

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan analisis data pengujian yang telah diuraikan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat ditarik dua kesimpulan utama yang secara langsung menjawab rumusan masalah penelitian:

1. Penelitian ini berhasil merancang dan merealisasikan sebuah prototipe sistem keamanan sepeda motor yang mengintegrasikan perangkat keras (PCB kustom dengan ESP32); berbasis *firmware* (FreeRTOS), *backend serverless* (Firebase), dan *frontend* (dasbor web) yang efektif mengimplementasikan fitur autentikasi berlapis (BLE & NFC) dan pelacakan *dual-source* (GPS & GeoAPI).
2. Hasil evaluasi kuantitatif menunjukkan bahwa prototipe sistem memenuhi spesifikasi kinerja yang diharapkan. Validitas fungsional sistem tercapai 100% pada seluruh skenario uji. Kinerja sistem terukur dengan akurasi pelacakan lokasi rata-rata 3,8 meter oleh GPS, responsivitas alarm *geo-fencing* di bawah 1 detik, efisiensi konektivitas data sebesar 3,89 KB per transmisi, dan otonomi catu daya yang mampu bertahan hingga 13 jam dalam mode operasional normal. Berdasarkan data-data tersebut, dapat disimpulkan bahwa prototipe yang dikembangkan terbukti efektif dan presisi.

5.2 Saran

Meskipun penelitian ini telah berhasil mencapai tujuannya, terdapat beberapa ruang untuk pengembangan lebih lanjut agar sistem ini dapat menjadi produk yang lebih matang. Berdasarkan temuan yang ada, saran utama difokuskan pada beberapa area.

Pertama, untuk lebih meningkatkan efisiensi daya, *firmware* dapat dioptimalkan. Meskipun daya tahan baterai selama 13 jam sudah sangat memadai, implementasi mode *deep sleep* dan integrasi sistem pengisian daya ke aki dapat memperpanjang waktu operasional secara drastis. Selanjutnya, untuk transisi ke

dunia nyata, perlu dilakukan miniaturisasi perangkat keras serta perancangan *casing* yang tahan air dan guncangan (standar IP67).

Saran berikutnya adalah penambahan fitur registrasi kartu NFC secara dinamis, yang akan memungkinkan pengguna untuk mengelola kartu akses melalui dasbor web tanpa perlu memprogram ulang *firmware* perangkat. Terakhir, untuk memaksimalkan pengalaman pengguna, pengembangan aplikasi seluler *native* sangat disarankan agar dapat mengirimkan notifikasi *push* yang lebih efektif saat mode darurat aktif.

Secara lebih luas, penelitian ini memiliki implikasi penting. Bagi komunitas akademis dan pengembang, proyek ini berfungsi sebagai sebuah cetak biru (*blueprint*) yang komprehensif untuk pengembangan sistem IoT *full-stack*. Bagi masyarakat luas, penelitian ini membuktikan bahwa sistem keamanan canggih dengan fitur berlapis dapat dirancang dan dibangun dengan biaya yang relatif terjangkau, membuka peluang bagi lebih banyak pengguna untuk memiliki akses ke teknologi keamanan kendaraan yang lebih superior, proaktif, dan dapat diandalkan.