

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di era transformasi digital saat ini, pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan *Artificial Intelligence* (AI) telah menjadi bagian penting dalam berbagai sektor, termasuk pelayanan kesehatan. Berbagai aktivitas seperti pencarian informasi, konsultasi layanan, hingga pelayanan pelanggan kini dapat dilakukan secara cepat dan praktis melalui chatbot berbasis AI. Sejalan dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat terhadap akses informasi yang cepat dan responsif, penggunaan chatbot juga terus mengalami perkembangan. Sebuah penelitian menunjukkan bahwa sebanyak 273 dari 590 rumah sakit yang diteliti telah mengimplementasikan chatbot layanan informasi dengan tingkat kegunaan yang baik [1]. Selain itu, tinjauan literatur mengenai pemanfaatan chatbot pada sektor kesehatan menunjukkan bahwa chatbot banyak digunakan untuk menyediakan informasi kesehatan, mendukung komunikasi pasien, serta meningkatkan akses terhadap layanan kesehatan [2]. Fakta tersebut menunjukkan bahwa chatbot memiliki peranan penting dalam mendukung penyediaan layanan informasi yang cepat, efisien, dan dapat diakses oleh masyarakat secara berkelanjutan.

PMI Kabupaten Klaten sebagai organisasi yang bergerak di bidang kemanusiaan dan layanan kesehatan memiliki berbagai jenis layanan, antara lain layanan donor darah, permintaan dan distribusi darah, layanan ambulans, kegiatan tanggap darurat, serta pelayanan kesehatan lainnya. Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan pada tanggal 1 Oktober 2025, yang melibatkan beberapa unit kerja yaitu Staf Hubungan Masyarakat (Humas), Kepala Unit Pelayanan Kesehatan (UPK), Staf Relawan, Staf Administrasi, serta Kasubid Administrasi Unit Donor Darah (UDD), diperoleh informasi bahwa rata-rata pesan yang masuk melalui kanal komunikasi digital seperti WhatsApp dan Instagram mencapai ± 80 –100 pesan per hari. Namun, jumlah pesan yang dapat direspons secara optimal hanya berkisar ± 60 –70 pesan per hari, sehingga masih terdapat kesenjangan antara jumlah pesan masuk dan pesan yang dapat ditangani. Selain itu, proses pelayanan informasi yang

saat ini masih dilakukan secara manual oleh petugas menyebabkan waktu respons menjadi tidak konsisten dan sangat bergantung pada ketersediaan sumber daya manusia. Pada kondisi tertentu, waktu respon pada WhatsApp dapat mencapai hingga 60 menit, sedangkan pada Instagram terdapat pesan yang tidak terbalas selama beberapa hari. Tingginya volume pertanyaan yang bersifat repetitif, seperti pertanyaan mengenai jadwal pelayanan, persyaratan donor, serta ketersediaan darah, semakin meningkatkan beban kerja petugas dan berpotensi menghambat penanganan pertanyaan yang lebih mendesak. Pemilihan PMI Kabupaten Klaten sebagai objek penelitian dilakukan secara purposif, yaitu berdasarkan relevansi dan representativitas terhadap permasalahan yang diteliti [3]. PMI Kabupaten Klaten dipilih karena memiliki cakupan layanan kemanusiaan yang luas dan aktif di seluruh wilayah kabupaten, dengan rata-rata volume pendonor darah mencapai 300 orang per hari pada kondisi normal [4], sehingga kebutuhan pengelolaan informasi yang cepat dan akurat menjadi krusial bagi keberlangsungan layanan. Selain itu, PMI Kabupaten Klaten juga telah memberikan akses dan kesediaan kerja sama untuk pengumpulan data melalui wawancara langsung dengan pihak-pihak terkait, sehingga memungkinkan diperolehnya data primer yang representatif untuk mendukung penelitian ini.

