

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kemajuan teknologi, terutama dalam Internet of Things (IoT), telah membawa dampak besar dalam dunia pertanian, termasuk dalam budidaya tanaman cabai[1]. Dengan dukungan IoT, perangkat seperti sensor kelembapan tanah dan sensor suhu dapat digunakan untuk memantau kondisi lingkungan secara real-time. Teknologi ini memungkinkan petani untuk mengelola irigasi dan memantau pertumbuhan tanaman cabai berdasarkan data yang akurat. Proses bercocok tanam menjadi lebih terkontrol, mengurangi risiko kerugian, dan meningkatkan hasil panen. Selain itu, penerapan IoT mendukung efisiensi penggunaan sumber daya seperti air, sekaligus mendorong praktik pertanian yang lebih berkelanjutan[2]. Hal ini menjadikan budidaya tanaman cabai lebih mudah, produktif, dan ramah lingkungan.

Perkembangan pertanian di Indonesia semakin meningkat, khususnya pada budidaya tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens*), yaitu tanaman semusim dari famili Solanaceae yang memiliki batang bercabang, daun berbentuk lonjong, serta buah kecil memanjang dengan rasa pedas yang khas. Tanaman ini banyak dibudidayakan karena memiliki daya adaptasi yang baik terhadap berbagai kondisi lingkungan dan nilai ekonomi yang tinggi [3]. Di daerah seperti Kota Batu, yang memiliki iklim sejuk dan potensi besar untuk produksi tanaman hortikultura, produktivitas cabai rawit sering kali terkendala oleh fluktuasi kelembapan tanah yang tidak stabil[4]. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Batu, kondisi kelembapan tanah di wilayah ini cenderung bervariasi sesuai dengan musim dan jenis tanah, yang berimplikasi pada kebutuhan pengelolaan irigasi yang efisien (BPS Kota Batu, 2023). Namun, pengelolaan perkebunan masih menggunakan sistem manual, di mana petani harus memantau tanaman secara langsung pada lahan kecil yang menggunakan media Polybag sebagai tanamannya dengan tanah campuran seperti tanah humus dengan pupuk organik. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan pemilik kebun, ditemukan bahwa metode pemantauan manual ini menyebabkan petani kesulitan dalam mengontrol dan menjaga kelembapan tanah secara konsisten dan pengaruh suhu, yang berdampak pada banyaknya tanaman cabai rawit yang mati akibat kekurangan kelembapan yang stabil serta nutrisi yang tidak mencukupi. Pemberian air memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman cabai. Ketersediaan air menjadi salah satu faktor penentu dalam menghasilkan pertumbuhan tanaman yang optimal, baik, karena air berperan sebagai sumber utama yang menunjang kehidupan tanaman. Air yang masuk ke dalam tanah merupakan kebutuhan penting untuk mendukung proses pertumbuhan tanaman. Tanaman

cabai sangat peka terhadap kekurangan air, di mana kondisi tersebut dapat menyebabkan tanaman mengalami kelayuan. Kebutuhan air pada tanaman cabai perlu disesuaikan dengan tahap pertumbuhannya. Pada fase awal pertumbuhan, khususnya saat tanaman masih muda, kebutuhan air relatif rendah karena ukuran tanaman yang masih kecil. Pemberian air yang berlebihan pada fase ini justru dapat berdampak buruk dan menyebabkan tanaman cepat mati akibat kelebihan air. [32]

Selain itu, kerusakan tanaman juga sering terjadi akibat perubahan iklim yang kurang mendukung atau sulit diprediksi, sehingga pemantauan kondisi tanah dan suhu menjadi lebih menantang. Dalam wawancara yang dilakukan, peneliti juga menawarkan solusi dalam bentuk layanan perawatan website, termasuk hosting, dengan biaya sebesar Rp100.000 pertahunnya guna memperpanjang masa aktif website, yang disetujui oleh pemilik kebun sebagai langkah awal untuk meningkatkan manajemen dan monitoring perkebunan secara lebih efektif. Cabai rawit, sebagai tanaman yang sensitif terhadap kekeringan maupun genangan air, membutuhkan kelembapan tanah yang ideal pada kapasitas lapang (lembab namun tidak tergenang), dengan standar kelembapan tanah antara 60%-80% dan suhu 18°-30°[5]. Curah hujan yang tinggi atau iklim yang basah tidak sesuai untuk pertumbuhan cabai rawit, karena dapat meningkatkan risiko serangan penyakit, seperti cendawan, yang menyebabkan bunga rontok dan buah membusuk. Di lokasi penelitian ini, pertanian cabai rawit belum menggunakan teknologi untuk pengelolaan lahan sebelumnya. Oleh karena itu, diperlukan sistem online yang dapat membantu petani memonitoring tanaman secara real-time untuk memastikan setiap tanaman mendapatkan kelembapan yang sesuai dan mendukung pertumbuhan yang optimal.

Terdapat penelitian yang mengimplementasikan IoT untuk memantau suhu dan kelembaban di ruang data center dengan menggunakan metode *Research and Development* (R&D). Penelitian ini melalui empat tahapan utama: studi pendahuluan untuk menganalisis kebutuhan dan teknologi yang relevan, pengembangan prototipe sistem berbasis sensor DHT22, water level sensor, OLED display, dan NodeMCU ESP8266, uji lapangan untuk menguji akurasi sistem di lingkungan nyata, serta desiminasi untuk menyebarluaskan hasil penelitian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu memantau suhu dan kelembaban dengan tingkat error yang rendah, yaitu rata-rata 1,7% untuk suhu dan 2,1% untuk kelembaban, dibandingkan dengan alat standar HTC-2. Selain itu, sistem ini dilengkapi dengan dashboard website yang memungkinkan pengguna memantau data secara real-time, termasuk riwayat pengukuran dan grafik statistik, serta memberikan peringatan melalui buzzer jika kondisi lingkungan tidak sesuai dengan batas normal. Dengan menggunakan alur R&D, penelitian ini berhasil menciptakan solusi yang efektif dan handal untuk pemantauan

lingkungan ruang data center, meningkatkan efisiensi operasional dan mencegah risiko kerusakan peralatan akibat suhu dan kelembaban yang tidak terkendali[6].

