

## **BAB V PENUTUP**

### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Dalam merancang sistem pelacak Sepeda Motor berbasis mikrokontroler untuk memudahkan pemantauan lokasi secara real-time, dibutuhkan beberapa komponen utama yaitu ESP32, modul GPS Neo-6M, modul SIM800L, modul step-up DC-DC, baterai LiPo 3.7V, kabel jumper, serta laptop sebagai perangkat pemantauan. Perangkat lunak yang digunakan dalam pengembangan sistem ini adalah Arduino IDE sebagai lingkungan pemrograman untuk mikrokontroler dengan bahasa pemrograman C/C++, serta Node-RED sebagai platform visualisasi data yang ditampilkan dalam bentuk peta melalui koneksi broker MQTT. Protokol MQTT digunakan sebagai perantara komunikasi ringan antara perangkat pelacak dan dashboard pemantauan berbasis web.
- 2) Setelah proses perancangan sistem selesai, tahap berikutnya adalah pembangunan dan pengujian alat dengan cara menyambungkan setiap komponen sesuai skematik sistem menggunakan kabel jumper, dan menyuplai daya melalui sistem baterai yang distabilkan menggunakan modul step-up. Pengujian dilakukan menggunakan metode Black Box, yang menitik beratkan pada fungsionalitas sistem, seperti akurasi pengambilan data GPS, kestabilan pengiriman data melalui SIM800L, serta keberhasilan visualisasi lokasi di Node-RED. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berhasil bekerja dengan baik dan menunjukkan hasil akhir pengujian yang menunjukkan bahwa 90% adalah akurasi mutlak yang telah diuji.

### **5.2 Saran**

Berdasarkan hasil penelitian dan implementasi sistem yang telah dilakukan, penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1) Optimalisasi Konsumsi Daya

Sistem yang menggunakan modul GPS dan SIM800L memiliki konsumsi daya yang cukup tinggi, terutama saat proses transmisi data. Oleh karena itu, disarankan untuk mengimplementasikan fitur deep sleep atau low-power mode pada mikrokontroler ESP32 agar baterai dapat bertahan lebih lama saat digunakan di lapangan.

2) Perlindungan Fisik Perangkat

Karena alat ini dirancang untuk dibawa oleh Sepeda Motor, perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut pada desain casing yang ringan, tahan air, dan kuat agar perangkat tidak rusak akibat aktivitas fisik Sepeda Motor di luar ruangan.

3) Pengembangan Fitur Geo-fencing dan Notifikasi yang Lebih Cerdas

Fitur notifikasi dapat diperluas untuk mencakup skenario lain, seperti notifikasi kecepatan berlebih (yang sudah ada namun bisa dioptimalkan), notifikasi ketika motor memasuki atau meninggalkan area terlarang tertentu, atau notifikasi saat motor dihidupkan/dimatikan. Dan Integrasi dengan platform notifikasi lain seperti aplikasi *mobile push notification* atau email dapat meningkatkan fleksibilitas dan cakupan peringatan.

4) Peningkatan Akurasi GPS di Lingkungan Urban Padat

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa sinyal multipath dapat memengaruhi akurasi GPS di area perkotaan padat. Untuk meningkatkan akurasi, dapat dilakukan eksperimen dengan penggunaan antena GPS eksternal yang lebih baik, implementasi algoritma filtering data GPS yang lebih canggih pada ESP32, atau bahkan eksplorasi teknologi GNSS (Global Navigation Satellite System) lain yang mendukung lebih banyak konstelasi satelit (misalnya, Galileo, GLONASS) untuk meningkatkan presisi.

5) Optimasi Antarmuka Pengguna (Dashboard) dan Fitur Analitik

Dashboard Node-RED yang ada sudah fungsional, namun dapat diperkaya dengan fitur analitik yang lebih mendalam, seperti riwayat rute lengkap yang divisualisasikan langsung di peta, laporan penggunaan kendaraan harian/mingguan (jarak tempuh total, waktu operasi), dan pemantauan

kondisi hardware yang lebih detail (misalnya, suhu modul, kesehatan sinyal GSM). Serta, Pengembangan antarmuka front-end yang lebih responsif dan ramah seluler akan sangat membantu pemilik rental dalam memantau armada mereka dari perangkat mobile.

6) Peningkatan Keamanan Data dan Sistem

Meskipun MQTT sudah menyediakan beberapa tingkat QoS, keamanan komunikasi dapat ditingkatkan dengan implementasi SSL/TLS pada koneksi MQTT untuk mengenkripsi data yang ditransmisikan. Perlindungan akses ke dashboard Node-RED juga harus diperkuat dengan autentikasi dua faktor atau manajemen pengguna yang lebih robust.

7) Integrasi dengan Sistem Manajemen Rental

Untuk skala komersial, sistem pelacakan ini dapat diintegrasikan dengan sistem manajemen rental yang lebih besar (misalnya, sistem booking, manajemen inventaris, atau billing). Integrasi API (Application Programming Interface) dapat memungkinkan data pelacakan mengalir ke platform yang lebih besar untuk manajemen operasional yang lebih efisien.