

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di era modern, sektor pertanian menghadapi tantangan yang kian kompleks akibat peningkatan populasi global yang tidak seimbang dengan ketersediaan lahan produktif[1]. Guna mengatasi dinamika tersebut, adopsi teknologi digital berbasis *web* mulai diimplementasikan secara luas sebagai sistem pemantauan dan kontrol terpadu[2]. Melalui antarmuka *web*, data operasional dapat divisualisasikan secara interaktif dan *real-time*, yang pada gilirannya membantu pengguna memantau performa sistem secara komprehensif[3].

Teknologi ini dirancang guna memfasilitasi manajemen perawatan tanaman, seperti otomasi penyiraman dan pemupukan cair secara terpadu. Sistem kontrol di sini berperan menjaga agar variabel-variabel operasional tetap berada dalam batas parameter yang optimal. Melalui integrasi platform *web* dan *Internet of Things (IoT)*, data lingkungan yang ditangkap oleh sensor - seperti suhu udara serta tingkat kelembapan tanah - dapat langsung ditransmisikan ke *server* untuk divisualisasikan pada *dashboard* pemantauan[4].

Di samping itu, sistem berbasis *web* berkontribusi signifikan dalam mempermudah kontrol perangkat jarak jauh guna mendongkrak efisiensi kerja. Dengan konektivitas internet, pemantauan dapat dilakukan dengan lebih fleksibel melalui *smartphone*. Mengacu pada konsep tersebut, dirancang sebuah sistem pemantauan dan penyemprotan otomatis berbasis *web* yang terhubung dengan modul *IoT*, serta dilengkapi fitur notifikasi instan melalui *WhatsApp API* sebagai

mekanisme *early warning system*. Platform ini dikembangkan untuk mendampingi para petani dalam mengawasi indikator lingkungan sekaligus mengendalikan katup penyemprotan secara otomatis maupun manual[5].

Studi terdahulu yang diteliti oleh [6] dan [7] membuktikan bahwa implementasi sistem monitoring berbasis *IoT* mampu mengoptimalkan produktivitas lahan melalui akuisisi data *real-time*, menggantikan pendekatan konvensional yang boros waktu dan tenaga. Selain itu, visualisasi grafis pada platform *web* memudahkan pemantauan kondisi lingkungan secara berkala. Hal ini selaras dengan konsep *IoT* yang menghubungkan berbagai instrumen elektronik ke jaringan internet. Beberapa eksperimen sebelumnya juga mengeksplorasi kontrol pompa otomatis bertenaga *IoT* yang bereaksi terhadap dinamika sensor, sehingga meminimalkan intervensi manual manusia.

Penggunaan sensor dalam sistem pemantauan juga terbukti meningkatkan akurasi analisis tanaman guna mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat sasaran[8]. Pendekatan cerdas ini berdampak positif pada efisiensi operasional dan kuantitas hasil panen. Penelitian oleh Yeni, menyarankan bahwa perancangan arsitektur pemantauan harus disesuaikan dengan jenis sensor serta perangkat lunak pengolahan data yang digunakan[9]. Sementara itu dalam penelitian Santo ini, sensor kelembapan tanah, suhu udara, serta curah hujan dipilih, dan antarmuka pengguna yang intuitif dirancang agar petani dapat mengakses data penting dengan cepat untuk mengambil tindakan preventif[10]. Kendati demikian, banyak platform pemantauan yang sudah ada belum didukung fitur notifikasi *real-time* yang langsung mengarah ke pengguna. Guna mengatasi celah tersebut dan

mempercepat alur diseminasi informasi, integrasi *WhatsApp API* menjadi solusi yang sangat relevan. Sebagai salah satu aplikasi pesan instan lintas platform terpopuler di Indonesia, WhatsApp memungkinkan penerimaan pesan penting secara instan tanpa biaya tambahan selain koneksi internet. *WhatsApp API* sendiri bertindak sebagai jembatan integrasi program untuk menghubungkan backend sistem dengan layanan perpesanan.

