

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian menyeluruh, penelitian ini menyimpulkan bahwa sistem yang dibangun telah berhasil menyelesaikan permasalahan utama terkait pengawasan penggunaan helm secara otomatis. Solusi yang ditawarkan terbukti efektif dalam menegakkan kedisiplinan berkendara tanpa mengabaikan aspek keselamatan dan kenyamanan pengguna. Berikut adalah rincian kesimpulan yang diperoleh:

1. Mekanisme Interlock Otomatis Sistem berhasil menerapkan mekanisme *interlock* kelistrikan yang secara efektif memutus operasional kendaraan saat helm tidak digunakan, sehingga mampu memaksa kepatuhan pengendara secara sistematis.
2. Akurasi Deteksi Anti-Manipulasi Implementasi algoritma *Fuzzy Logic* terbukti mampu mengatasi masalah deteksi palsu (*false positive*) pada sistem konvensional. Sistem berhasil membedakan kondisi helm terpasang, longgar, atau sekadar digantung dengan tingkat akurasi validasi logika mencapai 100%.
3. Fitur Keselamatan (*Safety Override*) Risiko kecelakaan akibat mesin mati mendadak berhasil dieliminasi melalui fitur *Safety Override*. Sistem terbukti memprioritaskan keselamatan dengan mempertahankan mesin tetap hidup (*Relay ON*) apabila kendaraan terdeteksi sedang melaju, meskipun helm dilepas.
4. Kinerja Komunikasi Nirkabel Komunikasi data berbasis *Bluetooth Low Energy* (BLE) dengan fitur penguncian *MAC Address* berjalan stabil dan aman dari interferensi. Manajemen daya sistem tergolong efisien dengan durasi operasional mencapai ±33 jam dalam kondisi aktif.
5. Reliabilitas Sensor Fitur monitoring tekanan FSR402 menunjukkan kinerja yang andal dalam mendeteksi keberadaan kepala pengguna, dengan rata-rata akurasi pembacaan sebesar 97,79% dan stabilitas tinggi pada rentang beban kerja normal.

5.2 Saran

Demi pengembangan sistem yang lebih sempurna di masa mendatang, terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan, antara lain:

1. Peningkatan Desain Mekanik Meskipun *casing* saat ini mampu menahan air hujan, disarankan untuk meningkatkan standar desain menuju sertifikasi IP67. Penambahan segel karet (*rubber seal*) yang lebih presisi pada celah sambungan *casing* sangat direkomendasikan untuk mencegah rembesan air sekecil apa pun saat penggunaan dalam durasi panjang di bawah hujan badai.
2. Kalibrasi Sensor Adaptif Untuk mengatasi non-linearitas sensor FSR pada tekanan rendah, dapat dikembangkan algoritma kalibrasi adaptif atau penggunaan sensor tekanan dengan kualitas industri yang memiliki respons lebih linear. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan sensitivitas deteksi pada pengguna dengan ukuran kepala yang lebih kecil atau ringan.
3. Integrasi Aplikasi Seluler Pengembangan selanjutnya dapat mengintegrasikan sistem dengan aplikasi berbasis Android/iOS. Aplikasi ini dapat berfungsi untuk memonitor status baterai helm secara *real-time*, menampilkan riwayat perjalanan, atau memberikan notifikasi lokasi parkir terakhir guna memperkaya fitur IoT pada sistem.
4. Keamanan Komunikasi Data Meskipun saat ini telah menggunakan *MAC Address Binding*, keamanan komunikasi BLE dapat ditingkatkan dengan menerapkan metode enkripsi data atau *pairing* dengan PIN statis/dinamis. Hal ini untuk mengantisipasi potensi peretasan atau *spoofing* sinyal di masa depan seiring berkembangnya teknologi.
5. Sistem Pengisian Daya Untuk kemudahan pengguna, port pengisian daya pada helm dapat ditingkatkan menggunakan tipe USB-C yang tahan air (*waterproof port*) atau mengimplementasikan sistem pengisian daya nirkabel (*wireless charging*) dan panel surya mini agar pengguna tidak perlu repot menyambungkan kabel.