

Transformasi Portal Data Pemerintah di Indonesia dengan Large Language Model dan Retrieval-Augmented Generation: Tinjauan Pustaka Sistematis

Agus Nur Hadie^{*1}, Imam Tahyudin², Taqwa Hariguna³

^{1,2}Magister Ilmu Komputer, Universitas Amikom Purwokerto, Indonesia

³Magister Ilmu Komputer dan Sistem Informasi, Universitas Amikom Purwokerto, Indonesia

Email: ¹24ma41d044@students.amikompurwokerto.ac.id, ²imam.tahyudin@amikompurwokerto.ac.id,
³taqwa@amikompurwokerto.ac.id

Abstrak

Integrasi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) seperti *Large Language Model (LLM)* dan *Retrieval-Augmented Generation (RAG)* berpotensi mentransformasi portal data pemerintah, namun implementasinya terhambat oleh kurangnya tinjauan sistematis dan kerangka evaluasi yang spesifik. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis literatur terkini mengenai metodologi, keberhasilan, dan tantangan integrasi teknologi tersebut melalui tinjauan pustaka sistematis. Metode ini diterapkan dengan pencarian terstruktur pada basis data Google Scholar, Scopus, dan IEEE Xplore, diikuti proses penyaringan bertahap. Hasil tinjauan menunjukkan bahwa teknologi AI terbukti efektif meningkatkan komunikasi pemerintah-warga, efisiensi layanan, dan akurasi pengambilan data, di mana penyesuaian model menjadi faktor penting. Namun, implementasinya masih menghadapi tantangan signifikan terkait tata kelola, kualitas data, dan masalah etis. Hasil penelitian ini menekankan pentingnya pengembangan kerangka kerja tata kelola yang komprehensif untuk memastikan penerapan AI yang akuntabel dan selaras dengan kepentingan publik.

Kata kunci: *E-Government, Kecerdasan Buatan, Large Language Model, Portal Data Pemerintah, Retrieval-Augmented Generation*

Transforming Government Data Portals in Indonesia with Large Language Models and Retrieval-Augmented Generation: Systematic Literature Review

Abstract

The integration of AI, such as LLM and RAG, has the potential to transform government data portals, yet its implementation is hindered by a lack of systematic reviews and specific evaluation frameworks. This study aims to identify, evaluate, and synthesize current literature on the methodologies, successes, and challenges of this technology integration through a Systematic Literature Review (SLR). The SLR method was applied using a structured search across Google Scholar, Scopus, and IEEE Xplore databases, followed by a multi-stage screening process. The findings show that AI technology is effective in improving citizen-government communication, service efficiency, and data retrieval accuracy, with model fine-tuning being a key success factor. However, implementation still faces significant challenges related to governance, data quality, and ethical issues. These findings underscore the urgency of developing a comprehensive governance framework to ensure an accountable and publicly aligned AI deployment.

Keywords: *Artificial Intelligence, E-Government, Government Data Portal, Large Language Model, Retrieval-Augmented Generation*

1. PENDAHULUAN

Integrasi teknologi AI, seperti LLM dan RAG, dengan portal data milik pemerintah sangat berpotensi untuk membuat layanan publik menjadi lebih efisien, mudah diakses, dan transparan. Contohnya, portal data pemerintah seperti Portal Satu Data Indonesia akan sangat terbantu dengan adanya AI, karena teknologi ini dapat mempermudah pengelolaan dan pencarian informasi dari kumpulan data yang sangat besar dan sering berubah-ubah [1], [2], [3]. Seiring data pemerintah yang semakin banyak dan rumit, teknologi AI seperti LLM dan RAG menjadi solusi untuk mempermudah akses serta pemanfaatan data secara lebih efektif, sehingga warga dan pemerintah bisa mendapatkan wawasan yang relevan secara real-time [4], [5]. Potensi utama AI dalam

pemerintahan adalah kemampuannya untuk, meningkatkan kemudahan akses data [5], [6], memperkuat interaksi antara warga dan pemerintah [5], [6] dan mendukung pengambilan keputusan melalui analisis data yang canggih [5], [6]. Pesatnya pertumbuhan pemerintahan digital dan e-government membuat pemanfaatan teknologi ini semakin mendesak untuk mengatasi tantangan data publik yang kian kompleks [4]. Secara teknis, LLM unggul dalam memahami dan menghasilkan bahasa, sementara RAG menyempurnakannya dengan mengambil data real-time saat menyusun jawaban [2], [3]. Gabungan kedua teknologi ini dapat mengurangi risiko informasi yang tidak akurat, karena jawaban yang diberikan selalu bersumber dari data yang andal dan spesifik di bidangnya [5], [6].

Teknologi LLM dan RAG memberikan peluang baru untuk sangat mempermudah proses pencarian data dan menjawab pertanyaan di portal pemerintah. Dengan adanya AI, sistem dapat secara otomatis "menerjemahkan" pertanyaan dalam bahasa sehari-hari dari warga menjadi wawasan yang terstruktur dan dapat ditindaklanjuti. Hal ini membuat interaksi warga dengan data pemerintah menjadi lebih alami dan mudah [1], [2]. Lebih dari itu, AI mampu meningkatkan kualitas pengambilan keputusan karena dapat memberikan jawaban yang lebih akurat dan sesuai konteks, sehingga proses pemerintahan menjadi lebih efisien dan transparan [5]. Solusi berbasis AI ini berpotensi besar untuk mewujudkan tata kelola cerdas (*smart governance*) dengan cara memungkinkan keputusan kebijakan yang lebih cepat dan akurat, meningkatkan transparansi melalui akses data yang lebih baik, dan mendukung keputusan yang tepat sasaran berdasarkan analisis data yang menyeluruh dan real-time [4], [6]. Pada akhirnya, tujuannya bukan hanya sekadar mempermudah akses data, tetapi juga untuk membangun sebuah ekosistem di mana AI memberdayakan warga dan lembaga pemerintah untuk mencapai hasil tata kelola yang lebih baik [2].

Alasan utama integrasi AI dengan portal data pemerintah adalah mewujudkan tata kelola yang cerdas dan meningkatkan kualitas layanan publik. AI dapat mengatasi tantangan data pemerintah yang sering kali berubah-ubah dan tidak terstruktur. Hasilnya, warga menjadi lebih mudah mengakses informasi yang mereka butuhkan, dan pemerintah dapat membuat keputusan yang lebih tepat berbasis bukti [3], [5]. Dengan meningkatkan cara pengambilan data dan menggunakan wawasan dari AI, pemerintah dapat melayani publik lebih baik serta mendorong layanan yang lebih efisien, transparan, dan terbuka untuk semua [1], [6]. Platform berbasis AI seperti chatbot dan asisten virtual kini sedang dikembangkan sebagai jembatan komunikasi antara warga dan pemerintah. Tujuannya adalah untuk menawarkan bantuan yang lebih personal dan mempermudah akses ke berbagai layanan [3]. Perubahan ini merupakan transformasi besar dalam cara pemerintah berinteraksi dengan warganya, membuat semua proses menjadi lebih responsif, ramah pengguna, dan inklusif. Selain itu, integrasi AI dapat meningkatkan akuntabilitas dan kepercayaan kepada pemerintah dengan menjadikan layanan publik lebih transparan dan mudah diakses [4]. Singkatnya, penggunaan LLM dan RAG di portal data pemerintah bukan hanya sekadar peningkatan teknis tapi sebuah perubahan mendasar menuju sektor publik yang lebih cerdas, efisien, dan transparan. Integrasi ini sangat penting untuk menjawab tuntutan tata kelola berbasis data, memastikan semua pihak dapat menggunakan data secara efektif untuk mendukung pengambilan keputusan, meningkatkan layanan, dan membangun kepercayaan publik [1], [2].

Sekalipun penggunaan AI di sektor publik terus berkembang, sebagian besar penelitian yang ada masih bersifat kualitatif dan kurangnya kerangka evaluasi yang spesifik untuk mengukur dampak nyata dari penerapan AI di pemerintahan [7], [8]. Terlebih lagi, kerangka evaluasi AI yang ada saat ini umumnya tidak cukup menjawab tantangan unik yang dimiliki data pemerintah, yang sangat sensitif terhadap isu keamanan, privasi, dan kepatuhan terhadap regulasi. Kemudian, meskipun beberapa studi [9], [10] telah mengeksplorasi penggunaan AI di sektor publik, belum ada tinjauan sistematis yang secara komprehensif menganalisis tantangan dan keberhasilan integrasi teknologi spesifik seperti LLM dan RAG pada portal data pemerintah. Kesenjangan ini menunjukkan adanya kebutuhan untuk mensintesis penelitian yang ada guna memberikan panduan strategis bagi implementasi di masa depan. Tinjauan pustaka sistematis ini dipandu oleh 3 (tiga) pertanyaan penelitian (*Research Question/RQ*) utama untuk menjawab berbagai tantangan dan kesenjangan tersebut:

RQ1: Bagaimana cara terbaik mengintegrasikan AI dengan portal data pemerintah agar data lebih mudah diakses?

RQ2: Apa saja tantangan dan solusi dalam mencari data dan menjawab pertanyaan dari data pemerintah yang terus berubah?

