

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem *chatbot* informasi SMAN 28 Kabupaten Tangerang, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini berhasil menjawab seluruh rumusan masalah dan mencapai tujuan penelitian yang telah ditetapkan. Pertama, sistem *chatbot* berbasis *website* berhasil dirancang dengan menerapkan metode *Retrieval-Augmented Generation* menggunakan *framework* LlamaIndex. Sistem memanfaatkan *knowledge base* berbasis *embedding* dan *vector database* ChromaDB untuk melakukan pencarian dokumen secara semantik. Hasil pengujian fungsional menggunakan metode *Black Box Testing* menunjukkan bahwa seluruh fitur sistem berjalan sesuai dengan spesifikasi yang dirancang, dengan tingkat keberhasilan sebesar 100% dari total 14 skenario pengujian, yang terdiri dari 4 skenario pada sisi admin dan 10 skenario pada sisi pengguna.

Kedua, berdasarkan hasil pengujian performa kinerja sistem *chatbot* pada saat sebelum dan setelah dioptimalisasi dengan penerapan *caching query* menggunakan *tools* Apache JMeter, dapat disimpulkan bahwa penerapan *caching query* menggunakan Redis berhasil meningkatkan kinerja dan efisiensi sistem secara signifikan. Pada pengujian *performance measurement* dengan 30 virtual users, rata-rata *response time* berhasil diturunkan dari 18.392 ms menjadi 53 ms, sementara *throughput* meningkat dari 1,1 *req/sec* menjadi 3,1 *req/sec*. Selain itu, jumlah pemanggilan ke *vector store* berkurang dari semula 30 menjadi 13 kali, yang menunjukkan efektivitas mekanisme *caching* dalam mengurangi beban proses *retrieval* pada *query* yang bersifat repetitif. Hasil *load testing* dengan 100 virtual users menunjukkan sistem tetap stabil dengan *error rate* sebesar 0,00%, *response time* yang konsisten, serta *throughput* yang tinggi sebesar 10,1 *req/sec*. Pada skenario *stress testing*, sistem mampu mempertahankan performa yang stabil hingga rentang 50–700 virtual users tanpa error, meskipun terjadi peningkatan *response time* dan *error* ketika beban melebihi diatas 700 virtual users dengan *ramp-up time* 3 detik. Hal ini mengindikasikan adanya keterbatasan sistem dalam menangani *spike load* secara mendadak pada penerapan arsitektur *monolith* dan lingkungan server lokal berbasis Docker. Dengan demikian, upaya optimalisasi dengan penerapan *caching query* menggunakan Redis telah menjawab rumusan masalah dan selaras dengan tujuan penelitian kedua yaitu memastikan sistem *chatbot* memiliki kinerja yang layak, stabil, dan responsif ketika digunakan secara bersamaan oleh banyak pengguna. Secara keseluruhan, sistem *chatbot* berbasis RAG yang dikembangkan berhasil menjawab rumusan masalah penelitian, yakni penerapan metode RAG dalam sistem *chatbot* berbasis web dan pengoptimalan kinerja agar tetap stabil dan responsif pada beban pengguna yang simultan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran untuk pengembangan sistem chatbot informasi SMAN 28 Kabupaten Tangerang ke tahap berikutnya

1. Sistem *chatbot* saat ini masih berupa *prototype* perlu diintegrasikan dengan *website* resmi sekolah agar dapat digunakan secara langsung dan mendukung penyampaian informasi secara lebih luas.
2. Sebelum sistem diadopsi, pihak internal sekolah perlu melakukan evaluasi terhadap fungsi, kebutuhan data, serta prosedur operasional yang diperlukan, sehingga implementasi nantinya sesuai dengan standar dan proses administrasi sekolah.
3. Apabila di masa mendatang terjadi peningkatan kebutuhan penggunaan yang melebihi skenario pengujian pada tahap *prototyping*, pengembangan lanjutan dapat mempertimbangkan penerapan arsitektur *microservice* serta penggunaan infrastruktur *cloud server*. Pendekatan ini memungkinkan pemisahan layanan berdasarkan fungsi sehingga setiap komponen dapat diskalakan secara independen dan lebih adaptif terhadap lonjakan beban secara tiba-tiba.