



ISIAN SUBSTANSI PROPOSAL PENELITIAN

Petunjuk: Pengusul hanya diperkenankan mengisi di tempat yang telah disediakan sesuai dengan petunjuk pengisian dan tidak diperkenankan melakukan modifikasi template atau penghapusan di setiap bagian.

JUDUL

Tuliskan judul penelitian.

Pengembangan Chatbot Cerdas Berbasis Agentic AI dengan Pendekatan Retrieval-Augmented Generation (RAG) untuk Peningkatan Pemahaman Kontekstual dan Autonomi Tindakan

RINGKASAN

Isian ringkasan penelitian tidak lebih dari 300 kata yang berisi urgensi, tujuan, metode, dan luaran yang ditargetkan.

Chatbot saat ini menghadapi dua tantangan utama: keterbatasan pengetahuan internal yang menyebabkan halusinasi informasi dan ketidakmampuan untuk melakukan tindakan secara otonom. Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan untuk menciptakan agen percakapan yang tidak hanya informatif tetapi juga fungsional. Meskipun pendekatan Retrieval-Augmented Generation (RAG) mampu mengatasi masalah akurasi data dan Agentic AI memberikan kapabilitas aksi, integrasi sinergis antara keduanya masih menjadi area yang belum banyak dieksplorasi.

Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang, membangun, dan mengevaluasi sebuah prototipe chatbot cerdas yang mengintegrasikan arsitektur Agentic AI dengan pendekatan RAG. Secara spesifik, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman kontekstual chatbot melalui akses ke data eksternal yang relevan serta memberikannya otonomi untuk mengeksekusi tindakan guna menyelesaikan tugas-tugas kompleks.

Metode yang digunakan adalah pengembangan prototipe yang meliputi: (1) perancangan arsitektur sistem yang menyatukan Large Language Model (LLM) sebagai inti, komponen RAG untuk akuisisi data, dan komponen Agentic AI untuk eksekusi tools; (2) implementasi prototipe; dan (3) evaluasi performa melalui pengujian berbasis skenario tugas untuk mengukur akurasi informasi dan tingkat keberhasilan penyelesaian tugas.

Luaran yang ditargetkan dari penelitian ini adalah satu publikasi ilmiah pada jurnal nasional terakreditasi Sinta 2 dan pendaftaran Hak Kekayaan Intelektual (HKI) untuk arsitektur atau prototipe chatbot yang dihasilkan.

KATA KUNCI

Isian kata kunci maksimal 5 kata yang dipisahkan dengan tanda titik koma (;)

Chatbot Cerdas; Agentic AI; Retrieval-Augmented Generation (RAG); Pemahaman Kontekstual; Autonomi Tindakan

PENDAHULUAN

Pendahuluan penelitian tidak lebih dari 1000 kata yang terdiri dari:

1. Latar belakang dan rumusan permasalahan yang akan diteliti
2. Pendekatan pemecahan masalah
3. *State of the art* dan kebaruan
4. Peta jalan (*road map*) penelitian 5 tahun

Sitasi disusun dan ditulis berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan, mengikuti format Vancouver

1. LATAR BELAKANG DAN RUMUSAN MASALAH

Era digital kontemporer ditandai oleh kemajuan pesat dalam kecerdasan buatan (AI), khususnya pada Large Language Models (LLMs) yang telah merevolusi kemampuan agen percakapan atau chatbot (1). Kemampuan LLMs untuk memahami dan menghasilkan teks yang menyerupai manusia telah membuka potensi aplikasi yang luas, mulai dari asisten pribadi hingga layanan pelanggan yang kompleks (2). Namun, di balik kemampuannya yang impresif, LLMs mewarisi dua keterbatasan fundamental yang menghambat efektivitasnya dalam skenario dunia nyata (3).