RQ3: Bagaimana cara menyesuaikan LLM dengan data pemerintah agar bisa memberikan jawaban yang akurat dan spesifik?

Sehingga, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis literatur terkini mengenai metodologi, keberhasilan, dan tantangan dalam integrasi LLM dan RAG pada portal data pemerintah melalui tinjauan pustaka sistematis.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Portal Data Pemerintah

Portal data pemerintah adalah sebuah platform digital atau situs web yang menyediakan akses terbuka bagi publik terhadap berbagai informasi dan data yang dimiliki pemerintah. Tujuan utama dari sistem ini adalah untuk membuat pemerintah lebih transparan (terbuka), akuntabel (bertanggung jawab), dan meningkatkan partisipasi masyarakat dalam pemerintahan. Portal ini menjadi sumber informasi publik yang mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik dan mendorong lahirnya inovasi melalui analisis data [9], [10]. Pemanfaatan teknologi terbaru dan pendekatan berbasis data diharapkan dapat mendorong keterlibatan aktif warga serta meningkatkan kepercayaan mereka kepada pemerintah [5], [7]. Seiring berkembangnya layanan pemerintahan digital, portal data pemerintah kini sering dilengkapi dengan AI untuk meningkatkan interaksi antara pemerintah dan masyarakat. Contohnya, penggunaan LLM dapat mempermudah warga mendapatkan informasi melalui fitur tanya-jawab. Warga bisa mengajukan pertanyaan dalam bahasa sehari-hari dan langsung menerima jawaban yang akurat dan relevan. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa interaksi semacam ini dapat dioptimalkan dengan teknologi yang tepat untuk menghasilkan respons otomatis yang berkualitas [3], [8].

Dari sudut pandang sistem yang kompleks, portal data pemerintah mencerminkan interaksi antara aspek sosial dan teknologi [9]. Data terbuka yang disediakannya dapat dimanfaatkan untuk analisis Big Data, memungkinkan riset yang lebih mendalam serta mendukung pengambilan keputusan di tingkat politik dan administrasi [10]. Sebagai contoh, data real-time mengenai pengeluaran publik atau kondisi lalu lintas dapat meningkatkan efisiensi layanan dan penyediaan informasi kepada masyarakat [9], [10]. Namun, ada tantangan besar terkait privasi dan keamanan data. Penting untuk memastikan data yang dipublikasikan tidak melanggar hukum privasi dan tidak mengandung bias yang bisa merugikan jika digunakan tanpa konteks yang benar [11], [12]. Sehingga, diperlukan sebuah kerangka tata kelola yang efisien untuk menyeimbangkan antara transparansi data dan perlindungan hak individu [13]. Penggunaan AI juga dapat meningkatkan sistem manajemen data pemerintah. Sistem berbasis AI bisa digunakan untuk mendeteksi kualitas jawaban yang diberikan kepada publik atau memperbaiki interaksi chatbot antara pemerintah dan warga [14], [15]. Dengan alat ini, pemerintah dapat mengelola pertanyaan warga secara lebih efektif dan memberikan informasi yang lebih relevan. Penerapan AI di portal data pemerintah dapat mengubah cara pemerintah berinteraksi dan melayani warganya, meskipun ini memerlukan investasi besar pada infrastruktur dan pelatihan sumber daya manusia [16]. Misalnya, model AI yang dilatih khusus dengan bahasa dan istilah hukum pemerintah dapat membantu menyederhanakan penyampaian peraturan kepada masyarakat [3].

Portal data pemerintah juga berfungsi sebagai platform untuk inovasi dan kolaborasi antara berbagai pihak, termasuk sektor publik dan swasta. Dengan menyediakan data terbuka, pemerintah dapat mengundang pihak ketiga untuk menciptakan solusi kreatif dari data tersebut [17], [18]. Dari sisi sosial, keterbukaan data dapat mendorong masyarakat untuk lebih proaktif dalam politik dan pengambilan keputusan. Warga yang memiliki akses ke data yang transparan cenderung lebih aktif terlibat dalam diskusi kebijakan publik [5], [7]. Selain itu, AI seperti LLM dapat meningkatkan pengalaman interaksi ini dengan memberikan respons yang lebih cepat dan relevan [1], [8]. Perubahan besar yang dibawa oleh portal data pemerintah tidak akan terwujud tanpa komitmen untuk terus mengevaluasi dan memperbaiki sistem yang ada. Penelitian berkelanjutan mengenai efektivitas dan dampak portal ini sangat penting untuk memastikan tujuannya tercapai [16], [19]. Kemudahan akses yang ditawarkan teknologi harus selalu diimbangi dengan perhatian pada aspek keamanan serta norma hukum dan etika.

2.2. Large Language Model

LLM adalah model kecerdasan buatan canggih yang dirancang untuk memahami dan menghasilkan bahasa manusia dengan sangat akurat. Konsep ini berakar dari teknik machine learning dan pemrosesan bahasa alami (NLP). LLM dilatih menggunakan data teks dalam jumlah masif, yang memungkinkannya menangkap struktur, nuansa, dan konteks bahasa [3], [20]. Dengan kemampuannya, LLM bisa melakukan berbagai tugas, mulai dari penerjemahan bahasa, pembuatan teks, menjawab pertanyaan, hingga melaksanakan tugas-tugas administratif di sektor pemerintahan. Salah satu keunggulan utama LLM adalah kemampuannya beradaptasi di berbagai konteks tanpa perlu pelatihan ulang yang besar. Model ini dapat menjawab pertanyaan umum maupun spesifik dengan memanfaatkan pengetahuan yang sudah tersimpan [2], [11]. Meski begitu, LLM terkadang bisa mengalami "halusinasi", yaitu memberikan informasi yang tidak akurat [8], [21]. Walaupun demikian, potensi LLM untuk meningkatkan layanan pemerintahan digital, analisis kebijakan, dan pengambilan keputusan sangatlah besar [2], [11].

Dalam praktiknya, LLM telah banyak digunakan dalam sistem pemerintahan digital untuk meningkatkan interaksi antara pemerintah dan masyarakat. Misalnya, dalam sistem tanya-jawab, LLM memungkinkan pemerintah memberikan respons yang lebih cepat dan relevan atas pertanyaan warga. LLM berfungsi layaknya

asisten cerdas yang mempermudah penyampaian informasi dan akses terhadap layanan pemerintah. Hal ini tidak hanya mempercepat tugas administratif, tetapi juga meningkatkan transparansi dan akuntabilitas pemerintah [2], [3], [8]. Meskipun menawarkan banyak manfaat, penggunaan LLM di pemerintahan memiliki tantangan tersendiri. Tantangan utamanya adalah pemahaman konteks. Saat menjawab pertanyaan terkait administrasi atau hukum, LLM sering kali tidak memiliki pemahaman mendalam tentang lingkungan hukum dan sosial yang kompleks. Hal ini dapat menghasilkan jawaban yang kurang memuaskan jika model tidak diperbarui secara berkala dengan informasi terkini [2], [11]. Seiring kemajuan teknologi, potensi LLM untuk mempermudah akses ke data statistik dan mendukung pengambilan keputusan berbasis bukti akan semakin besar. Namun, penelitian dan evaluasi lebih lanjut sangat diperlukan untuk memastikan akurasi dan integritas LLM dalam transformasi digital pemerintahan. Ini termasuk mengembangkan kerangka kerja evaluasi yang terstandarisasi untuk menilai efektivitas dan keandalan model ini saat melayani masyarakat [5], [11], [20].

2.3. Retrieval-Augmented Generation (RAG)

RAG adalah sebuah pendekatan mutakhir yang menggabungkan dua kemampuan utama: kemampuan mengambil informasi dari sebuah basis data dengan kemampuan menghasilkan teks dari LLM. Tujuan utama RAG adalah memperkaya LLM dengan informasi eksternal yang relevan dan terkini, sehingga jawaban yang dihasilkan menjadi lebih akurat dan sesuai konteks [2], [5]. Secara sederhana, RAG bekerja dalam dua langkah utama a) Tahap Pengambilan (*Retrieval*) yaitu saat ada pertanyaan, sistem RAG akan mencari dan mengambil dokumen atau potongan informasi yang paling relevan dari sebuah basis data yang telah ditentukan [20]; b) Tahap Pembuatan (*Generation*) yaitu informasi yang ditemukan tadi kemudian diberikan kepada LLM sebagai konteks tambahan. Dengan konteks ini, LLM menghasilkan jawaban yang tidak hanya berdasarkan pengetahuan internalnya, tetapi juga didasarkan pada data eksternal yang baru saja diambil, sehingga hasilnya lebih faktual dan dapat diandalkan [2].