Dalam praktik layanan pelanggan, kecepatan dan tingkat respon terhadap pesan merupakan indikator penting dalam menilai kualitas layanan. Sistem layanan berbasis *chatbot* mampu meningkatkan kecepatan respons secara signifikan dibandingkan layanan manual, serta menjaga konsistensi jawaban [5]. Selain itu, *chatbot* memungkinkan layanan pelanggan tersedia selama 24 jam dengan waktu respon yang jauh lebih cepat dibandingkan layanan berbasis manusia [6]. Berdasarkan temuan tersebut, pendekatan layanan informasi yang masih dilakukan secara manual di PMI Kabupaten Klaten menunjukkan keterbatasan dalam memenuhi standar pelayanan modern yang menuntut kecepatan, konsistensi, dan ketersediaan layanan secara berkelanjutan. Pemanfaatan *chatbot* berbasis *Artificial Intelligence* (AI) menjadi solusi yang relevan untuk mengatasi permasalahan tersebut. *Chatbot* mampu memberikan respons secara otomatis, *real-time*, dan konsisten terhadap pertanyaan pengguna, khususnya untuk pertanyaan yang bersifat repetitif. Dibandingkan dengan metode manual, *chatbot* memiliki

keunggulan dalam hal waktu respons yang lebih cepat, kemampuan menangani banyak permintaan secara bersamaan atau *scalability*, serta konsistensi dalam penyampaian informasi [7], [8]. Selain itu, *chatbot* juga mampu mengurangi beban kerja petugas sehingga petugas dapat lebih fokus pada penanganan kasus yang membutuhkan intervensi manusia.

Dalam implementasinya, sistem *AI chat customer service* memerlukan kemampuan untuk mengelola data terstruktur dan tidak terstruktur secara bersamaan. Data terstruktur mencakup informasi seperti jadwal pelayanan, prosedur administrasi, serta kategori layanan. Sementara itu, data tidak terstruktur berupa teks pertanyaan pengguna, riwayat percakapan, serta dokumen pengetahuan yang menjadi referensi sistem. Pendekatan basis data relasional memiliki keterbatasan dalam mendukung pencarian berbasis makna atau *semantic search* karena sebagian besar mekanisme pencariannya masih bergantung pada pencocokan kata kunci dan indeks tradisional [9]. Sementara itu, basis data vektor mampu melakukan pencarian berdasarkan kemiripan semantik melalui representasi *embedding* [10], namun penggunaan sistem yang terpisah antara basis data relasional dan basis data vektor dapat meningkatkan kompleksitas pengelolaan data [11]. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan basis data hibrida yang mampu menggabungkan pencarian berbasis kesamaan semantik dengan penyaringan atribut data terstruktur dalam satu proses *query*. Dalam konteks pengelolaan data berbasis vektor, saat ini telah berkembang berbagai jenis *vector database* yang dirancang khusus untuk menyimpan dan melakukan pencarian terhadap *data embedding*. *Vector database* umumnya dioptimalkan untuk melakukan pencarian berbasis kemiripan atau *similarity search* secara efisien, sehingga banyak digunakan dalam pengembangan sistem berbasis AI, terutama untuk *semantic search*, *recommendation system*, dan *retrieval-augmented generation* (RAG) [10], [11].

Salah satu contoh *vector database* adalah Chroma, yang dirancang untuk memudahkan penyimpanan dan pencarian data *embedding* dengan performa yang baik serta implementasi yang relatif sederhana. Chroma unggul dalam menangani pencarian berbasis vektor secara langsung, sehingga cocok digunakan pada aplikasi yang berfokus pada *semantic search* murni. Namun, Chroma memiliki keterbatasan

dalam pengelolaan data terstruktur karena tidak memiliki dukungan sistem relasional yang kuat seperti SQL [12]. Hal ini menyebabkan proses *filtering* berbasis atribut metadata menjadi kurang fleksibel dan terbatas, terutama ketika aplikasi memerlukan kombinasi *query* yang kompleks antara data terstruktur dan tidak terstruktur. Selain itu, penggunaan Chroma dalam sistem yang kompleks seringkali memerlukan integrasi tambahan dengan basis data relasional lain, sehingga dapat meningkatkan kompleksitas arsitektur serta pengelolaan data.