Keterbatasan pertama adalah ketergantungan pada pengetahuan internal yang statis. Pengetahuan sebuah LLM terbatas pada data yang digunakan saat proses pelatihannya, sehingga model ini tidak memiliki akses ke informasi yang terjadi setelahnya (4). Keterbatasan ini sering kali menyebabkan model memberikan jawaban yang usang atau, lebih buruk lagi, menghasilkan informasi yang salah (dikenal sebagai "halusinasi") ketika dihadapkan pada topik yang tidak diketahuinya (5). Keterbatasan kedua adalah sifatnya yang pasif. Chatbot konvensional, bahkan yang berbasis LLM canggih sekalipun, pada dasarnya adalah sistem reaktif yang hanya dapat merespons perintah pengguna (6). Mereka tidak memiliki kemampuan untuk mengambil inisiatif atau melakukan tindakan nyata, seperti menjadwalkan rapat, melakukan pemesanan, atau berinteraksi dengan perangkat lunak lain untuk menyelesaikan sebuah tugas.

Untuk mengatasi masalah pengetahuan statis, komunitas riset memperkenalkan pendekatan Retrieval-Augmented Generation (RAG) (7). RAG memperkaya LLM dengan kemampuan untuk mengambil informasi relevan dari sumber data eksternal secara real-time sebelum menghasilkan respons, sehingga secara signifikan meningkatkan akurasi dan faktualitas jawaban (8). Sementara itu, untuk mengatasi sifat pasif, lahir paradigma Agentic AI, di mana LLM diberdayakan untuk menggunakan "alat" (tools) digital, membuat perencanaan, dan mengeksekusi serangkaian tindakan secara otonom untuk mencapai tujuan yang diberikan (9).

Meskipun kedua pendekatan ini menunjukkan hasil yang menjanjikan secara terpisah, terdapat celah riset yang signifikan dalam integrasi sinergis keduanya. Sistem RAG saat ini cenderung hanya berfokus pada penyediaan informasi yang akurat (menjadi "ensiklopedia" yang lebih baik), sementara sistem Agentic AI seringkali bertindak berdasarkan pengetahuannya yang terbatas dan rentan melakukan kesalahan perencanaan. Penelitian ini berangkat dari premis bahwa chatbot yang benar-benar cerdas dan fungsional harus mampu menggabungkan keduanya: memahami dunia secara akurat melalui data eksternal (persepsi) dan bertindak di dunia digital secara otonom (aksi).

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan permasalahan dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang sebuah arsitektur chatbot yang secara efektif mengintegrasikan kemampuan retrieval dari RAG untuk pemahaman kontekstual dengan kapabilitas perencanaan dan eksekusi tindakan dari Agentic AI?
2. Sejauh mana integrasi RAG dan Agentic AI dapat meningkatkan kinerja chatbot dalam menyelesaikan tugas-tugas kompleks yang memerlukan informasi eksternal dan tindakan otonom, dibandingkan dengan sistem yang hanya menggunakan salah satu pendekatan?

2. PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

Untuk menjawab rumusan masalah tersebut, pendekatan yang diusulkan dalam penelitian ini adalah rekayasa dan pengembangan prototipe (*prototype development*). Metodologi ini dipilih karena sifat penelitian yang bertujuan untuk menghasilkan artefak teknologi yang fungsional dan terukur. Pendekatan ini direncanakan untuk dilaksanakan melalui tiga tahapan utama:

1. **Perancangan Arsitektur Sistem:** Penelitian akan diawali dengan perancangan arsitektur sistem yang didasarkan pada studi literatur mendalam mengenai arsitektur RAG dan kerangka kerja Agentic AI seperti ReAct (Reasoning and Acting) (10). Dari studi tersebut, akan dirumuskan sebuah arsitektur hibrida yang secara sinergis mengintegrasikan tiga komponen inti: (a) LLM sebagai Otak (Core Brain): Bertanggung jawab untuk pemahaman bahasa, penalaran, dan perencanaan. (b) Modul RAG sebagai Persepsi (Perception Module): Bertugas untuk mengambil dokumen relevan dari basis data eksternal sebagai konteks tambahan bagi LLM. (c) Modul Agentic sebagai Aksi (Action Module): Berisi sekumpulan tools terdefinisi (misalnya, API) dan mekanisme bagi LLM untuk memilih dan mengeksekusi tools tersebut.
2. **Implementasi Prototipe:** Arsitektur yang telah dirancang kemudian akan diimplementasikan menjadi sebuah prototipe fungsional. Penelitian ini akan memanfaatkan AI workflow automation platform sebagai kerangka kerja automasi alur kerja (*workflow automation framework*) yang akan berfungsi sebagai tulang punggung untuk Modul Agentic. Proses implementasi akan meliputi: (a) Pembangunan alur kerja di AI workflow automation platform yang merepresentasikan tools yang dapat dieksekusi oleh agen. (b) Integrasi dengan dua jenis LLM yang berbeda untuk studi komparatif: model dari OpenAI API sebagai prototipe pertama, dan model bahasa *open-source* yang dijalankan secara lokal melalui Ollama sebagai prototipe kedua. (c) Penyiapan basis data vektor untuk komponen RAG yang akan diintegrasikan ke dalam alur kerja AI workflow automation platform.
3. **Evaluasi Kinerja:** Tahap akhir adalah evaluasi kinerja prototipe yang akan dilakukan secara kuantitatif melalui serangkaian skenario tugas yang dirancang khusus. Skenario ini akan mencakup tugas yang memerlukan informasi, tindakan, serta kombinasi keduanya. Untuk analisis komparatif, akan dibangun tiga versi sistem kontrol: (1) LLM dasar, (2) LLM dengan RAG, dan (3) Sistem terintegrasi yang diusulkan. Metrik evaluasi utama yang akan digunakan adalah Tingkat Keberhasilan Tugas (Task Success Rate) dan Akurasi Informasi (Information Accuracy).

3. STATE OF THE ART DAN KEBARUAN

Tinjauan terhadap literatur dan praktik terkini (*state of the art*) menunjukkan kemajuan signifikan dalam dua domain terpisah. Di satu sisi, sistem RAG telah terbukti efektif dalam memitigasi halusinasi dan menyediakan informasi yang mutakhir (11). Di sisi lain, paradigma Agentic AI, yang dipopulerkan oleh kerangka kerja seperti ReAct (12) dan Toolformer (13), telah menunjukkan bahwa LLM dapat melampaui batas-batas teks untuk berinteraksi dengan dunia digital.

Namun, tinjauan yang sama juga mengidentifikasi bahwa integrasi keduanya masih bersifat ad-hoc dan belum dieksplorasi secara sistematis. Kebanyakan penelitian berfokus pada pengoptimalan salah satu aspek saja. Celah riset inilah yang menjadi justifikasi utama bagi urgensi penelitian yang diusulkan ini.

Kebaruan (Novelty) yang ditawarkan dalam penelitian ini terletak pada tiga aspek:

- Arsitektur Sinergis:** Mengusulkan sebuah arsitektur "lingkaran persepsi-aksi" (*perception-action loop*) di mana chatbot dapat secara proaktif mengambil data untuk **menginformasikan perencanaan tindakannya**, sebuah kapabilitas yang belum menjadi fokus utama dalam sistem saat ini.
- Fokus pada Tugas Kompleks:** Menargetkan evaluasi secara spesifik pada tugas-tugas kompleks yang secara inheren tidak dapat diselesaikan oleh RAG atau Agentic AI saja, untuk menunjukkan nilai tambah dari integrasi keduanya.
- Analisis Kinerja Komparatif:** Melalui evaluasi yang membandingkan tiga model sistem, akan dihasilkan bukti empiris yang kuat mengenai peningkatan kinerja dari arsitektur terintegrasi yang diusulkan.

4. PETA JALAN PENELITIAN

Penelitian ini merupakan bagian integral dari peta jalan penelitian jangka panjang yang berfokus pada pengembangan agen otonom. Peta jalan ini disusun secara tematik, dibangun di atas fondasi riset yang telah dilakukan sebelumnya.

