

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) dalam beberapa tahun terakhir telah memberikan dampak signifikan terhadap berbagai sektor, termasuk bidang pendidikan. Perguruan tinggi sebagai institusi akademik dituntut untuk mampu menyediakan layanan informasi yang cepat, akurat, dan responsif guna mendukung aktivitas operasional kampus (Munawirah et al., 2025). Namun, pada praktiknya, penyampaian informasi di lingkungan kampus masih sering menghadapi berbagai kendala, seperti keterbatasan jumlah petugas layanan, antrean panjang, serta kurangnya sistem yang mampu merespons pertanyaan secara interaktif dan *real time* tanpa dibatasi jam kerja (Nugraha & Sebastian, 2021).

Masalah spesifik yang sering dihadapi, khususnya oleh mahasiswa baru Fakultas Ilmu Komputer (Fasilkom), maupun tamu luar yang awam tentang lingkungan kampus Universitas Mercu Buana, ialah kesulitan dalam memahami tata letak gedung dan fasilitas akademik. Pengunjung sering kali kebingungan saat mencari lokasi spesifik seperti ruang kuliah, laboratorium, ruang dosen, hingga layanan administrasi fakultas (Nurdiansah et al., 2024). Tidak adanya denah interaktif yang mudah diakses menjadi hambatan utama dalam memperoleh panduan rute spasial yang akurat. Hal ini menunjukkan adanya kebutuhan mendesak akan sebuah sistem cerdas yang tidak hanya mampu menyajikan peta gedung fakultas, tetapi juga dapat memahami instruksi pencarian dari pengguna secara alami.

Pendekatan terkini untuk mengatasi kendala navigasi ruang ini adalah melalui pemanfaatan teknologi *Natural Language Processing* (NLP) yang mampu menerjemahkan instruksi bahasa alami pengguna menjadi parameter komputasi secara dinamis. Dengan mengoptimalkan latensi respons sistem, arsitektur pemrosesan dirancang untuk memprioritaskan pengecekan instruksi navigasi sebelum mengeksekusi analisis bahasa yang kompleks menggunakan *Named Entity Recognition* (NER). Sebagai ekstraksi informasi yang krusial dalam NLP,

NER berfungsi untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan entitas penting dari kalimat tidak terstruktur ke dalam kategori semantik yang baku, seperti nama orang, lokasi, atau organisasi (Ahmad et al., 2025). Pada penelitian ini, pemecahan masalah bahasa tersebut diimplementasikan melalui pendekatan *Hybrid NER* yang menyinergikan pencocokan leksikal berbasis *fuzzy string matching* sebagai proses jalur cepat (*fast lane*) lalu ada juga dengan pencarian semantik berbasis data vektor dengan mencocokkan vektor pertanyaan pengguna dalam proses jalur lambat (*slow lane*). Sistem juga dilengkapi dengan klasifikasi *intent* berbasis *template* jawaban untuk meminimalkan risiko halusinasi model bahasa, serta mekanisme disambiguasi aktif untuk mengklarifikasi entitas ganda. Sebagai contoh, pada pertanyaan "Dimana Pak Wawan sekarang?", sistem secara presisi dapat mengekstraksi kata "pak Wawan" sebagai entitas bertipe "DOSEN", mendeteksi intensi pencarian jadwal, lalu menyajikan rute menuju ruang kelas yang relevan dari basis pengetahuan.

Selain memahami arti dari pertanyaan pengguna, sistem juga harus mampu menalar dan memberikan solusi untuk rute menuju lokasi tersebut. Untuk menerapkannya, diperlukan sebuah algoritma pencarian jalur (*pathfinding*). Algoritma A-Star (A*) menjadi standar utama pada navigasi dalam ruangan karena kemampuannya mencari rute titik demi titik dari simpul awal ke simpul tujuan secara optimal dan efisien menggunakan evaluasi jarak heuristik (Gibran et al., 2026). Dengan mengimplementasikan algoritma A*, asisten virtual dapat memberikan panduan rute terpendek menuju lokasi yang diinginkan pengguna.

