

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertanian merupakan salah satu sumber ekonomi terbesar pendukung negara Indonesia yang menduduki peringkat kedua dalam perkembangan PDB berdasarkan data lapangan usaha periode tahun 2018 sampai tahun 2022. Hal tersebut didukung dengan luas pertanian di Indonesia yang tiap tahun semakin meningkat, sehingga peningkatan PDB pada sektor pertanian mencapai 12,96% (Wiratno *et al.*, 2022). Perkembangan pertanian di Indonesia juga dibarengi dengan semakin meningkatnya dan bervariasi jenis pertanian di Indonesia, sehingga memicu munculnya beberapa metode-metode baru dalam proses melakukan pertanian. Salah satu metode pertanian yang paling banyak digunakan di Indonesia adalah penerapan metode *greenhouse*. *Greenhouse* merupakan sebuah struktur bangunan yang dirancang khusus, dengan beratap transparan yang terbuat dari kaca atau plastik yang dapat meneruskan sinar matahari, sehingga pemeliharaan lebih mudah, pengaturan kualitas dan produksi lebih optimal (Haryati *et al.*, 2023).

Penerapan teknologi modern dalam pertanian *greenhouse* juga sudah mulai banyak digunakan, mulai dari penyemprotan pestisida hingga pemantauan secara berkala dengan sensor dan perangkat pemrosesan data. Penerapan teknologi modern dalam *greenhouse* juga mencakup pemanfaatan *mobile robot* yang mampu bergerak secara mandiri untuk mendukung berbagai aktivitas pertanian. Otomatisasi menggunakan sebuah *mobile robot* merupakan solusi dalam pertanian modern, pemanfaatan robot-robot yang telah dilengkapi dengan sensor dan perangkat lain, dapat mengurangi resiko kesalahan dan meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan (Rizal *et al.*, 2024). Namun penerapan *mobile robot* dalam lingkungan *greenhouse* masih terkendala dalam pergerakannya, karena kondisi lingkungan *greenhouse* yang tidak terstruktur dan tidak dapat diprediksi seperti pada gambar 1.1.



Gambar 1. 1 Permukaan greenhouse yang tidak rata

Sumber: Chongqing Qingcheng Pertanian Sains dan Teknologi Bersama

Sehingga dikembangkan beberapa jenis navigasi dalam *mobile robot*, yang secara umum dapat dibedakan menjadi dua, yaitu navigasi otonom dan teleoperasi. Navigasi otonom merupakan pergerakan *mobile robot* secara mandiri tanpa ada intervensi dari manusia, sedangkan teleoperasi masih dibutuhkan manusia untuk melakukan pergerakan *mobile robot* dari tempat yang berbeda. Namun dalam penerapan navigasi otonom, masih belum bisa di aplikasikan sepenuhnya pada lingkungan yang tidak terstruktur, karena seringkali memiliki kondisi yang berubah-ubah dan tidak dapat diprediksi, seperti contohnya di lingkungan *greenhouse* seperti pada gambar 1.1. Meskipun robot dirancang untuk beroperasi secara otonom, dalam beberapa situasi operator tetap diperlukan untuk mengambil kontrol jarak jauh terhadap robot. Hal ini umumnya terjadi ketika sistem navigasi otonom mengalami kegagalan atau ketika robot menghadapi kondisi maupun tugas yang belum mampu ditangani secara mandiri selama proses operasi otonom (Kruzic, Music and Stancic, 2017).

Dalam pengembangan *mobile robot* dengan sistem teleoperasi, muncul beberapa metode, salah satu nya menggunakan sistem IoT, dimana *Internet of Things (IoT)* merupakan sebuah konsep dimana berbagai perangkat fisik saling terhubung dalam sebuah jaringan dan dapat bertukar informasi atau berkomunikasi melalui koneksi internet (Alhari *et al.*, 2024). Contohnya dalam *mobile robot* seperti pergerakannya dikendalikan melalui jaringan internet dengan perangkat seperti *handphone*, atau komputer, seperti dalam penelitian yang dilakukan oleh (Widiawan *et al.*, 2020) dengan judul penelitian “*Wireless Greenhouse Monitoring System Using Tricycle Mobile-Robot Based On Raspberry PI*” penelitian ini