Walaupun adopsi *IoT* di sektor agrikultur sudah berkembang, beberapa hambatan krusial masih sering ditemui[11]. Salah satunya adalah keterbatasan sistem monitoring terintegrasi yang mampu menyajikan data *real-time*, sehingga respons terhadap anomali lingkungan cenderung lambat[12]. Studi oleh Pradana memaparkan kemampuan perangkat *IoT* dalam mentransfer data sensor secara langsung ke aplikasi *client*[13]. Namun, fungsionalitasnya sering kali terbatas pada pemantauan pasif tanpa disertai kontrol otomatis maupun sistem peringatan dini. Akibatnya, penanganan hama yang dilakukan secara manual dan spekulatif berujung pada inefisiensi dosis pestisida. Selain itu, ketiadaan notifikasi *real-time* memperlambat tindakan penyelamatan tanaman saat kondisi kritis terjadi. Belum adanya integrasi antara fungsi pemantauan, kontrol otomatis, dan notifikasi instan dalam satu platform tunggal memaksa petani mengoperasikan alat secara terpisah, yang dinilai kurang praktis dan tidak efisien.

Penelitian ini berfokus pada perancangan dan implementasi sistem pemantauan serta penyemprotan otomatis berbasis *web* yang terintegrasi dengan teknologi *Internet of Things (IoT)*. Melalui *dashboard website* yang dirancang, kondisi lingkungan lahan pertanian dapat dipantau secara *real-time* sebagai basis

pengambilan keputusan. Untuk memecahkan kendala operasional di lapangan, sistem dilengkapi fitur kontrol penyemprotan pestisida otomatis berdasarkan pembacaan sensor, serta pengiriman pesan peringatan dini via *WhatsApp API*. Sinkronisasi ini terbukti meminimalkan keterlambatan informasi dan meningkatkan efisiensi pemberantasan hama. Penerapan *WhatsApp Gateway* juga mempermudah petani menerima laporan kondisi lahan secara instan. Secara keseluruhan, integrasi *IoT* dalam manajemen pertanian ini memberikan alternatif solusi yang relevan terhadap kelemahan sistem pemantauan konvensional, sekaligus mendukung percepatan program *smart farming* yang lebih optimal dan tepat guna.

1.2 Rumusan Masalah

Merujuk pada latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang dan mengintegrasikan sistem monitoring kondisi lingkungan tanaman bawang merah berbasis *Internet of Things (IoT)* yang mampu menyajikan data secara *real-time* pada *dashboard web*, sekaligus mengimplementasikan kontrol penyemprotan otomatis serta sistem peringatan dini via *WhatsApp API* dalam satu platform terpadu guna meningkatkan efektivitas respons terhadap hama kutu?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam tugas akhir ini difokuskan pada perancangan aplikasi berbasis *web* menggunakan *Laravel Framework* dan *database MySQL*

untuk monitoring kondisi lahan bawang merah secara *real-time*. Sistem dirancang untuk mengolah parameter sensor berupa suhu, kelembapan udara, dan kelembapan tanah, serta mengendalikan katup penyemprotan otomatis guna penanganan hama kutu (*Thrips*), tanpa mengkaji aspek manufaktur perangkat keras secara mendalam. Fitur utama platform ini meliputi *dashboard* interaktif, integrasi *WhatsApp API* untuk notifikasi peringatan dini, serta manajemen hak akses pengguna (*Administrator* untuk kendali penuh dan pengelolaan data, sedangkan petani/umum untuk pemantauan visual). Kajian biologis tanaman maupun analisis jenis hama di luar hama kutu tidak dibahas dalam penelitian ini. Selain itu, pengujian performa alat dilakukan pada skala uji coba terbatas dan belum menjangkau implementasi pada multi-lahan dengan skala luas.

1.4 Tujuan dan Manfaat

Berdasarkan perumusan masalah tersebut, penelitian tugas akhir ini bertujuan merancang dan mengembangkan sistem monitoring serta penyemprotan otomatis berbasis *web* yang terintegrasi dengan teknologi *Internet of Things (IoT)*. Fokus utama dari proyek ini adalah meminimalkan serangan hama kutu pada bawang merah di Brebes melalui pengiriman *alert WhatsApp API*. Platform terpadu ini diharapkan dapat menyajikan data lingkungan secara *real-time* guna mendukung efisiensi dosis pestisida dan produktivitas lahan.