Pendekatan ini sangat bermanfaat dalam konteks pemerintahan dan layanan publik, di mana akurasi dan kebenaran informasi sangatlah krusial. Dengan menyediakan informasi yang lebih transparan dan bermanfaat, RAG dapat meningkatkan interaksi dan kepercayaan masyarakat terhadap pemerintah [2], [5]. Namun, RAG juga memiliki tantangan. Tantangan utamanya adalah memastikan kualitas dan relevansi data yang diambil. Tidak semua informasi yang ditemukan akan cocok dengan pertanyaan spesifik. Sehingga, kemampuan sistem untuk menyaring informasi dengan tepat sebelum menghasilkan jawaban sangatlah penting untuk mencegah misinformasi atau jawaban yang tidak akurat [3]. Riset lebih lanjut mengenai teknik penyaringan ini sangat diperlukan untuk meningkatkan efektivitas RAG [2]. Di masa depan, RAG diharapkan dapat menjadi jembatan antara kemampuan LLM dan kebutuhan spesifik sektor publik. Dengan kemampuannya mengambil informasi yang akurat dan menjelaskan kebijakan atau prosedur secara lebih mudah dipahami, RAG dapat meningkatkan komunikasi antara pemerintah dan warganya [20]. Hal ini dapat membuka jalan bagi aplikasi pemerintahan yang lebih inovatif dan responsif terhadap kebutuhan masyarakat [5]. Secara keseluruhan, RAG adalah inovasi penting untuk menangani kompleksitas interaksi dan pengambilan keputusan berbasis informasi di era pemerintahan digital [2], [3].

3. METODE PENELITIAN

3.1. Strategi Pencarian

Proses pencarian literatur untuk tinjauan pustaka sistematis ini dilakukan secara terstruktur dan menyeluruh. Tujuannya adalah untuk menemukan semua penelitian yang relevan mengenai pemanfaatan teknologi AI (khususnya LLM dan RAG) dalam sistem data pemerintah. Untuk mengumpulkan berbagai sumber seperti artikel ilmiah, makalah konferensi, dan laporan teknis, peneliti menggunakan perangkat lunak Publish or Perish. Alat ini mengambil data dari Google Scholar, Scopus dan IEEE Explore, sehingga dapat menjangkau banyak sekali penelitian terbaru di bidang AI dan tata kelola pemerintahan. Pencarian dilakukan menggunakan kata kunci (*keyword*) yang spesifik dan disesuaikan untuk menemukan studi yang membahas penerapan, tantangan, dan kemajuan AI pada data pemerintah yang dinamis dan terbuka. Beberapa kata kunci yang digunakan antara lain "*AI in government data systems*", "*LLMs*", "*RAG techniques*", "*open-domain question answering*", "*government portals*" dan "*data retrieval techniques*". Pendekatan ini memastikan bahwa pilihan artikel yang dikumpulkan benar-benar lengkap dan sesuai dengan pertanyaan penelitian yang telah ditetapkan.

3.2. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Kriteria inklusi dan eksklusi didefinisikan dengan cermat untuk memastikan bahwa hanya studi relevan yang membahas pertanyaan penelitian inti yang disertakan dalam tinjauan, seperti ditunjukkan pada tabel 1.

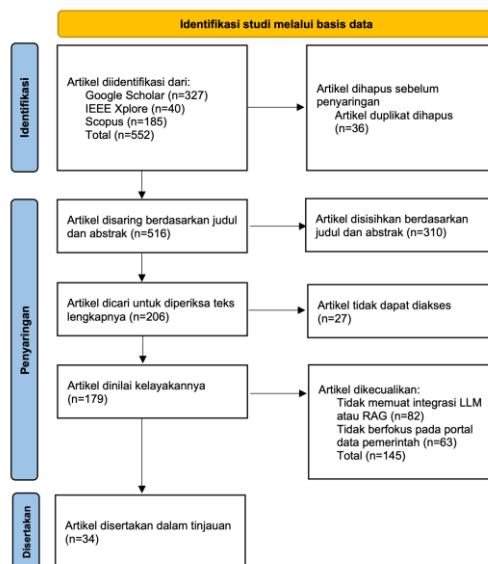
Tabel 1. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Kriteria Inklusi	Kriteria Eksklusi
1. Penelitian harus berfokus pada integrasi teknologi AI, khususnya LLM dan RAG, dalam sistem data pemerintah.	1. Penelitian yang tidak berfokus pada sistem data pemerintah atau portal publik.
2. Penelitian harus membahas metodologi yang terkait dengan tanya jawab domain terbuka, pengambilan data, atau pembuatan pengetahuan berbasis AI dari kumpulan data pemerintah.	2. Penelitian yang membahas aplikasi AI di sektor nonpemerintah atau industri yang tidak terkait.
3. Penelitian harus dipublikasikan dalam jurnal yang ditinjau sejawaat atau konferensi bereputasi tinggi.	3. Penelitian yang tidak memberikan bukti empiris yang cukup, aplikasi praktis, atau metodologi yang jelas.
4. Penelitian harus ditulis dalam bahasa Inggris.	4. Penelitian yang tidak ditinjau sejawaat seperti blog, artikel opini, atau studi yang tidak dipublikasikan.
5. Penelitian harus dipublikasikan antara tahun 2016 dan 2025, untuk memastikan penelitian tersebut baru dan mencerminkan kemajuan terbaru dalam teknologi AI.	

3.3. Proses Penyaringan

Proses penyaringan dan seleksi studi dilakukan mengikuti alur PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) yang diilustrasikan pada Gambar 1. Proses ini terdiri dari beberapa tahapan. Untuk memastikan objektivitas dan meminimalkan risiko bias selama proses tersebut, penyaringan studi dilakukan secara independen oleh 2 peneliti.

1. Pada tahap identifikasi, pencarian awal dari tiga basis data (Google Scholar, Scopus, dan IEEE Xplore) menghasilkan total 552 artikel. Dari jumlah tersebut, sebanyak 36 artikel duplikat berhasil diidentifikasi dan dihapus sebelum proses penyaringan.
2. Tahap selanjutnya adalah penyaringan berdasarkan judul dan abstrak terhadap 516 artikel yang tersisa. Pada tahap ini, sebanyak 310 artikel disisihkan karena tidak sesuai dengan fokus penelitian. Dengan demikian, tersisa 206 artikel yang dianggap potensial dan dicari teks lengkapnya (full-text) untuk diperiksa lebih lanjut. Dari jumlah tersebut, 27 artikel tidak dapat diakses, sehingga total artikel yang dinilai kelayakannya adalah 179.
3. Pada tahap kelayakan, setelah membaca teks lengkap, sebanyak 145 artikel kembali disisihkan dengan alasan utama: tidak memuat integrasi LLM atau RAG ($n=82$) dan tidak berfokus pada portal data pemerintah ($n=63$). Akhirnya, proses seleksi ini menghasilkan 34 artikel ilmiah yang disertakan dalam tinjauan sistematis ini.



Gambar 1. Diagram Alur PRISMA

3.4. Risiko Bias

Untuk meminimalkan potensi risiko bias pada saat penyaringan artikel ilmiah, beberapa strategi diterapkan. Pertama, kriteria inklusi dan eksklusi yang sangat ketat dan spesifik telah ditetapkan sebelum proses penyaringan dimulai. Kedua, kriteria tersebut diuji coba pada sampel kecil artikel untuk memastikan konsistensi dalam penerapannya. Ketiga, setiap keputusan untuk menyisihkan artikel pada tahap penyaringan judul, abstrak, dan teks lengkap didasarkan secara eksplisit pada kriteria yang telah ditentukan tersebut. Dengan mengikuti protokol yang terstruktur dan kriteria yang jelas, objektivitas dalam proses penyaringan dijaga semaksimal mungkin.

3.5. Proses Ekstraksi Data

Proses ekstraksi data dirancang untuk mengambil informasi-informasi kunci dari setiap artikel yang telah lolos tahap penyaringan, yang dijalankan secara sistematis untuk memastikan semua data penting tercatat dengan konsisten. Dari setiap artikel, diekstraksi lima jenis informasi utama, yaitu: tujuan penelitian, yang mencakup tujuan utama dan pertanyaan riset terkait peran AI; metode yang digunakan, seperti studi kasus atau survei; temuan atau kesimpulan utama mengenai efektivitas AI; keterbatasan yang diakui oleh penulis; serta kesenjangan penelitian yang perlu dieksplorasi lebih lanjut. Semua data yang terkumpul ini kemudian disusun secara sistematis dalam sebuah tabel untuk mempermudah proses analisis dan penggabungan temuan. Dengan demikian, identifikasi tren, keberhasilan, tantangan, dan celah penelitian di lapangan dapat dilakukan secara lebih jelas dan terstruktur.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses tinjauan sistematis berhasil mengidentifikasi 34 artikel ilmiah yang relevan untuk dianalisis lebih lanjut. Hasil ekstraksi data yang mencakup metode, temuan utama, dan kontribusi masing-masing, disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Ekstraksi Data