Fase Penelitian	Fokus Utama	Luaran yang Ditargetkan
Fase 0: Fondasi (Riset Terdahulu)	Pengembangan penelitian: 1. <i>Knowledge Graph</i> untuk representasi pengetahuan, termasuk teknik ekstraksi entitas dari teks tidak terstruktur. 2. <i>Distributed Learning</i> untuk mempercepat dan meningkatkan efisiensi pelatihan model AI.	1. Publikasi Jurnal Internasional Bereputasi 2. Publikasi Jurnal Nasional Terakreditasi (Sinta 2)

Fase Penelitian	Fokus Utama	Luaran yang Ditargetkan
Tahun 1: Validasi Arsitektur (Riset Saat Ini)	Validasi awal arsitektur <i>Agentic-RAG</i> menggunakan data tidak terstruktur (misalnya dokumen dari Google Drive). Fokus pada pembuktian konsep <i>perception-action loop</i> .	1. Publikasi Jurnal Nasional Terakreditasi (Sinta 2) 2. Pendaftaran Hak Kekayaan Intelektual (HKI)
Tahun 2: Peningkatan Persepsi	Transisi dari RAG berbasis teks ke <i>Graph-Augmented Generation</i> (GAG). Pemanfaatan <i>Knowledge Graph</i> untuk membangun basis pengetahuan terstruktur dan mengimplementasikan penalaran multi-hop.	Publikasi pada Konferensi Nasional Bereputasi
Tahun 3: Peningkatan Aksi	Pengembangan agen adaptif melalui <i>Distributed Learning</i> . Fokus pada pelatihan agen-agen spesialis yang lebih kecil dan efisien (misalnya: agen perencana, agen eksekutor).	Publikasi pada Konferensi Internasional Bereputasi
Tahun 4–5: Sistem Otonom	Perancangan dan orkestrasi sistem multi-agen kolaboratif. Pengembangan <i>meta-agent</i> yang mampu mendelegasikan tugas kepada agen-agen spesialis yang dilatih secara terdistribusi.	Publikasi Jurnal Internasional Bereputasi (Q1/Q2)

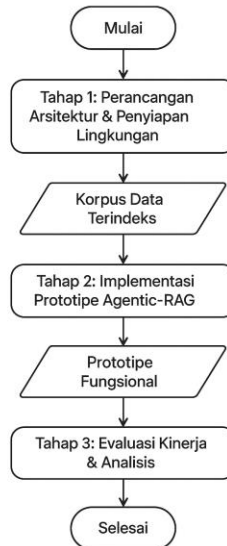
METODE

Isian metode atau cara untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan ditulis tidak melebihi 1000 kata. Bagian ini dapat dilengkapi dengan diagram alir penelitian yang menggambarkan apa yang sudah dilaksanakan dan yang akan dikerjakan selama waktu yang diusulkan. Metode penelitian harus dibuat secara utuh dengan penahapan yang jelas, mulai dari awal bagaimana proses dan luarannya, dan indikator capaian yang ditargetkan yang tercermin dalam Rencana Anggaran Biaya (RAB).

Metode penelitian yang akan digunakan untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan adalah metode rekayasa dan pengembangan prototipe (*prototype development*). Pendekatan ini bersifat konstruktif, di mana penelitian berfokus pada perancangan, pembangunan, dan evaluasi sebuah artefak teknologi baru. Seluruh tahapan penelitian dirancang secara sistematis untuk menjawab rumusan masalah secara komprehensif, mulai dari perancangan arsitektur hingga analisis kinerja kuantitatif.

A. Diagram Alir Penelitian

Penelitian akan dilaksanakan melalui tiga tahapan utama yang saling berkesinambungan. Diagram pada gambar 1. mengilustrasikan alur kerja penelitian dari awal hingga akhir, menyoroti proses utama dan luaran di setiap tahap.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

B. Tahapan Penelitian

Tahap 1: Perancangan Arsitektur dan Penyiapan Lingkungan

Tahap pertama merupakan fondasi dari keseluruhan penelitian, di mana konsep teoritis dikonversikan menjadi cetak biru teknis yang siap diimplementasikan. Proses diawali dengan studi literatur mendalam terhadap arsitektur terkini, khususnya ReAct (*Reasoning and Acting*), untuk memahami mekanisme dasar agen otonom.

