

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transportasi darat, khususnya bus, merupakan salah satu pilihan utama masyarakat Indonesia untuk perjalanan antarkota maupun antarprovinsi. Dalam periode 2020-2024, pertumbuhan penggunaan transportasi bus ditunjukkan dari peningkatan jumlah bus di Indonesia dengan persentase sebesar 5,16% per tahun [1]. Pertumbuhan pengguna bus tersebut diiringi dengan penerapan sistem tiket berbasis digital yang mampu meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan operasional, terutama pada proses penjualan tiket, pengaturan jadwal, serta pencatatan data penumpang [2]. Meskipun demikian, penerapan sistem tersebut juga menghasilkan volume data yang sangat besar dan terus bertambah [3]. Kompleksitas ini semakin meningkat ketika data operasional tidak tersimpan dalam satu sistem terpusat, melainkan tersebar pada beberapa basis data transaksional yang berjalan secara terpisah [4]. Kondisi tersebut menyebabkan proses analisis menjadi terhambat karena data yang saling berkaitan tidak terintegrasi, sehingga menyulitkan analisis kinerja rute, tren penjualan tiket, serta pengambilan keputusan operasional secara akurat [5].

Keterbatasan dalam proses analisis data pada sistem tiket bus tersebut menunjukkan perlunya pemanfaatan teknologi yang mampu mengintegrasikan data dari berbagai sumber secara terpusat. Dalam konteks ini, *data warehouse* digunakan sebagai penyimpanan data historis yang menggabungkan data transaksi tiket dari berbagai basis data transaksional ke dalam satu sistem yang terstruktur [6]. Proses *Extract, Transform, Load* (ETL) berperan dalam mengolah dan memindahkan data dari basis data transaksional ke dalam *data warehouse* secara periodik, sehingga data yang dihasilkan konsisten dan siap untuk dianalisis [7]. Meskipun demikian, ketersediaan data yang terintegrasi belum sepenuhnya menyelesaikan permasalahan akses informasi, karena proses analisis masih bergantung pada kemampuan teknis dalam menyusun kueri SQL yang kompleks. Kondisi ini menyebabkan pengguna non-teknis mengalami kesulitan dalam

memperoleh informasi secara mandiri. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, pendekatan *Natural Language to SQL* (NL2SQL) hadir sebagai solusi yang memungkinkan pengguna berinteraksi dengan basis data menggunakan bahasa alami tanpa harus memahami kueri SQL secara mendalam [8].

Perkembangan penelitian pada bidang analitik data menunjukkan adanya kemajuan baik dari sisi pengelolaan data maupun akses terhadap informasi. Implementasi *data warehouse* berbasis ETL dan *star schema* telah terbukti mampu mengintegrasikan data dari berbagai sumber sehingga menghasilkan informasi yang mendukung pengambilan keputusan strategis pada domain properti [9]. Pada sektor transportasi, analisis data transaksi berhasil dimanfaatkan untuk mengidentifikasi pola perjalanan penumpang, waktu operasional tersibuk, serta karakteristik penggunaan layanan sebagai dasar optimalisasi operasional transportasi publik [10]. Seiring berkembangnya teknologi kecerdasan buatan, pendekatan NL2SQL berbasis *semantic parsing* dan *rule-based* mampu menghasilkan akurasi sebesar 96,72% dengan waktu eksekusi rata-rata 0,05 detik pada domain akademik [11]. Perkembangan selanjutnya memanfaatkan *Large Language Model* (LLM), di mana integrasi GPT-4 pada proses *text-to-SQL* mampu menghasilkan *Valid SQL* sebesar 99% dan *Execution Accuracy* sebesar 95,5% [12]. Meskipun demikian, penelitian-penelitian tersebut masih mengembangkan data warehouse, analitik transportasi, dan NL2SQL secara terpisah. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan integrasi *data warehouse* sebagai repositori analitik dengan *chatbot* berbasis NL2SQL menggunakan LLM dalam satu sistem untuk mendukung analisis operasional tiket bus.

