

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia sebagai negara tropis memiliki potensi besar dalam sektor pertanian, khususnya dalam budidaya buah-buahan. Melon (*Cucumis melo* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan permintaan pasar yang terus meningkat. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, produksi melon di Indonesia mencapai 132.728 ton pada tahun 2020 dengan luas panen sekitar 6.893 hektar. Nilai ekspor melon Indonesia juga menunjukkan tren positif, mencapai US\$ 2,8 juta pada tahun 2021, yang menunjukkan potensi ekonomi yang menjanjikan dari komoditas ini.

Namun, keberhasilan budidaya melon sangat bergantung pada kondisi lingkungan yang optimal. Tanaman melon memiliki kebutuhan spesifik terhadap parameter lingkungan seperti suhu udara 25–30°C, kelembapan relatif 60–70%, dan intensitas cahaya minimum 3000 lux untuk pertumbuhan yang optimal[1]. Variabilitas kondisi cuaca di Indonesia yang tidak dapat diprediksi secara akurat seringkali menjadi faktor pembatas dalam mencapai produktivitas maksimal. Kondisi cuaca ekstrem seperti hujan berlebihan, kekeringan, atau fluktuasi suhu yang drastis dapat menyebabkan penurunan kualitas dan kuantitas hasil panen.

Greenhouse atau rumah kaca telah menjadi solusi inovatif untuk menciptakan lingkungan terkontrol yang mendukung pertumbuhan optimal tanaman melon. Teknologi greenhouse memungkinkan petani untuk mengontrol parameter lingkungan seperti suhu, kelembapan, dan pencahayaan secara lebih presisi. Namun, pengelolaan greenhouse secara manual memerlukan tenaga kerja yang intensif dan sering kali tidak efisien dalam merespons perubahan kondisi lingkungan yang dinamis[2].

Seiring dengan perkembangan teknologi digital, konsep pertanian presisi

(precision agriculture) mulai diterapkan secara luas. Dalam sistem budidaya modern, monitoring dan kontrol parameter lingkungan secara otomatis menjadi kunci keberhasilan untuk meningkatkan produktivitas sekaligus mengurangi biaya operasional. Teknologi Internet of Things (IoT) memungkinkan pemantauan real-time dan kontrol otomatis terhadap berbagai parameter lingkungan dalam greenhouse[3]. Sistem IoT dapat mengumpulkan data dari berbagai sensor secara kontinyu, menganalisis data tersebut, dan memberikan respons kontrol yang tepat melalui aktuator yang terhubung dalam jaringan.

Integrasi mikrokontroler sebagai pusat pengolahan data dalam sistem IoT memungkinkan pengambilan keputusan yang cepat dan akurat berdasarkan data sensor yang diperoleh. Mikrokontroler dapat memproses data dari multiple sensor secara simultan dan memberikan output kontrol yang sesuai dengan algoritma yang telah diprogram. Hal ini memungkinkan sistem untuk memberikan respons yang tepat terhadap perubahan kondisi lingkungan secara real-time[4].

Fuzzy logic Mamdani merupakan metode yang sangat efektif untuk menangani ketidakpastian dalam sistem kontrol, terutama dalam aplikasi pertanian yang memiliki karakteristik non-linear dan kompleks. Berbeda dengan logika konvensional yang bersifat binary (benar atau salah), fuzzy logic dapat menangani informasi yang tidak pasti atau bersifat linguistik. Dalam konteks budidaya melon, fuzzy logic dapat mengambil keputusan berdasarkan input yang tidak pasti seperti "suhu tinggi", "kelembapan rendah", atau "cahaya kurang"[5]. Keunggulan fuzzy logic terletak pada kemampuannya meniru cara berpikir manusia dalam mengambil keputusan, sehingga sistem kontrol menjadi lebih fleksibel dan dapat beradaptasi dengan berbagai kondisi lingkungan yang bervariasi.

Pemilihan sensor yang tepat menjadi faktor krusial dalam sistem monitoring greenhouse. Sensor BH1750 dipilih untuk mengukur intensitas cahaya karena memiliki akurasi tinggi dalam rentang 1–65535 lux dengan resolusi 0.5 lux, serta dapat beroperasi dalam berbagai kondisi lingkungan. Sensor AHT10 dipilih untuk mengukur suhu dan kelembapan udara karena memiliki akurasi $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ untuk suhu dan $\pm 2\%$ RH

untuk kelembapan, dengan konsumsi daya yang rendah dan stabilitas jangka panjang yang baik[6]. Kedua sensor ini menggunakan protokol komunikasi I2C yang memudahkan integrasi dengan mikrokontroler dan sistem IoT.