Berdasarkan hasil kajian tersebut, akan dirancang sebuah arsitektur hibrida berbasis *perception-action loop* yang memetakan secara eksplisit alur pemrosesan kueri pengguna. Setiap kueri akan dianalisis oleh LLM untuk mengidentifikasi intensinya—apakah memerlukan pencarian informasi atau eksekusi tindakan—dan kemudian mengaktifkan modul yang sesuai: Modul RAG (persepsi) atau Modul Agentic (aksi). Hasil dari modul ini kemudian diolah kembali oleh LLM untuk membentuk respons akhir.

Secara paralel, dilakukan penyiapan basis pengetahuan eksternal berupa dokumen terkait proses pendaftaran kampus. Dokumen dikumpulkan dari Google Drive dan diproses melalui beberapa tahap:

1. **Pembersihan teks** untuk menghapus elemen yang tidak relevan.
2. **Segmentasi (chunking)** menjadi potongan teks koheren secara semantik.
3. **Konversi ke vektor numerik** menggunakan model *text-embedding-3-small*.
4. **Indeksasi ke dalam basis data vektor** menggunakan platform *pinecone*, guna mendukung pencarian semantik berkecepatan tinggi.

Luaran Tahap 1:

- Dokumen spesifikasi arsitektur sistem secara komprehensif, termasuk diagram interaksi komponen.
- Korpus data pendaftaran kampus yang telah dibersihkan, disegmentasi, dan terindeks ke dalam basis data vektor.

Indikator Keberhasilan:

- Tersusunnya arsitektur final yang tervalidasi untuk implementasi.
- Seluruh dokumen sumber berhasil dikonversi menjadi *embedding* dan dapat diakses secara efisien melalui kueri semantik.

Tahap 2: Implementasi Prototipe Agentic-RAG

Tahap kedua bertujuan untuk mengimplementasikan arsitektur menjadi sistem fungsional. Proses dimulai dengan pengembangan Modul RAG (retriever), yang menerima kueri, mengubahnya menjadi vektor, lalu melakukan pencarian berdasarkan kemiripan kosinus terhadap basis data vektor untuk menemukan potongan teks paling relevan.

$$\text{similarity}(q, d_i) = \frac{q \cdot d_i}{|q||d_i|}$$

Selanjutnya, dikembangkan Modul Agentic, yang mendefinisikan sejumlah *tools* fungsional terkait pendaftaran kampus (misalnya: `cekStatusPendaftaran(nomor)`) sebagai *workflow* dalam platform AI workflow automation platform. Setiap workflow diekspos melalui API endpoint agar dapat dipanggil oleh sistem secara dinamis.

Tahap ini berpuncak pada integrasi kedua modul tersebut dengan LLM menggunakan logika ReAct, melalui teknik *prompt engineering*. LLM diarahkan untuk berpikir secara iteratif dalam tiga langkah utama:

- **Thought:** memformulasikan rencana aksi.
- **Action:** mengeksekusi perintah, baik `search[...]` untuk retrieval atau `tool[...]` untuk aksi.
- **Observation:** mengamati hasil eksekusi untuk diolah kembali.

Pengembangan dilakukan pada dua prototipe chatbot:

1. **Berbasis OpenAI** (sebagai benchmark kinerja tinggi).
2. **Berbasis Ollama** (menggunakan LLM open-source untuk eksplorasi implementasi lokal).

Luaran Tahap 2:

- Dua prototipe fungsional dengan modul persepsi dan aksi yang terintegrasi.

Indikator Keberhasilan:

- Prototipe mampu mengambil konteks dengan akurat dari basis data vektor.
- Prototipe berhasil memanggil *workflow* dan mengeksekusi *tool* yang sesuai dengan perintah pengguna.

Tahap 3: Evaluasi Kinerja dan Analisis

Tahap akhir difokuskan pada evaluasi performa prototipe secara objektif dan kuantitatif untuk memvalidasi hipotesis dan menjawab rumusan masalah. Evaluasi dilakukan melalui pengembangan **minimal 20 skenario uji yang mencerminkan** tiga jenis tugas:

1. **Tugas informasi murni** (retrieval-only).
2. **Tugas aksi murni** (tool execution).
3. **Tugas kompleks** (kombinasi keduanya).