PT IAS Support Indonesia (IASS) merupakan perusahaan yang menyediakan layanan dukungan operasional bandara, termasuk dukungan teknologi informasi untuk operasional transportasi bus di area Bandara Soekarno-Hatta bernama EzBus, serta bekerja sama dengan berbagai perusahaan otobus (PO), antara lain DAMRI, Hiba, Agra, Sinar Jaya, Primajasa, Lintas Shuttle, Cititrans, Jackal Holiday, Big Bird, Lorena, Sinar Jaya Shuttle, Primajasa Redwhite Star, Bhinneka Shuttle, Lintas JAC, Daytrans, dan DAMRI Shuttle. Sistem pembelian tiket yang berjalan saat ini tersedia dalam bentuk aplikasi yang terpasang pada *Vending Machine* (VM) dan *Point of Sale* (POS) di Terminal 1, 2, dan 3, serta dapat diakses melalui website

yang mencapai sekitar 3000 transaksi setiap harinya. Selain sistem pembelian, PT IAS Support Indonesia juga mengoperasikan sistem monitoring berbasis web yang hanya dapat diakses oleh pihak internal dan masing-masing operator untuk memantau data transaksi, pendapatan serta daftar rute dan jadwal keberangkatan. Sebagai bentuk analisis dasar, sistem menyediakan grafik jumlah transaksi dalam periode satu minggu, satu bulan, dan satu tahun. Meskipun demikian, sistem yang berjalan menggunakan dua basis data yang terpisah, di mana satu di antaranya berfungsi sebagai basis data transaksi tiket dan yang lainnya untuk menyimpan data yang dipertukarkan dengan sistem masing-masing operator melalui API. Pemisahan ini dilakukan untuk menjaga kelancaran operasional server produksi, namun mengakibatkan data yang saling berkaitan tersebar di dua sistem yang tidak tersinkronisasi. Akibatnya, analisis yang membutuhkan gabungan data dari kedua basis data tidak dapat dilakukan secara langsung, dan kebutuhan informasi di luar cakupan dashboard mengharuskan pengelola basis data untuk melakukan kueri manual langsung ke basis data, yang memerlukan kemampuan teknis khusus serta berpotensi menghambat pengambilan keputusan secara cepat dan akurat.

Sebagai solusi terhadap permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan perancangan dan implementasi *data warehouse* terintegrasi yang menyatukan data dari kedua basis data transaksional yang ada ke dalam satu repositori analitik terpusat melalui proses *Extract, Transform, Load* (ETL) yang berjalan secara periodik. *Data warehouse* dirancang menggunakan star schema yang dioptimalkan untuk kebutuhan analisis operasional tiket bus, sehingga proses pelaporan dan analisis tidak membebani basis data transaksional yang sedang berjalan. Selain itu, untuk meningkatkan kemudahan akses informasi bagi pengelola yang tidak memiliki kemampuan teknis SQL, sistem ini dilengkapi dengan antarmuka *chatbot* berbasis *Natural Language to SQL* (NL2SQL) yang memanfaatkan model GPT-4. Melalui *chatbot* ini, pengelola dapat mengajukan pertanyaan dalam bahasa alami dan memperoleh hasil analisis secara langsung tanpa perlu menyusun kueri SQL secara manual. Sistem ini dirancang khusus untuk keperluan internal PT IAS Support Indonesia dan para pengelola PO, sehingga seluruh fungsionalitasnya berorientasi pada dukungan analisis operasional dan pengambilan keputusan strategis.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan proses ETL untuk mengintegrasikan data dari beberapa basis data transaksional yang terpisah pada sistem tiket bus PT IAS Support Indonesia?
2. Bagaimana merancang *data warehouse* menggunakan pendekatan *star schema* sebagai repositori analitik terpusat untuk mendukung analisis operasional tiket bus?
3. Bagaimana mengimplementasikan dan mengevaluasi *chatbot* berbasis NL2SQL dengan model GPT-4 sebagai antarmuka yang mempermudah pengguna non-teknis dalam mengakses dan mengeksplorasi data tiket bus?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah dan tidak meluas, maka penelitian ini dibatasi pada beberapa hal berikut:

