

BAB V KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan implementasi yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

1. *Backend* API sistem distribusi audio multi-zona masjid berbasis CPS berhasil dikembangkan dengan menyediakan 19 *endpoint* REST API yang mendukung pengelolaan data zona, node, pembacaan SPL, tindakan kontrol, peringatan sistem, *autentikasi*, dan *dashboard* menggunakan basis data PostgreSQL.
2. Mekanisme kontrol terdistribusi pada level *backend* berhasil diimplementasikan melalui protokol MQTT menggunakan struktur topik yang terorganisasi untuk menerima data SPL dari node dan mendukung penyaluran perintah kontrol antar komponen sistem.
3. Pengujian fungsional menunjukkan tingkat keberhasilan sebesar 100%, dengan 19 dari 19 skenario pengujian berhasil dijalankan sesuai spesifikasi, sehingga seluruh fungsi utama *backend* API dapat beroperasi dengan baik.
4. Pengujian kinerja *backend* menunjukkan *success rate* sebesar 100% pada seluruh skenario pengujian hingga 8.200 *request* dengan *error rate* sebesar 0%. Pengujian latensi menghasilkan rata-rata 18,7 ms pada komunikasi MQTT, 41,1 ms pada penyimpanan basis data, 32 ms pada *query* API, dan 91,8 ms untuk latensi *end-to-end*. Hasil tersebut menunjukkan bahwa *backend* mampu memberikan kinerja yang stabil, meskipun latensi penyimpanan basis data sedikit melebihi target yang ditetapkan.
5. Pengujian integrasi sistem menunjukkan bahwa komunikasi data melalui protokol MQTT berjalan dengan baik, dengan 100% data SPL berhasil diterima dan disimpan ke basis data tanpa kehilangan data (*data loss* sebesar 0%), sehingga *backend* mampu mendukung pertukaran data secara *real-time* antar komponen sistem.

B. Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, beberapa saran yang dapat diajukan adalah sebagai berikut.

1. Perlu dilakukan integrasi lebih lanjut antara *backend* dan node lapangan untuk mendukung penerimaan dan eksekusi perintah kontrol secara langsung melalui MQTT.

2. Mengembangkan algoritma kontrol otomatis, seperti kontrol adaptif atau optimasi SPL secara *real-time*, untuk meningkatkan kualitas distribusi audio pada setiap zona.
3. Melakukan pengujian sistem dengan jumlah node yang lebih banyak dan kondisi operasional yang mendekati lingkungan masjid sebenarnya.
4. Mengimplementasikan *backend* pada server atau domain publik sehingga sistem dapat diakses di luar jaringan lokal dan mendukung integrasi antar perangkat pada lokasi yang berbeda.