Melalui pencapaian tujuan ini, penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi yang signifikan dalam beberapa aspek berikut:

- a. Pengembangan Kompetensi Teknis dan Akademik: Menjadi sarana implementasi rekayasa perangkat lunak dalam domain *smart farming*, khususnya dalam sinkronisasi *Laravel* backend dengan *WhatsApp* perpesanan otomatis. Diharapkan hasil riset ini menjadi referensi ilmiah bagi civitas akademika Universitas Harkat Negeri dalam studi *IoT* pertanian.
- b. Akselerasi Diseminasi Informasi: Menyajikan inovasi sistem yang mempercepat penyebaran informasi kondisi lahan. Dengan notifikasi instan, kerugian panen akibat lambatnya penanganan hama dapat ditekan secara maksimal.
- c. Optimalisasi Keputusan Petani: Menyediakan instrumen pemantauan jarak jauh yang *user-friendly* melalui visualisasi data sensor. Sistem ini memandu petani menentukan dosis dan jadwal penyemprotan pestisida secara akurat untuk meminimalkan pemborosan bahan kimia.
- d. Peningkatan Literasi Digital: Memberikan edukasi praktis bagi masyarakat tani setempat mengenai pemanfaatan teknologi *web*, sehingga mendorong modernisasi tata kelola pertanian berbasis digital di tingkat desa.

1.4.1 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membangun *dashboard* pemantauan berbasis *web* menggunakan *framework Laravel* guna memvisualisasikan parameter lingkungan tanaman bawang merah secara *real-time*, serta mengintegrasikan modul *IoT* dan *WhatsApp API* untuk mengotomatiskan penyemprotan pestisida dan mengirimkan notifikasi peringatan dini kepada petani.

1.4.2 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan kontribusi akademis terkait penerapan rekayasa *web* pada *smart farming*, mempercepat penyebaran informasi anomali lahan melalui sistem notifikasi *WhatsApp API* demi meminimalkan keterlambatan respons, serta menyediakan instrumen pemantauan jarak jauh yang intuitif guna membantu petani mengoptimalkan dosis pestisida secara akurat sekaligus mendorong literasi digital pertanian.

1.4.3 Sistematika Penulisan Laporan

Sistematika penulisan Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk memberikan gambaran secara menyeluruh mengenai isi laporan, yang terbagi ke dalam 6 BAB sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang masalah, termasuk tantangan sektor pertanian modern, risiko keterlambatan informasi kondisi lahan, dan urgensi pemantauan hama bawang merah. Selain itu, bab ini memuat rumusan masalah, batasan penelitian (difokuskan pada pengembangan *web* menggunakan *Laravel* dan pengolahan data sensor tanpa mendalami perakitan sirkuit keras), serta tujuan dan manfaat penelitian terkait rancangan *dashboard IoT* serta otomasi notifikasi WhatsApp.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini mengkaji teori-teori relevan dan penelitian terdahulu yang mendasari pengembangan sistem, khususnya mengenai *smart farming*

berbasis *IoT*. Pembahasan meliputi konsep arsitektur perangkat lunak *Laravel*, manajemen *database MySQL*, pemodelan *UML*, serta integrasi *WhatsApp API* sebagai media notifikasi. Bab ini juga membahas secara singkat pengaruh iklim terhadap pertanian bawang merah serta mekanisme penyemprotan otomatis.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metodologi pengembangan perangkat lunak yang diterapkan, yaitu model *Waterfall* dalam siklus *SDLC*. Diuraikan pula metode pengumpulan data melalui observasi langsung di area persawahan Brebes dan wawancara dengan petani setempat (Bapak Darso). Rencana jadwal, lokasi penelitian, serta *diagram* alir logika sistem pemantauan juga dijabarkan pada bab ini.

BAB IV ANALISA DAN PERANCANGAN SISTEM

Bab ini menyajikan analisis kebutuhan sistem, baik fungsional maupun non-fungsional, serta pemodelan sistem menggunakan *Unified Modeling Language (UML)* seperti *use case*, *activity*, *sequence*, dan *class diagram*. Selain itu, bab ini membahas perancangan skema *database MySQL* serta perancangan antarmuka pengguna (*user interface*) berbasis *Laravel* dan *Tailwind CSS*.

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini memuat implementasi fisik dari integrasi *hardware IoT* serta pengodean frontend/backend *website*. Bab ini juga menyajikan hasil pengujian sistem menggunakan metode *Black-Box Testing* guna

memverifikasi keandalan visualisasi sensor, ketepatan logika penyemprotan otomatis, serta keberhasilan pengiriman notifikasi *WhatsApp API* saat terjadi kondisi kritis di lapangan.

BAB VI SIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merangkum simpulan dari seluruh tahapan penelitian, mulai dari perancangan, implementasi, hingga hasil pengujian sistem *Smart Sprayer*. Rekomendasi atau saran pengembangan sistem di masa mendatang juga disertakan, seperti integrasi *machine learning* untuk prediksi hama dan pembersihan *nozzle* mekanis otomatis.