

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, sistem pendeteksi kendaraan berbasis ESP32 dengan empat sensor ultrasonik (dua pada pintu masuk dan dua pada pintu keluar) berhasil dirancang dan diimplementasikan untuk melakukan monitoring jumlah kendaraan secara real-time melalui integrasi dengan Firebase Firestore dan tampilan website. Proses klasifikasi kendaraan dilakukan dengan metode pengambilan 10 sampel pembacaan sensor, kemudian dihitung rata-rata ( $\mu$ ) dan standar deviasi ( $\sigma$ ) sebagai dasar identifikasi jenis kendaraan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada pintu masuk, rata-rata jarak untuk mobil berada pada  $\mu \approx 2,49$  cm dengan  $\sigma \approx 0,41$  dan tingkat akurasi 85%, sedangkan motor memiliki  $\mu \approx 3,72$  cm dengan  $\sigma \approx 0,63$  dan akurasi 85%. Pada pintu keluar, rata-rata jarak untuk mobil adalah  $\mu \approx 1,91$  cm dengan  $\sigma \approx 0,26$  dengan akurasi 80%, sementara motor memiliki  $\mu \approx 2,50$  cm dengan  $\sigma \approx 0,38$  dan akurasi 75%. Secara keseluruhan, sistem mencapai akurasi gabungan sebesar 81,25% (65 benar dari 80 percobaan). Kesalahan yang muncul bisa disebabkan oleh beberapa hal seperti posisi kendaraan yang terlalu miring atau tidak sejajar dengan sensor dan juga bisa karena noise yang di berikan oleh sensor ultrasonik.

Pemanfaatan Firebase Realtime Database berperan sebagai basis data utama yang menampung dan mengelola pertukaran data secara real-time, baik dari hasil pembacaan sensor pada ESP32 maupun dari input dashboard web. Data tersebut kemudian digunakan untuk menampilkan informasi jumlah dan ketersediaan slot parkir pada dashboard web dan LCD display yang ada pada area parkir sehingga dapat memudahkan pengguna dan pengelola dalam memantau kondisi area parkir..

Prototype ini dirancang dengan mengacu pada topik deteksi jumlah kendaraan, sehingga dapat diterapkan pada area parkir berskala kecil yang tidak berbayar, seperti swalayan, hotel, maupun perkantoran. Sensor ultrasonik dipilih karena memiliki biaya yang relatif murah, mudah dipasang, serta sudah cukup memadai untuk mendukung sistem deteksi jumlah kendaraan secara efisien tanpa

perlu menggunakan kamera ataupun pembaca plat nomor.

## 5.2 Saran

Bedasarkan hasil rancangan dan pengujian sistem deteksi kendaraan serta monitoring slot parkir otomatis yang telah dilakukan, terdapat saran yang dapat dijadikan pertimbangan untuk pengembangan sistem lebih lanjut.

1. Sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan modul RFID dan kamera sebagai metode identifikasi tambahan guna meningkatkan keamanan
2. Meningkatkan akurasi deteksi kendaraan dengan kondisi mobil yang tidak sejajar atau terlalu miring terhadap sensor dengan menambahkan lebih dari 2 ultrasonik atau ditambahkan sensor lain seperti LIDAR
3. Untuk keperluan implementasi nyata atau berskala besar, sistem ini perlu di uji secara lebih lanjut

Dengan pengembangan lebih lanjut diharapkan dapat menjadi solusi parkir otomatis yang efisien lagi dan dapat membantu sebagai solusi slot parkir di berbagai lingkungan yang lebih modern.