Author	Metode	Temuan	Kontribusi
[22]	Pendekatan hibrida (kamus & Model mencapai akurasi 91,64% Menunjukkan penerapan analisis aturan) untuk analisis sentimen dalam mengklasifikasikan sentimen untuk mengevaluasi berbasis aspek pada ulasan sentimen dari ulasan aplikasi layanan pemerintah (aplikasi aplikasi. pemerintah. seluler) dan memberikan wawasan dari umpan balik warga.		
[12]	Menyajikan kerangka kerja Tata kelola AI harus didasari oleh Menyediakan kerangka kerja tata konseptual untuk tata kelola AI tata kelola data yang kuat; kelola AI yang dapat diadopsi oleh berdasarkan literatur dan ide yang keberhasilannya membutuhkan sektor publik untuk memastikan keseimbangan pendekatan, implementasi yang akuntabel. ada. kepemimpinan, dan komunikasi.		
[1]	Menggunakan metodologi design Chatbot berbasis AI terbukti dapat Menunjukkan keberhasilan dan science and action research untuk meningkatkan komunikasi metode penerapan chatbot AI untuk mengembangkan dan pemerintah-warga secara meningkatkan kualitas dan efisiensi memvalidasi chatbot pemerintah. signifikan dengan menciptakan interaksi layanan publik. saluran interaksi digital yang lebih kaya.		
[23]	Menganalisis studi kasus dan Dataset terbuka sangat penting Mengidentifikasi tantangan dan praktik terbaik dari pertemuan untuk akuntabilitas AI, namun praktik terbaik dalam pembuatan para ahli untuk membuat dataset pengembangannya terhambat oleh dataset terbuka yang krusial untuk terbuka bagi LLM. tantangan teknis, hukum, dan melatih LLM di sektor publik. biaya.		
[24]	Menggunakan AI untuk AI terbukti lebih cepat dan akurat Menunjukkan bukti keberhasilan klasifikasi teks (pendekatan (kesalahan 0.4% vs 1% oleh AI dalam otomatisasi dan "jauh" dan "dekat") untuk menilai manusia) dalam mengelola peningkatan efisiensi pengelolaan dan mengelola catatan catatan digital, serta dapat data tidak terstruktur di pemerintah. menghemat biaya. pemerintahan.		
[25]	Mengembangkan kerangka kerja Kerangka kerja AI Menyediakan metode untuk agen AI berbasis GPT yang memungkinkan pengguna non- membuat data kompleks (seperti terintegrasi dengan server dan ahli untuk berinteraksi dengan data iklim) lebih mudah diakses		

Author	Metode	Temuan	Kontribusi
	sandbox untuk simulasi data data kompleks, melakukan oleh pengambil keputusan non-iklim. pemodelan prediktif, dan teknis di sektor publik. visualisasi.		
[6]	Tinjauan literatur, wawancara Data terbuka dapat meningkatkan Menyediakan kerangka konseptual ahli, dan action labs untuk kualitas dan akses keluaran AI yang menguraikan cara interaksi menghasilkan kerangka generatif melalui berbagai antara data terbuka dan AI generatif "Spectrum of Scenarios". skenario interaksi.	Data terbuka dapat meningkatkan Menyediakan kerangka konseptual ahli, dan action labs untuk kualitas dan akses keluaran AI yang menguraikan cara interaksi menghasilkan kerangka generatif melalui berbagai antara data terbuka dan AI generatif "Spectrum of Scenarios". skenario interaksi.	untuk mendemokratisasi akses data.
[18]	Studi kasus komparatif metode Partisipasi masyarakat dan Mengembangkan model ekosistem campuran pada program Data interaksi dengan pemerintah untuk merencanakan program Pemerintah Terbuka (OGD) di sangat memengaruhi penggunaan OGD, menekankan pentingnya data dan kebijakan; budaya faktor sosioteknik. keterbukaan menjadi kunci.	Studi kasus komparatif metode Partisipasi masyarakat dan Mengembangkan model ekosistem campuran pada program Data interaksi dengan pemerintah untuk merencanakan program Pemerintah Terbuka (OGD) di sangat memengaruhi penggunaan OGD, menekankan pentingnya data dan kebijakan; budaya faktor sosioteknik. keterbukaan menjadi kunci.	
[26]	Pendekatan teoretis dengan Ilmu data dan AI (DSAI) Memperbarui kerangka kerja DEG memperbarui model Digital Era mendorong "gelombang ketiga" untuk memasukkan dampak Governance (DEG) yang sudah perubahan dalam tata kelola transformatif AI dan ilmu data pada digital, memfasilitasi integrasi tata kelola publik administratif.	Pendekatan teoretis dengan Ilmu data dan AI (DSAI) Memperbarui kerangka kerja DEG memperbarui model Digital Era mendorong "gelombang ketiga" untuk memasukkan dampak Governance (DEG) yang sudah perubahan dalam tata kelola transformatif AI dan ilmu data pada digital, memfasilitasi integrasi tata kelola publik administratif.	
[27]	Studi peramalan (forecasting Mengidentifikasi empat skenario Menganalisis potensi dan tantangan study) menggunakan tinjauan masa depan untuk komunikasi penggunaan chatbot berbasis LLM literatur, kolaborasi ahli, dan pemerintah-warga melalui chatbot di layanan pemerintah serta Scenario Planning. dan menyoroti keterbatasan meramalkan skenario masa depan. chatbot saat ini.	Studi peramalan (forecasting Mengidentifikasi empat skenario Menganalisis potensi dan tantangan study) menggunakan tinjauan masa depan untuk komunikasi penggunaan chatbot berbasis LLM literatur, kolaborasi ahli, dan pemerintah-warga melalui chatbot di layanan pemerintah serta Scenario Planning. dan menyoroti keterbatasan meramalkan skenario masa depan. chatbot saat ini.	
[28]	Mengusulkan model tata kelola Model berlapis dapat Menyediakan kerangka kerja tata AI berlapis (Sosial/Hukum, Etika, menyeimbangkan regulasi, etika, kelola berlapis untuk mengatasi Teknis) yang terinspirasi dari tata dan teknis; menyoroti tantangan sifat "kotak hitam" AI dan kelola internet. transparansi dan akuntabilitas AI. kompleksitas regulasi di sektor publik.	Mengusulkan model tata kelola Model berlapis dapat Menyediakan kerangka kerja tata AI berlapis (Sosial/Hukum, Etika, menyeimbangkan regulasi, etika, kelola berlapis untuk mengatasi Teknis) yang terinspirasi dari tata dan teknis; menyoroti tantangan sifat "kotak hitam" AI dan kelola internet. transparansi dan akuntabilitas AI. kompleksitas regulasi di sektor publik.	
[3]	Mengembangkan model GCALLM (menggabungkan Menunjukkan efektivitas fine-GCALLM dengan fine-tuning (P- pengetahuan domain) secara tuning dan integrasi pengetahuan tuning v2) pada data Q&A signifikan mengungguli model domain untuk meningkatkan pemerintah dan LLM standar dalam akurasi akurasi LLM pada tugas membandingkannya dengan konsultasi layanan pemerintah. pemerintahan yang spesifik. model lain.	Mengembangkan model GCALLM (menggabungkan Menunjukkan efektivitas fine-GCALLM dengan fine-tuning (P- pengetahuan domain) secara tuning dan integrasi pengetahuan tuning v2) pada data Q&A signifikan mengungguli model domain untuk meningkatkan pemerintah dan LLM standar dalam akurasi akurasi LLM pada tugas membandingkannya dengan konsultasi layanan pemerintah. pemerintahan yang spesifik. model lain.	
[10]	Mengkaji gerakan data terbuka, Data pemerintah terbuka Mengidentifikasi hambatan utama langkah-langkah pemerintah mendorong inovasi, namun (budaya, hukum, teknis) dalam Australia, dan tantangan yang terhambat oleh risiko privasi, implementasi program data dihadapi melalui analisis resistensi budaya, dan kendala pemerintah terbuka. kerangka kerja. hukum.	Mengkaji gerakan data terbuka, Data pemerintah terbuka Mengidentifikasi hambatan utama langkah-langkah pemerintah mendorong inovasi, namun (budaya, hukum, teknis) dalam Australia, dan tantangan yang terhambat oleh risiko privasi, implementasi program data dihadapi melalui analisis resistensi budaya, dan kendala pemerintah terbuka. kerangka kerja. hukum.	
[7]	Studi kasus kualitatif di Kanada, AI di sektor publik sering Menganalisis penggunaan AI Polandia, dan Finlandia, termasuk digunakan sebagai alat kontrol; dalam praktik dan mengidentifikasi tinjauan literatur dan wawancara implementasinya terhambat oleh hambatan sosioteknik dan semi-terstruktur. sistem warisan, kekurangan organisasional dalam adopsi AI di keterampilan, dan resistensi. pemerintahan.	Studi kasus kualitatif di Kanada, AI di sektor publik sering Menganalisis penggunaan AI Polandia, dan Finlandia, termasuk digunakan sebagai alat kontrol; dalam praktik dan mengidentifikasi tinjauan literatur dan wawancara implementasinya terhambat oleh hambatan sosioteknik dan semi-terstruktur. sistem warisan, kekurangan organisasional dalam adopsi AI di keterampilan, dan resistensi. pemerintahan.	
[14]	Survei terhadap 705 responden di Karakteristik chatbot (sopan, Menyoroti pentingnya aspek desain China, dianalisis menggunakan proaktif) memengaruhi persepsi antarmuka (identitas chatbot) Structural Equation Modeling warga; kehangatan lebih dalam meningkatkan pengalaman (SEM). berpengaruh daripada warga saat berinteraksi dengan kompetensi. layanan e-government.	Survei terhadap 705 responden di Karakteristik chatbot (sopan, Menyoroti pentingnya aspek desain China, dianalisis menggunakan proaktif) memengaruhi persepsi antarmuka (identitas chatbot) Structural Equation Modeling warga; kehangatan lebih dalam meningkatkan pengalaman (SEM). berpengaruh daripada warga saat berinteraksi dengan kompetensi. layanan e-government.	
[11]	Mengusulkan dan menerapkan Kinerja LLM yang ada seringkali Menyediakan kerangka kerja kerangka evaluasi LLM pada tidak memuaskan dalam akurasi evaluasi dan benchmark pertama dataset benchmark urusan dan keandalan; GPT-4 berkinerja untuk LLM di domain	Mengusulkan dan menerapkan Kinerja LLM yang ada seringkali Menyediakan kerangka kerja kerangka evaluasi LLM pada tidak memuaskan dalam akurasi evaluasi dan benchmark pertama dataset benchmark urusan dan keandalan; GPT-4 berkinerja untuk LLM di domain	

