

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini berhasil menghasilkan sebuah sistem *Smart Farming* yang mampu mengintegrasikan pemantauan lingkungan, kontrol penyiraman otomatis, serta perlindungan tanaman dari hama burung secara mandiri. Sistem dirancang dengan menggabungkan sensor kelembapan tanah, modul RTC, ESP32, serta ESP32-CAM sehingga seluruh komponen dapat bekerja secara terpadu dan saling mendukung sesuai dengan kondisi di lapangan. Integrasi perangkat keras dan perangkat lunak yang diterapkan memungkinkan sistem menjalankan fungsi *monitoring* dan kontrol secara berkesinambungan.

Pemanfaatan modul kamera ESP32-CAM dengan algoritma deteksi objek memungkinkan sistem mengenali keberadaan burung dan secara otomatis mengaktifkan aktuator berupa motor servo dan *buzzer* tanpa memerlukan intervensi pengguna. Motor servo bergerak sesuai logika kontrol yang telah dirancang, sementara *buzzer* menghasilkan suara sebagai mekanisme pengusiran. Meskipun pada beberapa kondisi masih ditemukan kesalahan deteksi ringan berupa *false positive*, sistem tidak mengalami *false negative* selama proses pengujian, sehingga keberadaan burung tidak terlewatkan dan fungsi pengamanan tanaman tetap berjalan sesuai tujuan perancangan.

Sistem penyiraman otomatis berbasis pembacaan sensor kelembapan tanah mampu mengendalikan kerja pompa air berdasarkan nilai ambang kelembapan yang telah ditentukan. Pompa akan aktif ketika kelembapan tanah berada di bawah batas yang ditetapkan dan berhenti ketika kelembapan telah mencapai batas atas. Selain itu, dukungan modul RTC memungkinkan penyiraman terjadwal pada pagi dan sore hari dapat dilakukan secara konsisten, sehingga suplai air kepada tanaman tomat tetap terjaga sesuai waktu yang telah direncanakan.

Seluruh data hasil pembacaan sensor, status aktuator, serta informasi deteksi burung ditampilkan melalui dashboard web yang informatif dan mudah dipahami. Dashboard ini memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi tanaman, mengetahui status penyiraman, serta menerima notifikasi ketika burung terdeteksi

di area tanaman. Dengan adanya fasilitas *monitoring* jarak jauh ini, pengguna tetap dapat melakukan pengawasan sistem tanpa harus berada langsung di lokasi.

Secara keseluruhan, sistem yang dikembangkan mampu menjalankan fungsi pemantauan lingkungan, penyiraman otomatis, dan pengusiran hama burung dalam satu kesatuan sistem *Smart Farming*. Rancangan ini dapat dijadikan sebagai solusi pendukung budidaya tanaman tomat pada skala kecil maupun rumahan dengan menekankan aspek otomatisasi, keterpaduan antar komponen, serta kemudahan dalam proses pemantauan dan pengendalian sistem.

5.2 Saran

Dalam proses perancangan dan pengujian alat *Smart Farming* dengan sistem pengusir hama burung otomatis berbasis deteksi objek, peneliti menyadari bahwa masih terdapat beberapa aspek yang perlu ditingkatkan. Oleh karena itu, beberapa saran berikut diharapkan dapat menjadi masukan untuk pengembangan alat di masa mendatang:

1. Melakukan pengembangan pada desain rangka utama agar tetap kokoh dan tidak mengganggu pertumbuhan tanaman tomat, terutama ketika tanaman sudah mencapai ukuran yang lebih besar.
2. Mempertimbangkan penggunaan sumber energi terbarukan serta sistem komunikasi yang tidak sepenuhnya bergantung pada Wi-Fi, sehingga alat tetap dapat beroperasi meskipun terjadi gangguan listrik atau koneksi internet.
3. Meningkatkan jangkauan deteksi burung dengan menggunakan kamera atau modul visual yang memiliki sudut tangkap lebih luas dan kualitas deteksi yang lebih baik, sehingga area pemantauan dapat mencakup seluruh bagian tanaman.
4. Menambahkan variasi data pelatihan pada model deteksi objek, baik dari sisi latar belakang, kondisi pencahayaan, maupun objek non-burung, guna mengurangi terjadinya kesalahan deteksi berupa *false positive*.
5. Melakukan pengujian sistem dalam jangka waktu yang lebih panjang dan pada kondisi lingkungan yang lebih beragam untuk memperoleh hasil evaluasi yang lebih menyeluruh.