Sebagai alternatif, PostgreSQL yang dikombinasikan dengan ekstensi pgvector menawarkan pendekatan yang lebih terintegrasi. Dengan pgvector, PostgreSQL tidak hanya berfungsi sebagai basis data relasional, tetapi juga mampu melakukan pencarian berbasis vektor dalam satu lingkungan yang sama. Hal ini memungkinkan penggunaan *query* hibrida yang menggabungkan *filtering* berbasis atribut atau *structured query* dengan *semantic search* atau *vector similarity search* secara bersamaan. Selain itu, pgvector menunjukkan performa yang kompetitif dalam pencarian vektor sekaligus memberikan fleksibilitas lebih tinggi dalam pengelolaan data karena didukung oleh kemampuan SQL [12]. Meskipun demikian, studi perbandingan performa DBMS pada beban kerja OLTP murni menunjukkan bahwa PostgreSQL dapat memiliki waktu respons yang lebih tinggi dibandingkan MySQL dan Oracle pada volume data besar, sehingga optimasi tetap diperlukan sesuai karakteristik beban kerja yang dihadapi [13]. Kelebihan utama PostgreSQL dengan pgvector pada penelitian ini bukan terletak pada kecepatan murni, melainkan pada kemampuannya menggabungkan pencarian relasional dan vektor dalam satu sistem basis data yang terpusat, sesuatu yang tidak dapat dilakukan secara *native* oleh DBMS relasional konvensional lainnya.

Dengan mempertimbangkan kebutuhan sistem AI *chat customer service* pada PMI Kabupaten Klaten yang memerlukan pengelolaan data terstruktur dan tidak terstruktur secara bersamaan, penggunaan PostgreSQL dengan ekstensi pgvector menjadi pilihan yang lebih sesuai dibandingkan Chroma. Pendekatan ini memungkinkan integrasi data yang lebih efisien, penyederhanaan arsitektur sistem, serta kemampuan dalam melakukan *query* hibrida yang kompleks dalam satu sistem basis data yang terpusat. Oleh karena itu, PostgreSQL dengan pgvector dipilih

sebagai solusi untuk mendukung perancangan basis data hibrida dalam penelitian ini.

Kontribusi penelitian ini terletak pada penerapan desain skema basis data hibrida yang mengintegrasikan *metadata filtering* dengan *semantic search* berbasis vektor dalam satu mekanisme pencarian. Meskipun kemampuan teknis ini didukung oleh ekstensi *pgvector*, penggabungan *query* terstruktur dan vektor secara efisien masih menjadi tantangan terbuka dalam riset manajemen basis data vektor [12]. Pendekatan ini dirancang secara spesifik untuk mendukung kebutuhan layanan informasi pada organisasi kemanusiaan yang memiliki karakteristik data beragam serta kebutuhan respons yang cepat dan akurat. Dalam implementasinya, setiap data yang disimpan akan dilengkapi dengan metadata seperti sumber data, waktu input, serta identitas penginput. Selain itu, sistem juga mencatat *log proses query*, termasuk data mana yang digunakan dalam menghasilkan jawaban oleh AI. Dengan adanya mekanisme ini, setiap respon yang dihasilkan dapat ditelusuri kembali ke sumbernya, sehingga meningkatkan transparansi, akurasi, serta memudahkan proses evaluasi dan perbaikan sistem di masa mendatang. Pendekatan ini juga sejalan dengan penelitian mengenai pentingnya *auditability* dalam sistem AI untuk meningkatkan kepercayaan pengguna [14]. Dalam implementasinya, sistem *AI chat customer service* memerlukan kemampuan untuk mengelola data terstruktur dan tidak terstruktur secara bersamaan, seperti jadwal pelayanan dan prosedur administrasi di satu sisi, serta teks pertanyaan pengguna dan dokumen pengetahuan di sisi lain. Basis data relasional memiliki keterbatasan dalam mendukung pencarian berbasis makna atau *semantic search* karena mekanisme pencariannya masih bergantung pada pencocokan kata kunci [9], sedangkan basis data vektor mampu melakukan pencarian berdasarkan kemiripan semantik melalui representasi *embedding* [10], namun penggunaan sistem yang terpisah antara keduanya dapat meningkatkan kompleksitas pengelolaan data [11]. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan basis data hibrida yang mampu menggabungkan pencarian berbasis kesamaan semantik dengan penyaringan atribut data terstruktur dalam satu proses *query*. Perancangan basis data hibrida ini disusun secara sistematis agar tahapan perencanaan hingga implementasi tetap konsisten dan meminimalkan kesalahan desain sejak awal [15].