Author	Metode	Temuan	Kontribusi
	pemerintahan (MSGABench) terbaik namun masih ada masalah pemerintahan, serta menyoroti terhadap 15 LLM.	Kualitas respons LLM bervariasi; Memberikan penilaian awal GPT-3.5 dan GPT-4 terhadap tiga berguna untuk beberapa tugas di tentang potensi dan risiko prompt spesifik dalam konteks parlemen namun memiliki risiko penggunaan LLM generatif dalam manipulasi dan keterbatasan lingkungan parlementer yang dalam menjawab pertanyaan sensitif.	keamanan. kelemahan model saat ini.
[29]	Analisis komparatif respons dari Kualitas respons LLM bervariasi; Memberikan penilaian awal GPT-3.5 dan GPT-4 terhadap tiga berguna untuk beberapa tugas di tentang potensi dan risiko prompt spesifik dalam konteks parlemen namun memiliki risiko penggunaan LLM generatif dalam manipulasi dan keterbatasan lingkungan parlementer yang dalam menjawab pertanyaan sensitif.		
[21]	Mengembangkan bukti konsep Sistem berhasil menghasilkan Menunjukkan kelayakan teknis (proof-of-concept) menggunakan jawaban yang benar secara faktual penggunaan LLM untuk ChatGPT untuk berinteraksi dari portal data terbuka dengan berinteraksi langsung dengan portal dengan portal data statistik menggunakan teknik data pemerintah terbuka melalui Skotlandia melalui kueri pengambilan informasi seperti antarmuka bahasa alami. SPARQL.		penyimpanan vektor.
[20]	Studi kasus eksplorasi Sistem berbasis LLM, terutama Membuktikan efektivitas LLM dan penggunaan GPT-3.5, GPT-4, dan dengan kombinasi RAG dan agen, RAG dalam menangani tugas-tugas RAG untuk menjawab pertanyaan berhasil menjawab pertanyaan hukum dan regulasi yang kompleks tentang regulasi GDPR dari regulasi yang kompleks dengan di sektor pemerintahan. dokumen hukum.		akurasi tinggi.
[9]	Mengembangkan kerangka kerja Platform data pemerintah terbuka Mengusulkan lensa teoretis baru konseptual baru (CASS) dan adalah sistem sosioteknik yang (CASS) untuk memahami mengilustrasikannya dengan studi kompleks dan dapat menghasilkan kompleksitas dan dampak tak kasus platform "My School" di dampak buruk yang tidak terduga dari platform data Australia. diinginkan (misalnya, pemerintah terbuka. stigmatisasi).		
[30]	Rangkuman informasi, contoh, AI akan mengurangi beban Menyediakan strategi implementasi dan pandangan ahli; mengusulkan administratif, meningkatkan AI di layanan pemerintah dan enam strategi implementasi AI. efisiensi, dan menangani tugas mengidentifikasi aplikasi kompleks di pemerintahan. utamanya.		
[16]	Survei terhadap 91 kota di Eropa; Lima faktor memengaruhi Mengidentifikasi faktor-faktor analisis menggunakan PLS-SEM pengembangan AI: inovasi, biaya, penentu (pendorong dan dengan kerangka TOE. tekanan pemerintah, insentif, dan penghambat) pengembangan regulasi (berdampak negatif). kapabilitas AI di tingkat pemerintah daerah.		
[4]	Analisis deskriptif sumber Teknologi seperti Big Data dan AI Mensintesis proses transformasi sekunder (literatur, laporan adalah kunci transisi dari e- menuju pemerintahan cerdas dan OECD, Bank Dunia, dll.). government ke pemerintahan menyoroti peran sentral teknologi cerdas. baru dalam evolusi ini.		
[31]	Melanjutkan pra-pelatihan LLM Pra-pelatihan berkelanjutan Membuktikan efektivitas pra- (Llama 2, Mistral) dengan teks dengan data spesifik pelatihan dan fine-tuning untuk Portugis; fine-tuning untuk domain/bahasa secara signifikan mengadaptasi LLM pada tugas identifikasi produk. meningkatkan kinerja LLM. spesifik pemerintah dalam bahasa non-Inggris.		
[2]	Menggunakan kerangka Haystack Arsitektur modular yang Menyediakan arsitektur teknis yang untuk membangun arsitektur menggabungkan LLM dan RAG modular dan dapat direproduksi modular dengan LLM dan RAG. dapat meningkatkan efisiensi, untuk mengimplementasikan AI transparansi, dan skalabilitas (LLM & RAG) dalam skala besar layanan e-government. di e-government.		
[19]	Tinjauan literatur komprehensif Big Data dan AI memiliki aplikasi Mengusulkan agenda penelitian tentang Big Data dan AI di sektor di seluruh siklus kebijakan, masa depan dan publik, menggunakan kerangka namun terhambat oleh tantangan mengkonsolidasikan temuan siklus kebijakan. privasi dan resistensi manajerial. tentang dampak Big Data dan AI pada proses kebijakan publik.		

Author	Metode	Temuan	Kontribusi
[17]	Studi kasus kualitatif di Brasil Inisiatif COR, dengan wawancara efisiensi mendalam dan analisis data akuntabilitas, dan partisipasi publik dalam konteks kota pintar sekunder.	OGD meningkatkan Menunjukkan bagaimana inisiatif pemerintah, OGD dapat menciptakan nilai dalam dan analisis data akuntabilitas, dan partisipasi publik dalam konteks kota pintar sekunder. (Smart City).	
[32]	Tinjauan literatur sistematis Mengidentifikasi berbagai jenis Menyediakan kerangka kerja terhadap 101 studi untuk pemanfaatan OGD (inovasi, multidimensi yang komprehensif mengembangkan kerangka kerja analisis), dampak (transparansi, untuk memahami pemanfaatan ekonomi), dan kondisi yang OGD. memengaruhi.		
[33]	Tinjauan penelitian tentang LLM secara signifikan Merangkum kemajuan dan kemajuan LLM (seri meningkatkan tugas-tugas NLP mengusulkan jalur teknis untuk Transformers) dan penerapannya dalam layanan pemerintah penerapan LLM dalam skala yang dalam urusan pemerintahan. (klasifikasi teks, QA), mendorong lebih besar di pemerintahan. efisiensi.		
[34]	Laporan berdasarkan wawancara dengan ahli data pemerintah dan data antar pemerintah dalam berbagai data. Hambatan utama dalam Mengidentifikasi faktor manusia, proses, dan budaya, teknis dalam berbagai data antar bukan teknologi. Kunci suksesnya lembaga pemerintah. adalah kepemimpinan.		
[35]	Metodologi bertahap LLM berkinerja tinggi dalam Mengevaluasi efektivitas LLM menggunakan model Mixtral ekstraksi informasi (akurasi dalam tugas NLP yang sangat 8x7B untuk klasifikasi dan 87.86%), namun format terstruktur (ekstraksi dari kontrak) ekstraksi informasi pada kontrak keluarannya tidak konsisten dan menyoroti masalah praktisnya pemerintah. masih ada halusinasi.		
[5]	Mengembangkan sistem RAG Sistem mencapai akurasi tinggi Membuktikan efektivitas sistem dengan GPT-3.5-turbo untuk (>85%) dalam menjawab RAG dalam menyederhanakan menjawab pertanyaan kebijakan pertanyaan kebijakan dan berhasil komunikasi kebijakan dan dari dokumen pemerintah China menghindari respons berbahaya. meningkatkan pemahaman publik. dan AS.		
[36]	Analisis data besar kognitif dan Strategi rilis informasi pemerintah Menunjukkan bagaimana analisis pembelajaran mendalam untuk secara signifikan memengaruhi data besar dapat digunakan untuk klasifikasi emosi dari data darurat penyebaran emosi negatif di mengukur dampak komunikasi publik di China. pemerintah terhadap emosi publik.		
[37]	Tinjauan literatur sistematis Mengidentifikasi implikasi utama Menyusun agenda penelitian yang tentang dampak AI dalam AI (efisiensi, risiko, etika) dan komprehensif untuk bidang AI pemerintahan publik.	Menyusun agenda penelitian yang tentang dampak AI dalam AI (efisiensi, risiko, etika) dan komprehensif untuk bidang AI pemerintahan publik.	