1. Penelitian ini tidak mencakup pengembangan maupun modifikasi terhadap sistem operasional tiket bus yang sedang berjalan, termasuk basis data transaksional yang digunakan oleh sistem sekarang.
2. Sistem *data warehouse* dan *chatbot* NL2SQL yang dibangun merupakan sistem yang berdiri secara independen dan tidak terintegrasi dengan sistem monitoring operasional yang sedang berjalan.
3. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sampel dari data pada sistem asli, dengan periode data april 2026.
4. Implementasi *chatbot* berbasis NL2SQL difokuskan pada penerapan kemampuan konversi bahasa alami ke kueri SQL menggunakan model GPT-4, tanpa mencakup pengembangan, pelatihan ulang, maupun optimasi model secara mendalam.
5. Penelitian dilakukan tanpa membandingkan hasil performa dari model lain.
6. Pengujian *chatbot* NL2SQL dalam penelitian ini dilakukan menggunakan input pertanyaan dalam Bahasa Indonesia.

7. Sistem *data warehouse* dan *chatbot* NL2SQL hanya dapat diakses oleh pihak internal PT IAS Support Indonesia dan operator PO yang berwenang, dan tidak ditujukan untuk pengguna umum atau penumpang.

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.4.1 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang dan mengimplementasikan proses *Extract, Transform, Load* (ETL) untuk mengintegrasikan data dari beberapa basis data transaksional yang terpisah pada sistem tiket bus PT IAS Support Indonesia.
2. Merancang dan membangun *data warehouse* menggunakan pendekatan *star schema* sebagai repositori analitik terpusat untuk mendukung analisis operasional tiket bus.
3. Mengimplementasikan dan mengevaluasi *chatbot* berbasis *Natural Language to SQL* (NL2SQL) dengan memanfaatkan model GPT-4 (*Large Language Model*) sebagai antarmuka yang memudahkan pengguna non-teknis dalam mengakses dan mengeksplorasi data tiket bus.

1.4.2 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoritis dalam pengembangan kajian mengenai perancangan *data warehouse* menggunakan pendekatan *star schema* dan proses ETL pada sistem dengan sumber data transaksional terdistribusi. Selain itu, penelitian ini diharapkan memperkaya kajian mengenai penerapan metode NL2SQL berbasis *Large Language Model* (LLM) sebagai antarmuka akses data pada sistem analitik.

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat praktis bagi PT IAS Support Indonesia, khususnya bagi tim pengelola sistem dan manajemen operasional, dalam memperoleh informasi analitik secara lebih cepat dan terstruktur tanpa bergantung pada kemampuan teknis SQL. Bagi operator PO yang bekerja sama dengan PT IAS, penerapan *chatbot* NL2SQL

diharapkan dapat mempermudah eksplorasi data operasional secara mandiri, sehingga mendukung pengambilan keputusan yang lebih efektif dan efisien.

1.5 Sistematika Penulisan

Penelitian ini terdiri dari lima bab yang disusun secara sistematis sesuai dengan kaidah penulisan ilmiah. Berikut adalah susunan pada dokumen penelitian ini.

BAB I PENDAHULUAN

Bagian ini berisikan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, dan manfaat penelitian. Pendahuluan merupakan bagian pertama yang berfungsi sebagai pengantar dan menjelaskan permasalahan yang diangkat pada penelitian ini.

BAB II LANDASAN TEORI

Bagian ini terdiri dari teori-teori yang berhubungan dengan topik yang diangkat pada penelitian ini. Teori ini didapatkan melalui beberapa sumber yaitu penelitian terdahulu dan buku yang berkaitan dengan topik yang dibahas pada penelitian ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bagian ini berisi langkah-langkah yang akan dilakukan untuk melakukan penelitian, gambaran umum objek penelitian, dan metode yang digunakan dalam merancang sistem.

BAB IV ANALISIS DAN HASIL PENELITIAN

Bagian ini mencakup hasil perancangan *data warehouse*, pengembangan tampilan sistem dan *chatbot*.

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

Bagian ini mencakup kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan serta saran yang diberikan untuk penelitian berikutnya.