

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai implementasi NER dan algoritma A-Star pada asisten virtual kampus Universitas Mercu Buana Meruya untuk membantu mahasiswa Fasilkom dan tamu yang tidak familiar dengan lingkungan kampus, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem pengenalan entitas *Hybrid* NER berhasil diimplementasikan untuk mengenali berbagai entitas dari pertanyaan suara pengguna. Dengan menggabungkan *fast lane* dan *slow lane*, sistem mencapai *Weight F1-Score* 91,24% serta mampu mengklasifikasikan pertanyaan ke dalam enam kategori *intent*. Penggunaan *threshold*, dan *stopword filtering* terbukti efektif meminimalkan *false positive* dan menangani alias entitas.
2. Algoritma A* berhasil diterapkan untuk menavigasi rute kampus dengan merepresentasikan denah 2D ke dalam graf spasial yang terdiri dari 49 simpul (*nodes*) dan 60 sisi (*edges*). Integrasi algoritma ini dengan NER dan jadwal *real-time* memungkinkan asisten virtual untuk memberikan panduan rute yang dinamis dan kontekstual, seperti langsung mengarahkan pengguna ke ruangan tempat dosen sedang mengajar.
3. Arsitektur asisten virtual "Sakiko" (mengintegrasikan LLM Gemma 4 E2B, Edge-TTS, RVC v2, dan Live2D) berhasil dioperasikan secara mandiri pada perangkat keras lokal berspesifikasi menengah. Mekanisme manajemen memori melalui eksekusi sekuensial (*lazy loading*) terbukti sangat efektif dalam mengatasi keterbatasan VRAM 4GB tanpa mengalami kendala *Out of Memory* (OOM), dengan hanya meminimalkan ketergantungan internet ringan pada modul *Text-to-Speech*.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil evaluasi dan keterbatasan yang teridentifikasi selama penelitian, berikut adalah saran untuk pengembangan sistem di masa mendatang:

1. Peningkatan akurasi *Speech-to-Text* (STT) dan penambahan Bahasa Inggris. Hasil pengujian menunjukkan bahwa akurasi transkripsi suara

menjadi salah satu faktor pembatas utama performa sistem secara keseluruhan. Kesalahan transkripsi pada nama dosen atau kata kunci penting menyebabkan kegagalan pada tahap NER dan navigasi. Disarankan untuk melakukan *fine-tuning* model STT dengan dataset suara Bahasa Indonesia yang lebih beragam, khususnya yang mengandung nama-nama dosen dan istilah akademik kampus, atau menggunakan model STT yang lebih canggih seperti Whisper Large dan bisa tambahkan fitur Bahasa Inggris, agar dapat digunakan juga oleh orang luar.

2. Perluasan cakupan basis pengetahuan. Saat ini, basis pengetahuan NER terbatas pada data Fakultas Ilmu Komputer. Untuk meningkatkan utilitas sistem, disarankan untuk memperluas cakupan ke seluruh fakultas di Universitas Mercu Buana, termasuk data dosen, jadwal, dan fasilitas dari setiap fakultas. Perluasan ini memerlukan standardisasi format data JSON dan penambahan mekanisme filtering berdasarkan fakultas agar pencocokan tetap efisien.
3. Pengembangan navigasi dengan peta interaktif. Saat ini, rute navigasi ditampilkan sebagai jalur statis pada denah kampus 2D. Disarankan untuk mengembangkan peta interaktif yang memungkinkan pengguna melakukan zoom, pan, dan melihat informasi detail setiap gedung.
4. Optimalisasi Kinerja Perangkat Keras. Dikarenakan keterbatasan memori saat ini mengharuskan model dieksekusi secara bergantian (sekuensial) yang berdampak pada latensi respons, disarankan pada penelitian selanjutnya untuk menggunakan perangkat keras dengan VRAM yang lebih besar. Hal ini akan memungkinkan pemrosesan *Speech-to-Text*, LLM, dan *Voice Conversion* berjalan secara paralel untuk menghasilkan respons percakapan yang jauh lebih instan.