4.1. Integrasi AI dalam Sistem Data Pemerintah

Integrasi AI ke dalam sistem data pemerintah menjanjikan banyak kemajuan dalam administrasi publik modern. Pemerintah di berbagai negara semakin memanfaatkan AI untuk membuat layanan publik lebih efisien, mudah diakses, dan transparan. Teknologi LLM dan RAG memegang peranan penting dalam upaya ini, terutama dalam meningkatkan komunikasi, pengambilan keputusan, dan tata kelola secara keseluruhan. Agar penerapan AI berhasil, fondasi tata kelola yang kuat sangatlah penting. Riset [12] menekankan bahwa tata kelola AI harus dimulai dari tata kelola data yang baik. Menurutnya, integrasi AI yang sukses memerlukan keseimbangan antara arahan dari atas (pimpinan) dan strategi dari bawah (pelaksana), komitmen pimpinan, komunikasi lintas departemen yang baik, serta adanya pusat data terpadu untuk menjaga konsistensi. Ini menunjukkan bahwa penerapan AI bukan hanya soal teknologi, tetapi tentang mengelola seluruh ekosistem pemerintahan agar lebih transparan dan responsif.

AI, khususnya chatbot, terbukti efektif dalam meningkatkan interaksi antara warga dan pemerintah [5]. Teknologi ini mampu menciptakan saluran komunikasi digital yang lebih kaya dan intuitif, memungkinkan warga untuk mencari informasi dan melakukan transaksi dengan lebih mudah dan efisien. Hal ini merupakan sebuah lompatan besar dari model komunikasi tradisional yang seringkali kaku. Selain itu, ketika tindakan pemerintah

digabungkan dengan partisipasi aktif masyarakat, terciptalah sebuah ekosistem terbuka yang membuat kebijakan lebih transparan dan mudah diakses, sehingga dapat menumbuhkan kepercayaan publik [18]. Integrasi AI juga secara signifikan meningkatkan efisiensi dalam proses pengambilan keputusan. Riset [26] menyebut peran AI sebagai pendorong "gelombang ketiga" dalam evolusi pemerintahan digital, di mana analisis data canggih dan robotika mengubah cara kerja negara. Terjadi pergeseran dari birokrasi tradisional ke sistem layanan yang lebih responsif dan berbasis kebutuhan nyata, karena didukung oleh analisis data secara real-time. Meskipun potensinya besar, integrasi AI bukannya tanpa tantangan. Berbagai hambatan seperti sistem IT yang sudah usang, kekurangan sumber daya manusia yang terampil, dan adanya penolakan terhadap perubahan seringkali menghambat adopsi teknologi AI [7]. Di samping itu, ada kekhawatiran etis mengenai penyalahgunaan AI, bias, dan akuntabilitas. Sehingga, diperlukan sebuah model tata kelola berlapis yang mencakup aspek etika, hukum, dan teknis untuk memastikan penggunaan AI di sektor publik tetap sejalan dengan kepentingan masyarakat [28].

Beberapa penelitian menyoroti potensi AI untuk merevolusi tata kelola secara luas. AI diperkirakan dapat mengurangi beban administrasi secara signifikan, seperti dalam menjawab pertanyaan, menyusun dokumen, dan menerjemahkan informasi, yang pada akhirnya dapat menekan biaya operasional dan meningkatkan kepuasan warga [30]. AI juga dapat memberdayakan lembaga pemerintah untuk berinovasi dan mengembangkan kebijakan yang lebih baik [16]. Teknologi ini adalah inti dari evolusi dari *e-government* menuju *smart government*, di mana berbagai teknologi seperti Big Data, AI, dan IoT bekerja sama untuk menciptakan nilai bagi publik dengan layanan yang lebih terintegrasi dan berpusat pada pengguna [4]. Agar hal ini terwujud, praktik berbagi data antar lembaga pemerintah yang efektif menjadi sangat krusial, yang dapat difasilitasi oleh AI jika didukung oleh tata kelola dan infrastruktur yang tepat [34].

4.2. Metode yang Digunakan untuk Menjawab Pertanyaan dan Pengambilan Data Domain Terbuka

Sistem tanya-jawab untuk berbagai topik (*open-domain question answering*) adalah fungsi penting AI dalam interaksi antara warga dan pemerintah. Penggunaan LLM seperti GPT-4 dapat secara signifikan meningkatkan akurasi dan relevansi jawaban atas pertanyaan warga, sehingga data pemerintah menjadi lebih mudah diakses dan berguna. Dalam hal ini, teknik RAG terbukti sangat penting. Riset [3] menunjukkan bagaimana sebuah model khusus bernama GCALLM, yang menggabungkan LLM dengan basis data pengetahuan eksternal, secara konsisten mengungguli model lain dalam memberikan layanan konsultasi pemerintah. Pendekatan ini mampu memberikan respons yang lebih akurat dan real-time kepada warga. Teknik RAG memastikan AI tidak hanya mengandalkan "ingatan" dari data latihannya yang lama, tetapi juga aktif mencari informasi terkini, yang sangat penting untuk menjawab tantangan data pemerintah yang selalu berubah.

Penerapan LLM juga dapat mengotomatiskan respons terhadap pertanyaan warga, yang menandai pergeseran menuju layanan pemerintah yang serba otomatis dan real-time. Penelitian [8] menunjukkan bahwa sistem berbasis LLM tidak hanya meningkatkan kecepatan dan keakuratan jawaban, tetapi juga mengurangi beban kerja pegawai pemerintah, memungkinkan mereka untuk fokus pada tugas yang lebih kompleks. Kemajuan ini juga didukung oleh kemampuan AI dalam mengelola data dalam jumlah besar. Riset [24] menunjukkan bagaimana algoritma AI dapat memproses catatan dalam jumlah masif jauh lebih cepat daripada manusia, sehingga berkontribusi pada pengelolaan dan klasifikasi data tidak terstruktur yang lebih baik. Integrasi AI pada akhirnya membuat akses informasi menjadi lebih efisien bagi warga.

Berbagai penerapan praktis telah menunjukkan keberhasilan LLM. Riset [21] memberikan contoh sistem AI yang mampu memberikan jawaban yang akurat secara faktual dari berbagai set data pemerintah, seperti data perizinan atau ekspor. Demikian pula, [20] menemukan bahwa sistem LLM berhasil menjawab pertanyaan-pertanyaan kompleks terkait peraturan GDPR, menunjukkan fleksibilitasnya dalam menangani tata kelola publik. Selain itu, penyesuaian atau fine-tuning LLM pada data spesifik terbukti sangat efektif. Riset [31] menunjukkan bahwa melatih ulang LLM dengan kumpulan data tertentu (misalnya faktur) dapat secara dramatis meningkatkan akurasinya untuk tugas-tugas khusus domain. Hal ini menegaskan bahwa kemampuan LLM dapat ditingkatkan secara signifikan dengan memberinya pengetahuan eksternal yang relevan. Temuan ini juga didukung oleh [33] yang menyatakan bahwa LLM secara signifikan meningkatkan tugas-tugas pemrosesan bahasa alami (seperti klasifikasi teks) dalam layanan pemerintah. Seiring berkembangnya teknologi ini, potensinya untuk menangani data yang lebih kompleks dan menjawab pertanyaan publik secara akurat akan terus bertumbuh.

4.3. Penyempurnaan LLM untuk Respons Spesifik Domain

Agar dapat memberikan jawaban yang akurat dan sesuai konteks, LLM perlu disesuaikan (*fine-tuning*) untuk data spesifik pemerintah. Riset [11] menunjukkan bahwa saat GPT-4 dilatih ulang menggunakan dokumen resmi pemerintah, kemampuannya untuk memproses dokumen dan menjawab pertanyaan di portal pemerintah meningkat secara signifikan. Namun, penelitian yang sama juga menyoroti adanya tantangan terkait keandalan dan potensi bias pada LLM, terutama saat berhadapan dengan informasi hukum atau data sensitif. Hal ini menegaskan

perlunya proses validasi dan penyempurnaan yang berkelanjutan. Riset [3] mengambil langkah lebih jauh dengan model GCALLM, yang akurasinya ditingkatkan dengan mengintegrasikan pengetahuan dari sumber eksternal yang spesifik di bidangnya. Hasilnya, model ini mampu menjawab pertanyaan-pertanyaan kebijakan yang kompleks dengan presisi tinggi. Meskipun demikian, [3] juga mengakui bahwa proses penyesuaian ini memiliki tantangan tersendiri. Mengadaptasi LLM untuk bidang tertentu memerlukan dataset yang besar, yang pengembangannya bisa memakan waktu dan biaya. Selain itu, isu privasi dan keamanan data saat menangani data sensitif pemerintah menjadi hambatan besar lainnya.