Seiring dengan kemajuan zaman dalam interaksi manusia dan komputer, layanan asisten virtual kini semakin relevan. Asisten virtual mengonversi antarmuka tradisional menjadi interaksi dua arah yang natural. Untuk memfasilitasi masukan pengguna secara alami, sistem mengintegrasikan modul *Speech-to-Text* (STT) yang menerima dan mentranskripsikan suara pengguna secara *real-time*. Selanjutnya, sebagai mekanisme umpan balik, modul *Text-to-Speech* (TTS) diimplementasikan untuk menyintesis teks jawaban menjadi suara yang dapat didengar pengguna, sehingga menyempurnakan pengalaman navigasi digital tanpa memaksa pengguna untuk terus melihat layar (Khoirunnisa et al., 2025). Selanjutnya, untuk menghasilkan suara yang konsisten dengan identitas karakter

virtual, diterapkan teknologi *Voice Conversion* berbasis *Retrieval-based Voice Conversion* (RVC) yang mengubah suara TTS generik menjadi suara khas karakter asisten. Pewujudan agen percakapan visual ini diperkuat dengan teknologi animasi Live2D yang menyinkronkan audio dengan gerakan bibir karakter (*lip-sync*) serta menampilkan ekspresi wajah dinamis berdasarkan konteks respons, guna menciptakan pengalaman interaksi yang lebih natural.

Dalam penelitian ini, dikembangkan sebuah asisten virtual Fasilkom berbasis anjungan mandiri yang menggabungkan kemampuan pemahaman bahasa alami dan navigasi spasial ke dalam satu platform terpadu. Sistem asisten virtual kampus ini juga mengimplementasikan *Hybrid NER* untuk mengenali entitas dan mengklasifikasikan intensi pengguna, algoritma A^* untuk merancang jalur navigasi, serta modul pengenalan suara dan avatar *Live2D* sebagai antarmuka interaktifnya. Seluruh respons ditransmisikan kepada pengguna secara bertahap menggunakan mekanisme *Server-Sent Events streaming* guna menekan latensi tunggu. Secara fundamental, asisten ini dirancang untuk beroperasi secara mandiri pada perangkat keras lokal dengan menggunakan *Small Language Model* (SLM) berformat kuantisasi untuk menjamin performa respons yang optimal dan andal tanpa ketergantungan pada konektivitas komputasi awan (Fadhil Ahmad et al., 2025). Berbeda dengan sistem pencarian direktori kampus konvensional yang bersifat statis dan kaku, arsitektur yang diusulkan ini mampu menyajikan interaksi navigasi yang dinamis, meminimalkan kesalahan pencarian rute, dan menghadirkan pengalaman interaksi yang jauh lebih natural melalui karakter virtual bersuara. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan *Named Entity Recognition* dan algoritma A^* dalam rekayasa sistem asisten virtual Fasilkom yang interaktif, sebagai wujud kontribusi nyata dalam pengembangan teknologi kecerdasan buatan terapan di institusi pendidikan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, penelitian ini difokuskan pada bagaimana teknologi dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan layanan sistem informasi melalui asisten virtual kampus. Maka, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana merancang sistem pengenalan entitas (*Hybrid NER*) yang mampu mengenali nama dosen, tenaga kependidikan dari pertanyaan pengguna, serta menentukan jenis pertanyaan (jadwal, lokasi, atau informasi umum) secara akurat ?
2. Bagaimana menerapkan algoritma A* untuk pencarian rute di dalam kampus yang dapat bekerja bersama sistem asisten virtual, sehingga pengguna bisa mendapatkan panduan arah secara *real-time* melalui percakapan ?
3. Bagaimana membangun antarmuka asisten virtual berkarakter yang mampu merespons dengan suara dan dapat berjalan sepenuhnya pada perangkat keras lokal ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian aplikasi asisten virtual kampus adalah sebagai berikut:

1. Merancang sistem pengenalan entitas (*Hybrid NER*) yang dapat mengenali dan membedakan entitas kampus dari pertanyaan suara berbahasa Indonesia, serta mengklasifikasikan jenis pertanyaan pengguna secara akurat.
2. Menerapkan algoritma A* untuk pencarian rute di dalam kampus yang terintegrasi dengan sistem asisten virtual, sehingga menghasilkan panduan navigasi secara *real time*.
3. Membangun antarmuka asisten virtual berkarakter menggunakan Live2D dan *voice conversion* (RVC v2) yang responsif, natural, dan dapat berjalan optimal pada perangkat keras lokal.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, penelitian ini difokuskan pada bagaimana teknologi dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan layanan sistem informasi kampus yang efektif. Maka, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Manfaat Akademis
 - a) Penelitian ini memberikan kontribusi ilmiah berupa rancangan arsitektur *Hybrid NER* yang mengombinasikan *fuzzy string*

matching dengan pencarian semantik berbasis *vector database*, yang dapat dijadikan referensi bagi penelitian selanjutnya dalam pengembangan sistem pengenalan entitas pada domain spesifik.

