

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem pengusir burung otomatis berbasis ESP32 dan sensor ultrasonik HC-SR04, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penelitian ini berhasil merancang dan merealisasikan prototipe alat pengusir burung otomatis yang bekerja dengan prinsip deteksi jarak menggunakan sensor ultrasonik. Ketika objek terdeteksi dalam jarak  $\leq 100$  cm, sistem secara otomatis mengaktifkan buzzer melalui relay sebagai media pengusir.
2. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor HC-SR04 memiliki tingkat akurasi 98,1% terhadap pengukuran manual, sehingga layak digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek di jarak 20–250 cm.
3. Waktu respon sistem rata-rata 719 milidetik, membuktikan bahwa ESP32 mampu memproses data dan mengaktifkan buzzer dengan cepat secara *real-time*.
4. Pengujian dilakukan secara simulatif tanpa menggunakan burung asli, namun alat mampu merespons deteksi objek dengan efektif dan konsisten sesuai rancangan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem telah berfungsi dengan baik secara teknis.
5. Prototipe ini bersifat sederhana, hemat biaya, dan dapat dijadikan dasar pengembangan alat pengusir burung otomatis yang lebih canggih di masa mendatang, misalnya dengan penambahan sensor tambahan, sistem IoT, atau sumber energi terbarukan.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan beberapa kendala yang dihadapi selama proses perancangan serta pengujian, maka saran-saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Menambahkan sumber energi terbarukan (solar cell) agar alat dapat beroperasi secara mandiri di lapangan tanpa bergantung pada adaptor.
2. Melakukan uji coba lapangan dengan burung asli untuk mengetahui efektivitas pengusiran secara biologis terhadap hewan sasaran.
3. Mengintegrasikan sistem Internet of Things (IoT) agar status deteksi, jarak, dan aktivitas buzzer dapat dimonitor melalui aplikasi berbasis web atau mobile.
4. Menambahkan variasi frekuensi suara atau speaker ultrasonik agar lebih efektif untuk berbagai jenis burung.
5. Meningkatkan desain mekanik dan casing alat agar tahan terhadap cuaca luar ruangan, seperti panas matahari atau hujan.
6. Mengoptimalkan algoritma pembacaan sensor untuk mengurangi noise dan kesalahan deteksi pada jarak jauh.