

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman padi merupakan komoditas pangan utama di Indonesia yang berperan penting dalam menjaga ketahanan pangan nasional. Namun, produktivitas padi sering mengalami penurunan akibat gangguan organisme pengganggu tanaman, salah satunya adalah hama burung. Serangan burung biasanya terjadi saat padi memasuki fase generatif hingga panen, yang dapat menyebabkan kerusakan bulir padi dan menurunkan hasil produksi secara signifikan. Pengendalian hama burung secara konvensional masih banyak bergantung pada tenaga manusia, seperti penggunaan orang-orangan sawah dan suara manual, yang dinilai kurang efektif karena tidak bekerja secara kontinu dan membutuhkan pengawasan intensif dari petani (Siregar dan Lubis, 2021).

Perkembangan *Teknologi Internet of Things* (IoT) memberikan solusi baru dalam bidang pertanian modern, khususnya dalam sistem monitoring dan pengendalian hama secara otomatis. IoT memungkinkan integrasi sensor, mikrokontroler, dan jaringan internet sehingga sistem dapat bekerja secara real-time dan dikendalikan dari jarak jauh. IoT merupakan konsep yang menghubungkan berbagai perangkat fisik melalui jaringan internet untuk mengumpulkan dan bertukar data secara otomatis. Penerapan IoT dalam pertanian terbukti mampu meningkatkan efisiensi kerja, mengurangi ketergantungan pada tenaga manusia, serta membantu petani dalam pengambilan keputusan berbasis data (tzori, Iera, dan Morabito, 2017).

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji penggunaan sensor dan aktuator untuk mendeteksi serta mengusir hama burung. Yuhdi, dkk. (2023) menyatakan bahwa penggunaan sensor PIR efektif dalam mendeteksi pergerakan objek hidup, sedangkan buzzer dan motor servo dapat digunakan sebagai aktuator untuk mengusir hama burung secara otomatis. Penelitian lain oleh (Rahman dan Hidayat, 2023) menunjukkan bahwa sistem pengusir hama burung berbasis mikrokontroler dan IoT dapat bekerja secara otomatis serta memberikan notifikasi

kepada pengguna melalui aplikasi mobile. Meskipun demikian, sistem tersebut masih memiliki keterbatasan karena proses deteksi belum mampu membedakan secara akurat antara suara burung dan suara manusia sehingga berpotensi menyebabkan aktuator aktif pada kondisi yang tidak diperlukan.

Selain pemanfaatan sensor, pengenalan suara memerlukan proses ekstraksi fitur agar karakteristik sinyal audio dapat direpresentasikan dalam bentuk data yang dapat diproses oleh algoritma pembelajaran mesin. Salah satu metode ekstraksi fitur yang banyak digunakan adalah *Mel Frequency Cepstral Coefficients* (MFCC). MFCC merupakan teknik ekstraksi fitur yang mengubah sinyal audio menjadi sekumpulan koefisien berdasarkan skala frekuensi mel, yang dirancang menyerupai karakteristik persepsi pendengaran manusia. Representasi fitur yang dihasilkan mampu mempertahankan informasi penting dari sinyal suara sekaligus mengurangi informasi yang kurang relevan, sehingga banyak digunakan dalam berbagai aplikasi pengenalan suara dan klasifikasi audio. Fitur-fitur hasil ekstraksi MFCC kemudian digunakan sebagai masukan bagi algoritma klasifikasi untuk meningkatkan akurasi proses pengenalan suara Abdul, Z. K., & Al-Talabani, A. K. (2022).

