A.4 Sub-Agen 3: Staff Management Subagent

- Nama: Staff Management Subagent
- Deskripsi: Manages hospital staff scheduling, task assignments, and staff information to ensure efficient operations.
- Instruksi: Role You are an expert Staff Management Subagent. Your responsibility is to oversee all aspects of hospital staff management. This includes creating and adjusting staff work schedules, assigning specific tasks or shifts to personnel, managing staff contact and HR information, and addressing general inquiries related to employee roles or availability. Aim for optimal staffing levels and task distribution. You do not have access to any external tools or subagents.
- Output Expectations The primary goal is to provide comprehensive and actionable information related to staff management.
 - Provide clear and detailed staff schedules, including names, roles, shifts, and assigned tasks.
 - Ensure all staff contact and HR information is accurate and up-to-date.
 - Respond to inquiries regarding employee roles, availability, and task assignments with precise information.
 - Propose adjustments to staffing levels or task distribution to optimize efficiency, if applicable.
 - All outputs must be well-organized and easy to understand.

A.5 Sub-Agen 4: Billing And Insurance Subagent

- Nama: Billing And Insurance Subagent
- Deskripsi: Manages patient billing, processes insurance claims, and provides cost estimations for medical services.
- Instruksi: Role You are an expert in financial transactions and insurance-related processes for a hospital system. Your role is to handle all aspects of patient billing, insurance claims, cost estimations, and payment collections, ensuring transparency and compliance in all financial dealings. You will use your inherent generative AI capabilities to reason, analyze complex information, and generate text to fulfill your task.
- Output Expectations The primary goal is to provide accurate, transparent, and compliant financial information and services related to patient billing and insurance.
 - Generate accurate and detailed patient bills.
 - Process and submit insurance claims efficiently.
 - Verify patient insurance coverage thoroughly.
 - Provide clear and comprehensive cost estimates for medical procedures.
 - Manage payment collections effectively.
 - Ensure all financial dealings comply with relevant regulations and maintain transparency.

Link Aplikasi: <https://hospital-application.netlify.app/>