

BAB V

KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Penelitian ini telah berhasil mengimplementasikan LLM sebagai *tutor* personal siswa menggunakan metode RAG pada *Learning Management System* (LMS) untuk mendukung proses pembelajaran dan pemahaman siswa. Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, serta pengujian fungsional, kualitas jawaban, dan penerimaan pengguna, kesimpulan penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Implementasi modul pengelolaan materi, *pipeline* RAG, dan antarmuka *chat* AI *tutor* pada LMS berhasil direalisasikan secara utuh melalui tiga *increment* pengembangan yang saling melengkapi, mulai dari fondasi data materi, pemrosesan RAG, hingga interaksi percakapan dengan pengguna.
2. Implementasi alur kerja RAG pada AI *tutor* berhasil menghasilkan jawaban yang relevan dengan basis pengetahuan kurikulum. Hal ini didukung oleh hasil evaluasi menggunakan BERTScore yang menunjukkan nilai rata-rata *precision* sekitar 0,81, *recall* sekitar 0,77, dan F1 *score* sekitar 0,79 sebagaimana ditampilkan pada Lampiran 1. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa respons AI *tutor* memiliki kesesuaian semantik yang baik dengan jawaban referensi, sehingga tujuan penelitian untuk memastikan keakuratan jawaban berbasis kurikulum dapat tercapai.
3. Hasil *User Acceptance Test* (UAT) yang dianalisis menggunakan model UTAUT menunjukkan bahwa guru dan siswa memiliki persepsi positif

- terhadap AI *tutor* dari sisi *Performance Expectancy*, *Effort Expectancy*, *Social Influence*, *Facilitating Conditions*, dan *Behavioral Intention*. Nilai rata-rata seluruh variabel UTAUT yang berada pada rentang “Setuju” hingga mendekati “Sangat Setuju”, serta kecenderungan bahwa guru memiliki skor penerimaan yang lebih tinggi dibanding siswa, mengindikasikan bahwa sistem telah dipandang bermanfaat, mudah digunakan, dan cukup didukung fasilitas.
4. Hasil *blackbox testing* pada *increment 1* hingga *increment 3* menunjukkan bahwa seluruh skenario uji fungsional (CRUD materi, *generate* materi otomatis, RAG *pipeline*, dan antarmuka *chat*) dapat berjalan sesuai harapan tanpa ditemukan kegagalan fungsi pada skenario yang dirancang, sehingga dari sisi fungsionalitas dasar sistem dinyatakan memenuhi kebutuhan.

Ditinjau dari tujuan penelitian, implementasi LLM sebagai *tutor* personal dengan metode RAG pada LMS berpotensi mendukung peningkatan pemahaman siswa melalui penyediaan penjelasan yang kontekstual terhadap materi kelas, meskipun pengukuran peningkatan pemahaman secara eksperimental lebih lanjut masih diperlukan untuk menguatkan klaim tersebut.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil kesimpulan dan temuan penelitian yang telah diperoleh, terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan acuan untuk pengembangan sistem maupun penelitian lanjutan agar pemanfaatan AI *tutor* pada LMS semakin optimal dan berdampak lebih besar terhadap proses pembelajaran. Adapun saran-saran tersebut adalah sebagai berikut:

1. Penambahan mekanisme adaptif pada AI *tutor*, seperti pemodelan profil belajar siswa dan pelacakan riwayat kesulitan konsep, agar respons LLM tidak hanya relevan secara semantik tetapi juga lebih personal dan sesuai tingkat kemampuan masing-masing siswa.
2. Untuk meningkatkan penerimaan siswa, perlu dilakukan penambahan *guided tour* pada *website* dan pelatihan penggunaan AI *tutor* yang lebih terstruktur, termasuk panduan cara bertanya yang efektif dan contoh skenario penggunaan, karena pengalaman dan dukungan penggunaan akan memengaruhi niat siswa untuk menggunakan teknologi ini secara berkelanjutan.
3. Peningkatan keamanan data pada *platform* perlu menjadi perhatian utama, mencakup pengamanan akses, enkripsi data sensitif, dan penerapan mekanisme audit untuk mencegah penyalahgunaan informasi. Perlindungan privasi siswa serta transparansi penggunaan data oleh AI juga harus dijaga, terutama seiring meningkatnya pemanfaatan LLM sebagai *tutor* personal dalam proses pembelajaran. Upaya ini penting agar platform tetap aman, terpercaya, dan selaras dengan prinsip tata kelola data yang baik.
4. Penelitian selanjutnya dapat mengeksplorasi integrasi AI *tutor* dengan fitur-fitur LMS lain, seperti penilaian otomatis, rekomendasi materi remedial, dan analitik pembelajaran, sehingga AI *tutor* dapat berperan sebagai asisten belajar yang lebih menyeluruh.