Sistem output yang komprehensif juga diperlukan untuk menciptakan lingkungan yang optimal bagi pertumbuhan melon. Exhaust fan digunakan untuk mengatur sirkulasi udara dan mengendalikan suhu serta kelembapan dalam greenhouse. Pompa air digunakan untuk sistem irigasi otomatis yang dapat menyesuaikan kebutuhan air tanaman berdasarkan kondisi lingkungan. Lampu grow light digunakan untuk suplementasi cahaya ketika intensitas cahaya alami tidak mencukupi kebutuhan fotosintesis tanaman melon [7].

Pengembangan sistem IoT dengan fuzzy logic Mamdani untuk monitoring greenhouse budidaya melon diharapkan dapat meningkatkan efisiensi produksi, mengurangi biaya operasional, dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya seperti air, energi, dan pupuk. Sistem ini juga dapat memberikan data historis yang berguna untuk analisis tren dan optimasi strategi budidaya di masa mendatang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diberikan, masalah yang relevan dirumuskan sebagai berikut:

- 1 Bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 untuk memantau kondisi lingkungan dalam budidaya melon di greenhouse?
- 2 Bagaimana mengimplementasikan fuzzy logic Mamdani untuk mengontrol exhaust fan, pompa, dan lampu grow light berdasarkan data sensor BH1750 dan AHT10.

1.3 Tujuan dan Manfaat

Beberapa tujuan yang ingin dicapai dalam pembuatan proposal ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan mengembangkan sistem IoT berbasis mikrokontroler untuk monitoring parameter lingkungan dalam greenhouse budidaya melon.
2. Mengimplementasikan algoritma fuzzy logic Mamdani untuk kontrol otomatis exhaust fan, pompa, dan lampu grow light.
3. Mengevaluasi kinerja sistem dalam mempertahankan kondisi optimal suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya untuk pertumbuhan melon.

Manfaat dari Tugas Akhir ini adalah:

1. Memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem kontrol otomatis berbasis fuzzy logic untuk aplikasi pertanian modern.
2. Membantu petani melon dalam mengoptimalkan kondisi lingkungan greenhouse secara otomatis dan meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada pembuatan Tugas Akhir ini adalah:

1. Tanaman yang digunakan sebagai objek penelitian pada tugas akhir ini adalah melon.
2. Rancang bangun alat ini berupa *prototype greenhouse*.
3. Sistem difokuskan pada monitoring dan kontrol tiga parameter utama: suhu, kelembapan udara, dan intensitas cahaya.
4. Sensor yang digunakan terbatas pada BH1750 untuk intensitas cahaya dan AHT10 untuk suhu dan kelembapan udara.
5. Sistem komunikasi IoT menggunakan protokol WiFi untuk konektivitas internet.

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan pada Tugas Akhir ini adalah:

1. Studi literatur

Mengkaji teori-teori tentang IoT, fuzzy logic Mamdani, budidaya melon, dan sistem kontrol greenhouse untuk membangun landasan teoritis yang kuat.

2. Perancangan sistem

Merancang arsitektur sistem IoT, memilih komponen *hardware* (mikrokontroler, sensor, modul komunikasi) dan software yang sesuai.

3. Implementasi

Melakukan prototipe sistem monitoring serta melakukan kalibrasi dan validasi sensor.

4. Pengujian

Melakukan pengujian fungsionalitas sistem.

5. Analisis

Menganalisis kinerja sistem monitoring.

1.6 Proyeksi Pengguna

Pengguna yang bisa ditargetkan melalui hasil penelitian ini, yaitu:

1. Petani melon yang membudidayakan tanaman melon di dalam greenhouse.
2. Penyuluh pertanian dan peneliti yang bergelut di bidang budidaya tanaman hortikultura, khususnya melon.
3. Pengembang teknologi pertanian yang tertarik untuk mengimplementasikan sistem monitoring berbasis IoT dan mikrokontroler pada budidaya tanaman.