Penyesuaian LLM tidak hanya menyangkut data, tetapi juga pengalaman pengguna. Riset [11] meneliti pentingnya menyesuaikan "identitas" sebuah chatbot pemerintah—seperti nada bicara, gaya bahasa, dan tingkat kesopanan—untuk menciptakan interaksi yang positif dengan warga. Pentingnya data pelatihan yang spesifik juga ditunjukkan oleh [31], di mana pelatihan berkelanjutan sebuah LLM dengan teks berbahasa Portugis secara signifikan meningkatkan kinerjanya pada tugas-tugas khusus. Hal ini membuktikan betapa krusialnya data yang relevan untuk meningkatkan presisi AI, terutama saat akurasi informasi dapat memengaruhi kepercayaan publik dan keputusan pemerintah. Meskipun penyesuaian dapat meningkatkan kinerja, beberapa masalah teknis masih tetap ada. Riset [35] mencatat bahwa meskipun LLM bisa akurat untuk tugas data terstruktur, model ini masih sering kesulitan dengan format keluaran yang tidak konsisten dan masalah "halusinasi" (memberikan informasi yang tidak benar). Ini menunjukkan perlunya penyesuaian berkelanjutan, terutama dalam lingkungan yang sangat terstruktur seperti sistem data pemerintah.

4.4. Pembahasan

Tinjauan sistematis ini mengonfirmasi adanya tren global dalam pemanfaatan AI untuk modernisasi layanan publik. Temuan utama menunjukkan bahwa teknologi seperti LLM dan RAG menawarkan potensi transformatif, namun keberhasilannya sangat bergantung pada tiga pilar utama: tata kelola yang kuat, kualitas data, dan penyesuaian model yang spesifik. Temuan bahwa tata kelola AI harus didasari oleh tata kelola data yang kuat [12] sejalan dengan penelitian oleh Wiseman [34] yang menekankan bahwa hambatan utama dalam berbagi data bukanlah teknologi, melainkan manusia, proses, dan budaya. Hal ini menunjukkan bahwa tanpa fondasi tata kelola yang matang, investasi pada teknologi AI secanggih apa pun tidak akan optimal. Lebih lanjut, tinjauan ini menyoroti sebuah dikotomi penting. Di satu sisi, studi seperti yang dilakukan oleh Han [3] dan Mamalis [20] menunjukkan keberhasilan RAG dalam memberikan jawaban yang akurat dan berbasis fakta untuk pertanyaan spesifik, seperti konsultasi kebijakan atau regulasi GDPR. Namun, di sisi lain, penelitian oleh Liu [11] dan Yae [35] memperingatkan tentang kelemahan inheren LLM umum, seperti "halusinasi" dan inkonsistensi, terutama saat berhadapan dengan data sensitif. Temuan ini mengindikasikan bahwa pendekatan "satu untuk semua" tidak efektif; model AI perlu disesuaikan (*fine-tuned*) secara cermat dengan data dan konteks spesifik pemerintah [31] untuk memastikan akurasi dan keandalannya.

Temuan-temuan ini memiliki implikasi yang sangat relevan bagi Indonesia, yang sedang giat mendorong transformasi digital melalui inisiatif seperti Portal Satu Data Indonesia (SDI). Keberhasilan SDI sangat bergantung pada interoperabilitas dan kualitas data dari berbagai kementerian dan lembaga. Tantangan yang diidentifikasi dalam tinjauan ini—seperti kualitas data yang buruk [23], silo data antar lembaga [34], dan kebutuhan akan tata kelola yang kuat [12]—adalah cerminan dari tantangan yang dihadapi Indonesia saat ini. Penerapan LLM dan RAG pada Portal SDI dapat menjadi lompatan besar untuk mempermudah akses publik terhadap data. Namun, hal ini hanya bisa terwujud jika pemerintah Indonesia memprioritaskan standarisasi metadata, peningkatan kualitas data, dan pengembangan kerangka kerja tata kelola AI yang jelas. Selain itu, keterbatasan sumber daya manusia yang ahli di bidang AI [9] juga menjadi kendala nyata yang perlu diatasi melalui program pelatihan dan pendidikan yang terstruktur.

4.5. Kesenjangan Penelitian dan Saran Penelitian Selanjutnya

Dari berbagai literatur yang ada, teridentifikasi tiga area penting yang masih memiliki kesenjangan dan membutuhkan penelitian lebih lanjut agar integrasi AI di portal data pemerintah dapat berjalan maksimal. Pertama, menggabungkan teknologi AI baru dengan sistem IT pemerintah yang seringkali sudah usang adalah sebuah tantangan besar. Masalah seperti manajemen data yang belum matang dan resistensi organisasi sering menjadi penghambat. Diperlukan kerangka tata kelola yang kuat untuk menyeimbangkan antara teknologi dan manajemen data agar integrasi berhasil [12]. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menemukan metode paling efektif agar AI bisa berjalan selaras dengan infrastruktur lama dan mampu menangani data pemerintah yang kompleks. Kedua, meskipun teknologi seperti LLM dan RAG sangat menjanjikan, masih ada tantangan besar dalam memastikan jawaban yang diberikan AI selalu akurat dan relevan secara *real-time*, terutama saat berhadapan dengan data pemerintah yang terus berubah. Studi oleh [21] dan [3] menunjukkan potensi RAG, namun diperlukan pengembangan lebih lanjut agar teknik ini mampu mengambil data secara *real-time* dari berbagai sumber

pemerintah yang dinamis dan memastikan model AI selalu dilatih dengan informasi terbaru. Ketiga, model LLM umum seringkali perlu dilatih ulang (*fine-tuning*) untuk menangani tugas-tugas spesifik pemerintah seperti analisis kebijakan atau pemrosesan dokumen hukum. Meskipun penyesuaian ini terbukti dapat meningkatkan akurasi [11], [31], tantangan utamanya adalah ketersediaan dataset khusus pemerintah yang berkualitas, masalah privasi data saat menggunakan informasi sensitif, dan keterbatasan teknis dari model itu sendiri.

Untuk mengatasi kesenjangan tersebut, penelitian di masa depan perlu difokuskan pada beberapa area utama. Upaya perlu diarahkan pada pengembangan kerangka kerja yang memudahkan integrasi AI secara lancar dengan sistem yang ada, termasuk memastikan sistem lama dan baru dapat bekerja sama. Selain itu, perlu dikembangkan model RAG yang lebih canggih dan praktik manajemen data yang lebih baik agar AI mampu menangani data yang dinamis dan memberikan jawaban real-time yang akurat. Terakhir, riset harus berfokus pada pembuatan dataset khusus pemerintah yang berkualitas tinggi, sambil mengembangkan teknik yang dapat menjaga privasi dan keamanan data sensitif selama proses pelatihan model. Dengan mengatasi berbagai tantangan ini, sistem pemerintahan berbasis AI dapat dikembangkan menjadi lebih baik, sehingga mampu menawarkan layanan publik yang lebih efisien, transparan, dan mudah diakses oleh masyarakat.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini mengkaji integrasi AI pada portal data pemerintah untuk meningkatkan layanan publik, dengan permasalahan utama kurangnya tinjauan sistematis dan kerangka evaluasi yang spesifik. Melalui metode Tinjauan Pustaka Sistematis, diidentifikasi 34 studi yang relevan. Temuan utama menunjukkan bahwa teknologi seperti LLM dan RAG terbukti efektif dalam meningkatkan komunikasi, efisiensi, dan akurasi pengambilan data. Penyesuaian model pada data spesifik menjadi faktor kunci keberhasilan. Meskipun demikian, implementasinya masih menghadapi tantangan signifikan terkait tata kelola yang kuat, kualitas data, interoperabilitas, dan isu privasi yang harus menjadi prioritas. Dengan demikian, temuan dari tinjauan ini dapat menjadi landasan strategis bagi para pembuat kebijakan dan praktisi dalam merancang dan mengimplementasikan sistem AI yang efektif dan akuntabel di sektor publik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Androutsopoulou, N. Karacapilidis, E. Loukis, dan Y. Charalabidis, "Transforming the communication between citizens and government through AI-guided chatbots," *Gov. Inf. Q.*, vol. 36, no. 2, hlm. 358–367, Apr 2019, doi: 10.1016/j.giq.2018.10.001.
- [2] G. Papageorgiou, V. Sarlis, M. Maragoudakis, dan C. Tjortjis, "Enhancing E-Government Services through State-of-the-Art, Modular, and Reproducible Architecture over Large Language Models," *Appl. Sci.*, vol. 14, no. 18, hlm. 8259, Sep 2024, doi: 10.3390/app14188259.
- [3] J. Han, J. Lu, Y. Xu, J. You, dan B. Wu, "Intelligent Practices of Large Language Models in Digital Government Services," *IEEE Access*, vol. 12, hlm. 8633–8640, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3349969.
- [4] N. Moldabay, "Transformation from electronic government to smart government," *Tesis Magister*, Dept. Manajemen, Univ. degli Studi di Teramo, Teramo, Italia, Okt. 2022.
- [5] L. Yun, S. Yun, dan H. Xue, "Improving citizen-government interactions with generative artificial intelligence: Novel human-computer interaction strategies for policy understanding through large language models," *PLOS ONE*, vol. 19, no. 12, hlm. e0311410, Des 2024, doi: 10.1371/journal.pone.0311410.
- [6] H. Chafetz, S. Saxena, dan S. G. Verhulst, "A Fourth Wave of Open Data? Exploring the Spectrum of Scenarios for Open Data and Generative AI," 2024, *arXiv*. doi: 10.48550/ARXIV.2405.04333.
- [7] M. Kuziemski dan G. Misuraca, "AI governance in the public sector: Three tales from the frontiers of automated decision-making in democratic settings," *Telecommun. Policy*, vol. 44, no. 6, hlm. 101976, Jul 2020, doi: 10.1016/j.telpol.2020.101976.
- [8] K. Fang dan K. Xu, "Automating Government Response to Citizens' Questions: A Large Language Model-Based Question-Answering Guidance Generation System," dalam 2023 3rd International Conference on Digital Society and Intelligent Systems (DSInS), Chengdu, China: IEEE, Nov 2023, hlm. 386–389. doi: 10.1109/DSInS60115.2023.10455136.
- [9] O. Marjanovic dan D. Cecez-Kecmanovic, "Open government data platforms – A complex adaptive sociomaterial systems perspective," *Inf. Organ.*, vol. 30, no. 4, hlm. 100323, Des 2020, doi: 10.1016/j.infoandorg.2020.100323.