- b) Penelitian ini memperkaya kajian mengenai penerapan algoritma A* pada sistem navigasi dalam ruangan (*indoor navigation*) yang diintegrasikan ke dalam sistem dialog berbasis bahasa alami, sehingga dapat menjadi dasar pengembangan riset di bidang *conversational agent* berbasis lokasi.

2. Manfaat Praktis

- a) Sistem asisten virtual yang dikembangkan dapat membantu mahasiswa dan tamu akademik dalam memperoleh informasi mengenai dosen, jadwal mengajar, serta lokasi ruangan di lingkungan kampus secara cepat dan interaktif melalui interaksi suara.
- b) Fitur navigasi berbasis denah kampus yang terintegrasi dalam sistem ini dapat memudahkan pengguna yang belum mengenal lingkungan kampus untuk menemukan lokasi tujuan tanpa harus bertanya langsung kepada petugas atau civitas akademika lainnya.

3. Manfaat Bagi Pengembang Aplikasi

- a) Arsitektur sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini, mencakup integrasi STT, NER, *intent detection*, LLM, TTS, dan *voice conversion* dapat dijadikan kerangka acuan bagi pengembang yang ingin membangun asisten virtual berbasis suara pada domain yang serupa.
- b) Pendekatan *deployment* model LLM secara lokal menggunakan kuantisasi GGUF dan *framework* llama.cpp yang diterapkan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa sistem berbasis kecerdasan buatan dapat dijalankan pada perangkat keras dengan spesifikasi menengah, sehingga memberikan alternatif solusi bagi pengembang yang memiliki keterbatasan sumber daya komputasi.

Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan yang bermanfaat, baik dari sisi akademis, penerapan praktis di masyarakat, maupun untuk pengembangan aplikasi sejenis di masa mendatang.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terfokus dan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan, maka batasan penelitian ditentukan sebagai berikut:

- 1 Sistem asisten virtual kampus dirancang untuk beroperasi secara lokal (*offline*) guna menjaga privasi, dengan pemrosesan penalaran utama dan klasifikasi NER mengandalkan *Large Language Model* (LLM) Gemma 4 E2B, tanpa melakukan proses pelatihan ulang model dasar (*pre-training*) dari awal. Evaluasi penelitian difokuskan pada aspek fungsionalitas *front-end* (seperti responsivitas, navigasi, dan kemudahan penggunaan), serta tidak difokuskan pada pengujian penalaran kontekstual yang bersifat pemberian saran atau opini personal.
- 2 Implementasi algoritma A-Star (A*) dibatasi pada pencarian rute dua dimensi (2D) berdasarkan representasi grafis denah kampus yang telah didigitalkan sebelumnya, dan tidak mencakup pemetaan tata ruang secara *real-time* atau navigasi tiga dimensi (3D).
- 3 Pemrosesan interaksi suara ke teks (*Speech-to-Text*) tidak menggunakan model STT khusus, melainkan memanfaatkan kemampuan multimodal secara langsung dari *Large Language Model* (Gemma) yang diproses menggunakan Llama.cpp. Sedangkan untuk menghasilkan suara asisten virtual (*Text-to-Speech*), sistem dibatasi pada penggunaan Edge-TTS yang dikombinasikan dengan *Retrieval-based Voice Conversion* (RVC).
- 4 Antarmuka visual yang digunakan untuk merepresentasikan asisten virtual dibatasi pada karakter animasi dua dimensi menggunakan teknologi Live2D.
- 5 Sistem dikembangkan dan dioptimasi agar dapat beroperasi pada spesifikasi perangkat keras tingkat menengah ke bawah, khususnya disesuaikan dengan batasan memori kartu grafis (VRAM) sebesar 4GB, di mana manajemen memori diatasi dengan menjalankan proses AI secara sekuensial.
- 6 Evaluasi performa sistem difokuskan pada tingkat akurasi NER dalam mengekstrak entitas lokasi/nama, kebenaran rute dari algoritma A*, serta kelancaran integrasi sistem secara keseluruhan, bukan difokuskan pada pengujian linguistik dari kualitas percakapan tingkat lanjut di luar kampus.

7. Data yang digunakan untuk *knowledge base* pada sistem NER hanya meliputi data dosen, tenaga kependidikan Fasilkom, serta jadwal mengajar aktif pada semester genap tahun 2026 untuk Fasilkom kampus Meruya, tidak mencakup seluruh data fakultas di Universitas Mercu Buana.
8. Denah kampus dibatasi pada visualisasi denah lingkungan Kampus Meruya yang didapatkan dari Gedung Rektorat dan tidak mencakup peta interior seluruh gedung secara detail atau kampus cabang lainnya.