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, penelitian ini berfokus pada perancangan basis data hibrida untuk mendukung implementasi AI *chat customer service* pada PMI Kabupaten Klaten. Evaluasi terhadap rancangan basis data dilakukan menggunakan tiga metrik hybrid retrieval, yaitu *Retrieval Quality under Filtering Conditions* untuk mengukur konsistensi hasil *retrieval* terhadap *ground truth*, *Tail Latency* untuk mengevaluasi stabilitas waktu respons sistem, serta *Workload Attributes* untuk menganalisis pengaruh *filter selectivity* dan karakteristik *query* terhadap performa *retrieval* [16]. Dataset yang digunakan mencakup data layanan PMI, baik data terstruktur maupun tidak terstruktur yang telah dikurasi sebagai *ground truth*. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk merancang dan mengevaluasi basis data hibrida berbasis PostgreSQL dan *pgvector* yang mampu mendukung kebutuhan AI *chat customer service* PMI Kabupaten Klaten secara cepat, relevan, dan andal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil perancangan basis data hibrida menggunakan PostgreSQL dengan ekstensi *pgvector* untuk mendukung layanan AI *chat customer service* di PMI Kabupaten Klaten dengan menerapkan metode *Database Life Cycle* (DBLC)?
2. Bagaimana hasil kinerja rancangan basis data hibrida PostgreSQL dengan ekstensi *pgvector* dalam proses *data ingestion*, pembentukan indeks, serta eksekusi *query* termasuk pencarian berbasis vektor untuk mendukung respon AI *chat customer service* PMI Kabupaten Klaten?
3. Bagaimana kualitas hasil pencarian informasi dan performa *query* pada perancangan basis data hibrida layanan AI *chat customer service* PMI Kabupaten Klaten, yang dievaluasi melalui konsistensi hasil *retrieval* terhadap kondisi *filtering* data terstruktur menggunakan *Retrieval Quality under Filtering Conditions*, stabilitas waktu respons pada kondisi *query* terburuk menggunakan *Tail Latency*, serta kemampuan sistem menangani variasi karakteristik *query* pengguna menggunakan *Workload Attributes*?

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah dilakukan untuk memastikan bahwa penelitian tetap fokus pada tujuan utama yang ingin dicapai, serta menghindari meluasnya ruang lingkup pembahasan. Dengan adanya pembatasan ini, pelaksanaan penelitian dapat berlangsung secara lebih fokus, terstruktur, dan sesuai arah yang telah ditentukan. Adapun batasan-batasan dalam penelitian ini meliputi:

1. Objek penelitian ini adalah basis data layanan AI *chat customer service* pada PMI Kabupaten Klaten yang dirancang menggunakan PostgreSQL dengan ekstensi pgvector.
2. Penelitian ini difokuskan pada perancangan basis data hibrida, yang mengelola data terstruktur dan data berbasis vektor untuk mendukung kebutuhan pencarian informasi pada layanan AI *chat customer service*, tanpa membahas pengembangan atau pelatihan model AI yang digunakan.
3. Proses perancangan basis data dalam penelitian ini menggunakan metode *Database Life Cycle* (DBLC), yang mencakup tahap *plan*, *system definition*, *analysis and requirements collection*, *conceptual design*, *logical design*, *physical design*, dan *implementation*.
4. Evaluasi kinerja basis data hibrida dalam penelitian ini dibatasi pada tiga aspek, yaitu kualitas hasil pencarian informasi (*Retrieval Quality under Filtering Conditions*), performa waktu respons *query* (*Tail Latency*), dan karakteristik beban kerja *query* (*Workload Attributes*).

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.4.1 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dijelaskan di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang basis data hibrida menggunakan PostgreSQL dengan ekstensi pgvector untuk mendukung layanan AI chat customer service di PMI Kabupaten Klaten dengan menerapkan metode Database Life Cycle (DBLC).
2. Melakukan pengujian kinerja rancangan basis data hibrida PostgreSQL dengan ekstensi pgvector dalam proses data

ingestion, pembentukan indeks, serta eksekusi query termasuk pencarian berbasis vektor (vector search) untuk mendukung respon layanan AI chat customer service PMI Kabupaten Klaten.

3. Mengevaluasi kualitas hasil pencarian informasi dan performa *query* pada perancangan basis data hibrida layanan AI *Chat Customer Service* PMI Kabupaten Klaten menggunakan metrik *Retrieval Quality under Filtering Conditions*, *Tail Latency*, dan *Workload Attributes*.

1.4.2 Manfaat Penelitian

Berdasarkan permasalahan dan tujuan penelitian yang telah dirumuskan, manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan hasil perancangan basis data hibrida menggunakan PostgreSQL dengan ekstensi pgvector yang dirancang melalui pendekatan Database Life Cycle (DBLC) serta dilengkapi dengan pengujian kinerja data ingestion dan query untuk mendukung layanan AI chat customer service di PMI Kabupaten Klaten.
2. Memberikan kontribusi berupa hasil pengujian kinerja sistem, termasuk proses data ingestion, pembentukan indeks, eksekusi query, serta pencarian berbasis vektor (vector search), yang dapat dijadikan referensi dalam pengembangan basis data hibrida pada layanan AI *chat customer service*.
3. Memberikan evaluasi terhadap kualitas hasil pencarian informasi dan performa query pada basis data hibrida menggunakan metrik *Retrieval Quality under Filtering Conditions* (Recall@K), *Latency Metrics* khususnya *tail latency* (p50, p95, dan p99), serta *Workload Attributes* sebagai dasar pertimbangan dalam peningkatan performa dan pengelolaan basis data layanan AI Chat Customer Service di PMI Kabupaten Klaten pada masa mendatang.

1.5 Sistematika Penulisan

Struktur penulisan dan penyusunan penelitian ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memaparkan gambaran umum penelitian yang meliputi latar belakang permasalahan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, serta sistematika penulisan sebagai kerangka penyusunan laporan penelitian.

2. BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini membahas landasan teori yang mendukung penelitian, meliputi konsep dan teori yang berkaitan dengan topik penelitian, metode dan pendekatan yang digunakan, serta tinjauan terhadap penelitian terdahulu yang relevan.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode penelitian yang digunakan, tahapan pelaksanaan penelitian, serta gambaran umum proses perancangan dan pengujian yang dilakukan dalam penelitian.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil penelitian yang telah diperoleh beserta pembahasan terhadap hasil tersebut, termasuk analisis dan penjelasan terkait temuan yang dihasilkan dari proses penelitian.

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian serta saran yang dapat diberikan sebagai bahan pertimbangan untuk pengembangan atau penelitian selanjutnya.