- [10] K. Hardy dan A. Maurushat, “Opening up government data for Big Data analysis and public benefit,” *Comput. Law Secur. Rev.*, vol. 33, no. 1, hlm. 30–37, Feb 2017, doi: 10.1016/j.clsr.2016.11.003.
- [11] S. Liu, L. Zhang, W. Liu, J. Zhang, D. Gao, dan X. Jia, “The Evaluation Framework and Benchmark for Large Language Models in the Government Affairs Domain,” *ACM Trans. Intell. Syst. Technol.*, hlm. 3716854, Feb 2025, doi: 10.1145/3716854.
- [12] M. A. Alqudah, “Towards the governance of government data using artificial intelligence,” 23 Desember 2021, *Social Science Research Network, Rochester, NY*: 3992303. doi: 10.2139/ssrn.3992303.
- [13] E. Tan, “Designing an AI compatible open government data ecosystem for public governance,” *Inf. Polity*, vol. 28, no. 4, hlm. 541–557, Nov 2023, doi: 10.3233/IP-220020.
- [14] X. Li dan J. Wang, “Should government chatbots behave like civil servants? The effect of chatbot identity characteristics on citizen experience,” *Gov. Inf. Q.*, vol. 41, no. 3, hlm. 101957, Sep 2024, doi: 10.1016/j.giq.2024.101957.
- [15] K. Fang, Y. Chai, dan C. K. Xu, “Detecting Digital Government Answer Quality: an Integrated Method Based on LargeLanguage Models and Machine Learning Models: Detecting Digital Government Answer Quality,” dalam *Proceedings of the 2024 3rd Asia Conference on Algorithms, Computing and Machine Learning*, Shanghai China: ACM, Mar 2024, hlm. 7–12. doi: 10.1145/3654823.3654825.
- [16] P. Mikalef *dkk.*, “Enabling AI capabilities in government agencies: A study of determinants for European municipalities,” *Gov. Inf. Q.*, vol. 39, no. 4, hlm. 101596, Okt 2022, doi: 10.1016/j.giq.2021.101596.
- [17] G. V. Pereira, M. A. Macadar, E. M. Luciano, dan M. G. Testa, “Delivering public value through open government data initiatives in a Smart City context,” *Inf. Syst. Front.*, vol. 19, no. 2, hlm. 213–229, Apr 2017, doi: 10.1007/s10796-016-9673-7.
- [18] S. S. Dawes, L. Vidiasova, dan O. Parkhimovich, “Planning and designing open government data programs: An ecosystem approach,” *Gov. Inf. Q.*, vol. 33, no. 1, hlm. 15–27, Jan 2016, doi: 10.1016/j.giq.2016.01.003.
- [19] I. Pencheva, M. Esteve, dan S. J. Mikhaylov, “Big Data and AI – A transformational shift for government: So, what next for research?,” *Public Policy Adm.*, vol. 35, no. 1, hlm. 24–44, Jan 2020, doi: 10.1177/0952076718780537.
- [20] M. Mamalis, E. Kalampokis, F. Fitsilis, G. Theodorakopoulos, dan K. Tarabanis, “A Large Language Model based legal assistant for governance applications,” 2 Mei 2024, *Open Science Framework*. doi: 10.31219/osf.io/94fmq.
- [21] M. E. Mamalis, E. Kalampokis, A. Karamanou, P. Brimos, dan K. Tarabanis, “Can Large Language Models Revolutionary Open Government Data Portals? A Case of Using ChatGPT in statistics.gov.scot,” dalam *Proceedings of the 27th Pan-Hellenic Conference on Progress in Computing and Informatics*, dalam PCI '23. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, Feb 2024, hlm. 53–59. doi: 10.1145/3635059.3635068.
- [22] O. Alqaryouti, N. Siyam, A. Abdel Monem, dan K. Shaalan, “Aspect-based sentiment analysis using smart government review data,” *Appl. Comput. Inform.*, vol. 20, no. 1/2, hlm. 142–161, Jan 2024, doi: 10.1016/j.aci.2019.11.003.
- [23] S. Baack *dkk.*, “Towards Best Practices for Open Datasets for LLM Training,” 14 Januari 2025, *arXiv*: arXiv:2501.08365. doi: 10.48550/arXiv.2501.08365.
- [24] D. Canning dan L. Jaillant, “AI to review government records: new work to unlock historically significant digital records,” *AI Soc.*, Feb 2025, doi: 10.1007/s00146-022-02221-0.
- [25] C. Cao, J. Zhuang, dan Q. He, “LLM-Assisted Modeling and Simulations for Public Sector Decision-Making: Bridging Climate Data and Policy Insights,” dipresentasikan pada AAAI-2024 Workshop on Public Sector LLMs: Algorithmic and Sociotechnical Design, Feb 2024.
- [26] P. Dunleavy dan H. Margetts, “Data science, artificial intelligence and the third wave of digital era governance,” *Public Policy Adm.*, vol. 40, no. 2, hlm. 185–214, Apr 2025, doi: 10.1177/09520767231198737.
- [27] D. Fares, “The Role of Large Language Models (LLMs) Driven Chatbots in Shaping the Future of Government Services and Communication with Citizens in UAE,” *Theses*, Des 2023, [Daring]. Tersedia pada: <https://repository.rit.edu/theses/11694>
- [28] U. Gasser dan V. A. F. Almeida, “A Layered Model for AI Governance,” *IEEE Internet Comput.*, vol. 21, no. 6, hlm. 58–62, Nov 2017, doi: 10.1109/MIC.2017.4180835.

- [29] J. V. Lucke dan S. Frank, "A few Thoughts on the Use of ChatGPT, GPT 3.5, GPT-4 and LLMs in Parliaments: Reflecting on the results of experimenting with LLMs in the parliamentarian context," *Digit. Gov. Res. Pract.*, hlm. 3665333, Mei 2024, doi: 10.1145/3665333.
- [30] S. Mehrban *dkk.*, "Towards Secure FinTech: A Survey, Taxonomy, and Open Research Challenges," *Ieee Access*, vol. 8, hlm. 23391–23406, 2020, doi: 10.1109/access.2020.2970430.
- [31] E. S. de Paiva *dkk.*, "Continued pre-training of LLMs for Portuguese and Government domain: A proposal for product identification in textual purchase descriptions," dipresentasikan pada AAAI-2024 Workshop on Public Sector LLMs: Algorithmic and Sociotechnical Design, Feb 2024.
- [32] I. Safarov, A. Meijer, dan S. Grimmelikhuijsen, "Utilization of open government data: A systematic literature review of types, conditions, effects and users," *Inf. Polity*, vol. 22, no. 1, hlm. 1–24, Feb 2017, doi: 10.3233/IP-160012.
- [33] Y. Wang *dkk.*, "Large language models and their application in government affairs," *J. Tsinghua Univ. Sci. Technol.*, vol. 64, no. 4, hlm. 649–658, Apr 2024, doi: 10.16511/j.cnki.qhdxxb.2023.26.042.
- [34] T. Wiseman, J. Luckstead, dan A. Durand-Morat, "Asymmetric Exchange Rate Pass-Through in Southeast Asian Rice Trade," *J. Agric. Appl. Econ.*, vol. 53, no. 3, hlm. 341–374, 2021, doi: 10.1017/aae.2021.7.
- [35] J. Yae, "A Staged Framework for LLM-powered Information Extraction in Government Contracts," *Theses Diss.*, Mar 2024, [Daring]. Tersedia pada: <https://scholar.afit.edu/etd/7734>
- [36] W. Zhang, M. Wang, dan Y. Zhu, "Does government information release really matter in regulating contagion-evolution of negative emotion during public emergencies? From the perspective of cognitive big data analytics," *Int. J. Inf. Manag.*, vol. 50, hlm. 498–514, Feb 2020, doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2019.04.001.
- [37] A. Zuiderwijk, Y.-C. Chen, dan F. Salem, "Implications of the use of artificial intelligence in public governance: A systematic literature review and a research agenda," *Gov. Inf. Q.*, vol. 38, no. 3, hlm. 101577, Jul 2021, doi: 10.1016/j.giq.2021.101577.