

BAB V KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan, bahwa:

1. *Dashboard web* berhasil dikembangkan untuk mendukung pemantauan multi-zona dalam satu antarmuka terpusat. Implementasi dan pengujian sistem menggunakan 5 zona audio sebagai sampel, sementara rancangan dashboard mendukung pengembangan hingga 16 zona audio sesuai kebutuhan sistem yang telah ditetapkan.
2. Integrasi *REST API* dan *WebSocket* berjalan baik, sehingga perubahan status node dan nilai *SPL* dapat muncul hampir seketika di dashboard tanpa perlu *reload* halaman, menjawab kebutuhan komunikasi *real-time* berlatensi rendah.
3. *Dashboard* mampu menampilkan data historis dan data multi-zona secara responsif dengan performa yang baik. Hasil pengujian menunjukkan penggunaan memori yang efisien serta komunikasi *WebSocket* yang stabil dengan tingkat *packet loss* 0% dan *uptime* koneksi 100%. Meskipun demikian, beberapa parameter masih memerlukan optimasi lebih lanjut, khususnya pada proses rendering grafik dengan jumlah data yang besar.
4. Hasil pengujian fungsional menunjukkan seluruh fitur utama *dashboard*, seperti *monitoring* zona, tampilan detail zona, visualisasi data *historis*, dan ekspor data, berhasil berjalan sesuai kebutuhan sistem yang dirancang.
5. *Dashboard* telah berhasil ditampilkan dengan baik pada perangkat desktop, laptop, dan tablet berdasarkan hasil pengujian kompatibilitas yang dilakukan. Seluruh fitur utama dapat diakses dan digunakan dengan baik pada perangkat yang diuji sehingga kebutuhan akses *multi-perangkat* berhasil terpenuhi.

B. Saran/Rekomendasi

1. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan implementasi dan pengujian pada jumlah zona audio yang lebih besar sesuai kapasitas rancangan sistem, sehingga kemampuan dashboard dalam menangani *monitoring* multi-zona dapat dievaluasi secara lebih menyeluruh pada kondisi operasional yang mendekati penggunaan sebenarnya.
2. *Dashboard* masih dapat diakses melalui perangkat *mobile*, namun beberapa komponen visual memiliki keterbatasan ruang tampilan. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya dapat mengembangkan antarmuka yang lebih adaptif pada *smartphone*, termasuk melalui pendekatan *Progressive Web App (PWA)* untuk meningkatkan kenyamanan penggunaan di lapangan.

3. Sistem saat ini telah menyediakan informasi status koneksi dan kondisi zona melalui *dashboard web*. Penelitian selanjutnya dapat mengintegrasikan layanan notifikasi eksternal seperti *WhatsApp*, *Telegram*, atau email agar informasi gangguan dapat diterima secara lebih cepat tanpa harus membuka *dashboard* secara terus-menerus.
4. Pengembangan berikutnya dapat menambahkan mekanisme penyimpanan dan pengarsipan data historis secara otomatis untuk periode bulanan maupun tahunan sehingga *dashboard* tidak hanya berfungsi sebagai alat *monitoring real-time*, tetapi juga sebagai sarana analisis tren kondisi audio dalam jangka panjang.
5. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan fitur *Create, Read, Update* dan *Delete (CRUD)* pada data zona audio sehingga admin dapat menambahkan, mengubah, dan menghapus zona secara langsung melalui *dashboard web* tanpa perlu melakukan konfigurasi manual pada sistem *backend*. Pengembangan ini dapat meningkatkan kemudahan pengelolaan dan skalabilitas sistem ketika jumlah zona audio bertambah.
6. Meskipun komunikasi *WebSocket* menunjukkan performa yang baik selama pengujian, pengembangan berikutnya dapat menambahkan mekanisme *fallback*, sinkronisasi ulang data, maupun dukungan offline sementara untuk meningkatkan keandalan sistem ketika terjadi gangguan koneksi jaringan.