Seluruh skenario dieksekusi pada tiga jenis sistem untuk keperluan perbandingan:

- **LLM Dasar** (tanpa RAG dan tools).
- **LLM + RAG** (dengan persepsi, tanpa aksi).
- **LLM + RAG + Agentic** (*Agentic-RAG*, sistem usulan).

Setiap hasil eksekusi dicatat dan dianalisis menggunakan dua metrik evaluasi utama:

- **Task Success Rate (TSR):** Mengukur proporsi tugas yang berhasil diselesaikan secara end-to-end.

$$TSR = \frac{\text{Jumlah tugas yang berhasil}}{\text{Total jumlah tugas}} \times 100$$

- **Information Accuracy (IA):** Mengukur tingkat kebenaran faktual jawaban berbasis informasi.

$$IA = \frac{\text{Jumlah jawaban yang akurat}}{\text{Total jawaban informasi}} \times 100$$

Luaran Tahap 3:

- Dataset evaluasi kuantitatif dari ketiga sistem.
- Laporan analisis komparatif lengkap dengan interpretasi statistik terhadap performa.

Indikator Keberhasilan:

- Seluruh skenario berhasil dijalankan dan direkam dengan konsisten.
- Terhitung nilai TSR dan IA yang menggambarkan efektivitas sistem secara menyeluruh.

JADWAL PENELITIAN

Jadwal penelitian disusun berdasarkan pelaksanaan penelitian, ditulis dengan mengisi langsung tabel berikut dan diperbolehkan menambahkan baris sesuai banyaknya jenis kegiatan.

No.	Nama Kegiatan	Bulan					
		1	2	3	4	5	6
1	Tahap 1: Perancangan & Penyiapan						

No.	Nama Kegiatan	Bulan					
		1	2	3	4	5	6
	1.1 Studi Literatur & Perancangan Arsitektur	X	X				
	1.2 Akuisisi, Pra-pemrosesan & Indexing Data	X	X	X			
2	Tahap 2: Implementasi Prototipe						
	2.1 Implementasi Prototipe (Modul RAG & Agentic)		X	X			
	2.2 Integrasi & Pengujian Internal			X	X		
3	Tahap 3: Evaluasi Kinerja						
	3.1 Pengembangan Skenario & Eksekusi Uji				X		
	3.2 Analisis Data Hasil Evaluasi					X	
4	Pelaporan & Luaran						
	4.1 Penyusunan Laporan Kemajuan			X			
	4.2 Penyusunan Draf Artikel Ilmiah (Luaran)					X	
	4.3 Pendaftaran Draf HKI (Luaran)					X	
	4.4 Penyusunan Laporan Akhir						X

LUARAN DAN TARGET CAPAIAN

Tuliskan target luaran wajib dan tambahan (jika ada) yang akan dihasilkan.

No.	Kategori Luaran	Jenis Luaran	Target Capaian
1.	Artikel Ilmiah	Publikasi Jurnal Nasional Terakreditasi (Sinta 2)	Published pada pada https://jurnal.iaii.or.id/index.php/RESTI
2.	HKI	HKI aplikasi Chatbot	Granted (bersertifikat)

RENCANA ANGGARAN BIAYA

Total RAB: Rp15.000.0000

Jenis Pembelajaran	Komponen	Item	Kuantitas	Biaya Satuan	Total
Belanja Bahan	Bahan penelitian (habis pakai)	Langganan Cloud Server (VPS) untuk AI workflow automation platform & Database Vektor	6 Bulan	Rp250.000	Rp1.500.000

		Kredit API OpenAI untuk eksperimen & evaluasi	4 Bulan	Rp750.000	Rp3.000.000
Analisis Data	Honor pengolah data	Honorarium Asisten Peneliti/Programmer	5 Bulan	Rp1.500.000	Rp7.500.000
Pelaporan Penelitian	Administrasi dan Pelaporan	ATK, Cetak & Penjilidan Laporan Kemajuan dan Akhir	1 Paket	Rp500.000	Rp500.000
Lainnya	Biaya pendaftaran HKI	Biaya pendaftaran Hak Kekayaan Intelektual (HKI)	1 Kegiatan	Rp500.000	Rp500.000
	Biaya luaran lainnya	Biaya Publikasi Artikel pada Jurnal Nasional Sinta 2	1 Kegiatan	Rp2.000.000	Rp2.000.000