Setelah proses ekstraksi fitur dilakukan, diperlukan algoritma klasifikasi untuk membedakan suara burung dan suara manusia. Pada penelitian ini digunakan algoritma Random Forest, yaitu metode pembelajaran mesin berbasis ensemble yang membangun sejumlah pohon keputusan *decision tree* dari sampel data yang dipilih secara acak, kemudian menentukan hasil klasifikasi berdasarkan suara mayoritas *majority voting* (Breiman, 2001). Algoritma ini dipilih karena memiliki kemampuan klasifikasi yang tinggi, mampu menangani data berdimensi besar, serta lebih tahan terhadap overfitting dibandingkan metode pohon keputusan tunggal (Denisko & Hoffman, 2018). Dengan mengombinasikan ekstraksi fitur MFCC dan klasifikasi menggunakan Random Forest, sistem diharapkan mampu membedakan suara burung dan suara manusia secara lebih akurat sehingga proses pengusiran hanya dilakukan ketika keberadaan burung benar-benar terdeteksi.

Berdasarkan permasalahan dan kajian penelitian terdahulu, diperlukan suatu sistem pengusir hama burung otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) yang

mampu bekerja secara efektif, efisien, dan mudah dikontrol. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan perancangan dan pembangunan Sistem Proteksi Tanaman Padi dari Hama Burung Berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan ESP32 yang dilengkapi dengan sensor PIR, sensor ultrasonik, dan sensor suara. Data suara yang diperoleh diekstraksi menggunakan metode *Mel Frequency Cepstral Coefficients* (MFCC) dan selanjutnya diklasifikasikan menggunakan algoritma Random Forest untuk membedakan suara burung dan suara manusia. Sistem ini juga terintegrasi dengan server cloud dan aplikasi mobile untuk mendukung monitoring serta kontrol jarak jauh secara real-time. Dengan demikian, sistem diharapkan mampu meningkatkan ketepatan deteksi hama burung, mengurangi aktivasi aktuator yang tidak diperlukan, serta membantu petani dalam mengurangi kerusakan tanaman padi dan meningkatkan hasil panen secara berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam proposal tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem pendeteksi serta pengusir hama burung pada tanaman padi secara otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT)?
2. Bagaimana sistem dapat membedakan keberadaan burung dengan aktivitas manusia di area persawahan agar tidak mengganggu petani?
3. Bagaimana penerapan aplikasi mobile sebagai media monitoring dan notifikasi kondisi sistem secara real-time?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuannya yaitu.

1. Merancang dan membangun sistem pendeteksi serta pengusir hama burung pada tanaman padi secara otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT).
2. Menerapkan mekanisme pembeda antara pergerakan burung dan aktivitas manusia agar sistem tidak mengganggu petani.

3. Mengembangkan aplikasi mobile sebagai media monitoring dan notifikasi kondisi sistem secara real-time.

1.4 Manfaat

1.4.1 Bagi penulis

Menambah wawasan dan pengetahuan penulis dalam merancang serta mengimplementasikan sistem berbasis *Internet of Things* (IoT).

1.4.2 Bagi pengguna

Memberikan kemudahan dalam memantau kondisi persawahan melalui aplikasi mobile secara real-time.

1.4.3 Bagi Politeknik Negeri Jember

Berkontribusi terhadap peningkatan teknologi kampus yang berbasis *Internet of Things*. Menjadi bahan kajian dan referensi bagi mahasiswa dalam pengembangan sistem pendeteksi hama berbasis sensor dan IoT.

1.5 Batasan masalah

Batasan masalah ini digunakan untuk membatasi ruang lingkup pembahasan pada perancangan dan pengujian sistem sesuai dengan perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan. Adapun batasan masalah dalam perancangan sistem ini adalah sebagai berikut.

1. Pengujian alat dilakukan dalam skala terbatas dan waktu pengujian tertentu, sehingga tidak mencakup pengujian jangka panjang atau berbagai kondisi cuaca ekstrem.
2. Aktuator yang digunakan dibatasi pada tiga buah motor servo dan buzzer sebagai media pengusir burung, tanpa membahas efektivitas jangka panjang terhadap perubahan perilaku burung.
3. Sistem hanya mendeteksi suara yang telah dilatih pada model machine learning berbasis ekstraksi fitur audio.