mengembangkan sebuah *mobile robot* yang mampu bekerja di lingkungan *greenhouse* menggunakan sistem navigasi teleoperasi berbasis *wireless* atau IoT. *Mobile robot* ini dapat memantau lingkungan *greenhouse* dengan kamera yang ada pada *mobile robot*. Selain itu juga terdapat sensor yang dapat mengambil data suhu dan kelembapan didalam *greenhouse*. Namun dalam penelitian tersebut hanya terbatas pada pengembangan navigasi dan sistem *monitoring greenhouse* tanpa adanya kemampuan penyemprotan pestisida secara otomatis untuk mengantisipasi dan membasmi hama di lingkungan *greenhouse* guna memaksimalkan pertanian di *greenhouse* yang lebih efektif dan produktif.

Berbeda dengan penelitian sebelumnya, dalam penelitian ini nantinya sistem yang akan dikembangkan akan bekerja pada *mobile robot* yang akan beroperasi pada lingkungan *greenhouse* yang dilengkapi dengan sebuah servo *pan-tilt* yang dilengkapi dengan kamera untuk pemantauan yang juga terhubung dengan *platform Zero Tier*, sehingga memungkinkan untuk menangkap gambar *real-time* yang dapat diakses perangkat lain, tanpa harus dalam satu jaringan yang sama. Selain itu juga nantinya terdapat sebuah relay dengan pompa sprayer, memungkinkan untuk penyiraman pestisida secara otomatis. Sebuah sensor suhu dan kelembaban yang nantinya dapat memonitor lingkungan di *greenhouse* dan diolah datanya melalui *platform Thingspeak*, dan dapat dipantau secara *real-time*. Teleoperasi sendiri merupakan sistem kendali jarak jauh yang nantinya operator tidak perlu berada di lokasi untuk mengontrol robot, dengan sistem kontrol terhubung ke jaringan nirkabel, yaitu sebuah protokol *firebase* untuk komunikasi antara kontroler dan robot. Sehingga diduga dengan penerapan navigasi berbasis teleoperasi dapat beroperasi dengan baik dalam lingkungan *greenhouse*, serta penerapan kemampuan penyemprotan pestisida secara otomatis pada *mobile robot*, guna memaksimalkan pertanian di *greenhouse* yang lebih efektif dan produktif.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, terdapat beberapa permasalahan utama yang akan dibahas yaitu:

1. Kondisi permukaan lingkungan *greenhouse* yang tidak rata dan bervariasi.

2. Penerapan kemampuan penyemprotan pestisida secara otomatis pada *mobile robot*.

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas, tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menerapkan sistem teleoperasi untuk memungkinkan *control* jarak jauh, melalui jaringan protokol komunikasi firebase.
2. Mengintegrasikan sensor suhu dan kelembaban, aktuator *sprayer* pestisida, dan kamera untuk memaksimalkan *monitoring* dan *controlling* di lingkungan *greenhouse*.

1.4 Manfaat

Menghasilkan sistem teleoperasi berbasis IoT yang dapat bekerja di lingkungan *greenhouse*, guna memaksimalkan pemantauan dan pengendalian pada pertanian *greenhouse*.

1.5 Batasan Masalah

Mengingat luasnya pembahasan, maka terdapat beberapa masalah yang dibatasi yaitu:

1. Sistem komunikasi IoT menggunakan firebase untuk transmisi data. Kontrol dilakukan dengan *joystick*. Dan tidak mencakup *autonomous navigation*.
2. Pergerakan robot hanya mencakup arah maju, mundur, belok kiri/kanan, tanpa kemampuan menghindari rintangan secara otomatis.
3. Pengujian dilakukan tanpa analisis terhadap dampak jangka panjang pada tanaman, hingga konsumsi daya baterai.
4. Robot hanya difokuskan pada tiga tugas utama: pemantauan lingkungan (*monitoring*) melalui sensor dan kamera, penyemprotan pestisida melalui aktuator pompa DC, serta dapat dikontrol jarak jauh menggunakan *joystick*.
5. Pengujian navigasi teleoperasi pada lingkungan *greenhouse* dilakukan pada *greenhouse* Politeknik Negeri Jember, dan menggunakan hotspot seluler pribadi, karena keterbatasan jaringan *WiFi* di lingkungan *greenhouse*.