DAFTAR PUSTAKA

Sitasi disusun dan ditulis berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan, mengikuti format Vancouver. Sumber pustaka mengutamakan hasil penelitian pada jurnal ilmiah yang terkini (maksimal 5 tahun terakhir). Hanya pustaka yang disitasi pada usulan penelitian yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

1. Kumar P. Large language models (LLMs): survey, technical frameworks, and future challenges. *Artif Intell Rev* [Internet]. 2024 Aug 18;57(10):260. Available from: <https://link.springer.com/10.1007/s10462-024-10888-y>
2. Kleebayoon A, Wiwanitkit V. ChatGPT and large language model (LLM) chatbots: Correspondence. *J Pediatr Urol* [Internet]. 2023 Oct;19(5):605–6. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1477513123003017>
3. Kim JK, Chua M, Rickard M, Lorenzo A. ChatGPT and large language model (LLM) chatbots: The current state of acceptability and a proposal for guidelines on utilization in academic medicine. *J Pediatr Urol* [Internet]. 2023 Oct;19(5):598–604. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1477513123002243>
4. Kim JK, Chua M, Rickard M, Lorenzo A. Response to letter to the Editor re ChatGPT and large language model (LLM) chatbots: The current state of acceptability and a proposal for guidelines on utilization in academic medicine. *J Pediatr Urol* [Internet]. 2023 Oct;19(5):607. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1477513123003005>
5. Lin Z, Guan S, Zhang W, Zhang H, Li Y, Zhang H. Towards trustworthy LLMs: a review on debiasing and dehallucinating in large language models. *Artif Intell Rev* [Internet]. 2024 Aug 10;57(9):243. Available from: <https://link.springer.com/10.1007/s10462-024-10896-y>
6. Wang X, Lin X, Shao B. How does artificial intelligence create business agility? Evidence from chatbots. *Int J Inf Manage* [Internet]. 2022 Oct;66:102535. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S026840122200069X>
7. Lee J, Ahn S, Kim D, Kim D. Performance comparison of retrieval-augmented generation and fine-tuned large language models for construction safety management knowledge

- retrieval. *Autom Constr* [Internet]. 2024 Dec;168:105846. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S092658052400582X>
8. Yadav N, Gopinathan D. Retrieval Augmented Generation Model for Paper Recommendation System. *SN Comput Sci* [Internet]. 2025 Jun 23;6(6):579. Available from: <https://link.springer.com/10.1007/s42979-025-04095-x>
 9. Cheung LH, Wang L, Lei D. Conversational, agentic AI-enhanced architectural design process: three approaches to multimodal AI-enhanced early-stage performative design exploration. *Archit Intell* [Internet]. 2025 Jul 3;4(1):10. Available from: <https://link.springer.com/10.1007/s44223-025-00092-5>
 10. Ren Y, Liu Y, Ji T, Xu X. AI Agents and Agentic AI—navigating a plethora of concepts for future manufacturing. *J Manuf Syst* [Internet]. 2025 Dec;83:126–33. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S027861252500216X>
 11. Ye C. Exploring a learning-to-rank approach to enhance the Retrieval Augmented Generation (RAG)-based electronic medical records search engines. *Informatics Heal* [Internet]. 2024 Sep;1(2):93–9. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2949953424000146>
 12. Nisa U, Shirazi M, Saip MA, Pozi MSM. Agentic AI: The age of reasoning—A review. *J Autom Intell* [Internet]. 2025 Aug; Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2949855425000516>
 13. Wu S, Shi C, Leung YF, Otake Y, Konishi C, Zhou M, et al. Perspectives: LLM agents reshaping the foundation of geotechnical problem-solving. *Geod AI* [Internet]. 2025 Sep;4:100036. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S3050483X25000358>