

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menyajikan simpulan dari hasil penelitian pengembangan sistem asisten virtual berbasis *Large Language Model* (LLM) dan LangChain untuk analisis komparatif artikel ilmiah. Kesimpulan disusun berdasarkan temuan utama yang diperoleh dari tahap implementasi, pengujian, dan evaluasi sistem. Selain itu, bab ini juga menyampaikan saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut baik dari aspek teknis maupun fungsional sistem.

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan sebuah asisten virtual yang mampu melakukan analisis komparatif otomatis dari dua artikel jurnal ilmiah berbahasa Inggris. Pengembangan dilakukan dengan arsitektur modular yang solid, memanfaatkan framework LangChain untuk mengorkestrasi proses dan model GPT-4o-mini sebagai inti pemrosesan bahasa. Modul *input* dan *preprocessing* terbukti andal dalam menangani dokumen PDF dengan format multi-kolom yang kompleks, memastikan data teks yang bersih dan terstruktur siap untuk dianalisis. Proses pengembangan yang sistematis menggunakan metode *Waterfall* memastikan setiap komponen berfungsi sesuai spesifikasi sebelum diintegrasikan ke dalam antarmuka pengguna berbasis Streamlit.

Selain itu, sistem ini berhasil diimplementasikan untuk menghasilkan analisis komparatif yang komprehensif dalam Bahasa Indonesia. Keberhasilan ini dicapai melalui penerapan teknik prompt engineering tingkat lanjut, seperti *Chain-of-Thought* (CoT), yang memandu LLM untuk berpikir secara sistematis. Sistem mampu mengekstrak elemen-elemen kunci, melakukan perbandingan mendalam, dan menerjemahkan hasilnya ke dalam Bahasa Indonesia dengan tetap mempertahankan terminologi dan nuansa akademik. Hasilnya disajikan dalam tiga format yang saling melengkapi: ringkasan perbandingan umum, analisis berdasarkan area fokus tertentu (misalnya metodologi dan temuan), serta tabel perbandingan terstruktur yang merinci 23 aspek penelitian.

Mengenai rumusan masalah ketiga, evaluasi menunjukkan bahwa performa sistem sangat efektif dari segi akurasi, stabilitas, dan efisiensi. Secara teknis, sistem menunjukkan stabilitas tinggi dengan tingkat keberhasilan eksekusi tanpa error berdasarkan pemantauan LangSmith, serta waktu pemrosesan yang konsisten dengan rata-rata 3 menit 50 detik untuk analisis lengkap. Dari sisi efisiensi, sistem menunjukkan biaya operasional yang sangat rendah, sekitar \$0,01 per analisis, dengan penggunaan token yang optimal. Akurasi konten divalidasi melalui dua cara: secara objektif menggunakan BERTScore yang menghasilkan *F1-Score* rata-rata 0.80, menunjukkan kesamaan semantik yang tinggi dengan ringkasan buatan ahli; dan secara subjektif melalui validasi tiga panel ahli yang memberikan skor rata-rata sangat tinggi, yaitu 4,47 dari 5 (89,31%), yang mengonfirmasi validitas dan kualitas hasil analisis.

Secara keseluruhan, berdasarkan hasil implementasi, pengujian, dan evaluasi yang telah dilakukan, penelitian ini berhasil mencapai tujuannya dan menjawab ketiga rumusan masalah yang telah ditetapkan. Selain itu, sistem yang dikembangkan juga memberikan kontribusi signifikan dengan menyediakan alat bantu yang kuat dan aksesibel bagi komunitas akademik di Indonesia untuk menyederhanakan proses analisis komparatif yang kompleks, membuka jalan bagi pemahaman penelitian yang lebih mendalam dan efisien.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan masukan dari *expert panel*, peneliti mengidentifikasi beberapa area yang memerlukan perbaikan dan pengembangan lebih lanjut. Saran-saran berikut disusun secara sistematis untuk memberikan panduan yang komprehensif bagi pengembangan sistem di masa mendatang, mulai dari aspek teknis hingga implementasi praktis.

Pengembangan selanjutnya disarankan berfokus pada peningkatan kedalaman dan nuansa analisis. Saat ini, sistem telah berhasil membandingkan aspek-aspek eksplisit dalam artikel. Namun, untuk menghasilkan analisis yang lebih tajam, sistem perlu ditingkatkan agar mampu mengeksplorasi dimensi

epistemologis, yaitu bagaimana konteks sosial atau historis membentuk argumen dalam artikel. Peningkatan *attention to detail* juga diperlukan untuk menangkap perbedaan-perbedaan subtil yang sering kali krusial dalam penelitian kualitatif.

Dari aspek teknis dan pengalaman pengguna, prioritas utama adalah optimalisasi kecepatan pemrosesan agar lebih selaras dengan ekspektasi pengguna digital modern. Hal ini dapat dicapai melalui optimisasi algoritma dan implementasi *caching*. Selain itu, untuk memperkaya pengalaman pengguna, disarankan untuk menambahkan fitur-fitur interaktif seperti *glossary* untuk istilah teknis yang sulit dan visualisasi data yang lebih dinamis untuk memetakan hubungan antar konsep. Penambahan fitur analisis sitasi (*citation analysis*) juga akan memberikan dimensi baru dalam membandingkan landasan teoretis kedua artikel.

Untuk memperluas jangkauan dan dampak sistem, disarankan agar sistem dikembangkan untuk dapat menyederhanakan bahasa output sesuai dengan tingkat pemahaman audiens yang berbeda, mulai dari akademisi hingga masyarakat umum. Fleksibilitas ini akan memaksimalkan kegunaan sistem sebagai alat diseminasi pengetahuan. Selain itu, lingkup analisis perlu diperluas agar tidak hanya terbatas pada bidang sejarah dan sosiologi, tetapi juga mencakup disiplin ilmu lain serta format dokumen non-akademik seperti laporan kebijakan atau dokumen teknis.

Sebagai arah pengembangan jangka panjang yang paling transformatif, sistem ini perlu dikembangkan menuju kemampuan analisis multimodal. Artikel ilmiah modern tidak hanya terdiri dari teks, tetapi juga elemen visual krusial seperti grafik, tabel, dan diagram. Dengan mengintegrasikan teknologi *computer vision* dan *vision-language models*, sistem di masa depan diharapkan mampu mengekstrak dan menganalisis informasi dari elemen-elemen visual tersebut, lalu mengintegrasikannya dengan analisis tekstual untuk menghasilkan sebuah perbandingan yang benar-benar holistik dan komprehensif.