Terdapat beberapa penelitian sebelumnya yang menggunakan metode Fuzzy Logic dengan hasil akhir penelitian yang berbeda dan memiliki kelebihan dan kekurangan yang berbeda juga. Pada penelitian pertama dengan judul “IMPLEMENTASI IoT PADA SISTEM PENYIRAMAN OTOMATIS TANAMAN CABAI BERBASIS RASPBERRY PI DENGAN METODE FUZZY LOGIC” Telah berhasil melakukan penelitian menggunakan metode Fuzzy Logic sebagai penentuan lama penyiraman pada tanaman cabai dan juga hasil akhir dari penelitian ini berupa website yang memiliki fitur monitoring kelembaban, Kekurangan dari penelitian ini yaitu belum terintegrasinya ke dua sensor jadi lebih dominan pada peran sensor kelembaban atau soil moisture sedangkan untuk sensor suhu hanya sebagai monitoring panas suhu ruangan saja [7].

Pada Penelitian ke dua dengan judul “Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Sensor Kelembaban Tanah Menggunakan Logika Fuzzy”, pada penelitian ini telah berhasil mengimplementasikan metode Fuzzy Logic Sugeno yang dimana digunakan sebagai konstanta atau persamaan linier, dengan fokus terintegrasinya variable kelembaban dengan penyiraman pada perhitungan PWM pompa air. Penelitian ini memiliki kekurangan pada bagian pengimplementasian alat dengan platform yang dimana monitoring hanya menggunakan LCD tanpa adanya sistem yang lebih kompleks seperti chart kelembaban atau history kelembaban[8].

Pada penelitian terdahulu ke tiga dengan judul “Alat Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis IoT Menggunakan Metode Fuzzy Logic”, pada penelitian ini menggunakan fuzzy logic sugeno yang dimana digunakan sebagai variabel untuk integrasi antara sensor suhu dan kelembaban dengan hasil akhir sebagai kategori penyiraman dan kelembaban suhu dengan berbagai variable, kekurangan pada penelitian ini terdapat pada output berupa kategori diskrit atau tidak kontinu, sehingga kurang presisi dalam penyesuaian debit air karena tidak menggunakan variabel seperti lama penyiraman, dan juga pengimplementasian masih menggunakan blynk yang dimana kegunaannya sebatas pengecekan suhu saja[9].

Setelah mencermati penelitian terdahulu yang memiliki keterbatasan dalam integrasi sensor, antarmuka monitoring, atau presisi output, penelitian Perancangan Website IoT untuk Monitoring dan Kontrol Kelembaban serta Penyiraman Otomatis Pertanian Cabai Rawit menyajikan solusi yang lebih komprehensif. Sistem yang dirancang unggul dalam mengintegrasikan sensor kelembaban dan suhu, menyediakan platform web IoT untuk monitoring dan kontrol real-time, serta menghasilkan output irigasi yang lebih presisi. Selain itu, penelitian ini memberikan perbandingan efisiensi melalui pengukuran penggunaan air,

history penyiraman, penyiraman manual untuk nutrisi, dokumentasi progres tanaman, dan perbandingan metode penyiraman manual dan otomatis. Dengan demikian, penelitian ini menawarkan pendekatan yang lebih holistik dan fungsional untuk penerapan IoT dalam pertanian cabai rawit.

Pada penelitian ke empat dengan judul penelitian “PENENTUAN KELEMBABANTANAH MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC DENGAN CAPACITIVE SOIL MOISTURE SENSOR DAN ARDUINO UNO R3”, pada penelitian ini menggunakan fuzzy logic mamdani sebagai pengklasifikasian kondisi tanah berdasarkan data 2 sensor dengan fokus pada konsistensi kedua sensor tersebut dengan hasil menciptakan variable untuk setiap sensor. Tetapi pada penelitian ini memiliki kekurangan pada bagian pengimplementasian alat ke platform dikarenakan hanya menggunakan LCD jadi tidak menggunakan monitoring secara kompleks dan juga tidak memiliki aktuator atau tidak memiliki sistem penyiraman otomatis[10]. Penelitian sebelumnya telah teruji dengan menggunakan metode Fuzzy bisa Fuzzy Sugeno maupun Mamdani yang berhasil menciptakan sebuah variabel dari suatu ketentuan yang ambigu, dimana penelitian telah berhasil mengimplementasi fuzzy dengan sempurna meski memiliki kekurangan dibagian perancangan ataupun kecocokan metode fuzzy pada suatu penelitian.

Pada penelitian “Perancangan Website IoT untuk Monitoring dan Kontrol Kelembapan serta Penyiraman Otomatis Pertanian Cabai Rawit” dilakukan perancangan sistem monitoring kelembapan tanah dan kelembapan suhu berbasis Internet of Things (IoT). Alat yang digunakan untuk perancangan monitoring kelembapan dan suhu adalah DHT untuk memantau kondisi iklim mikro (suhu udara 0-50°C dengan akurasi  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  dan kelembapan udara 20-90% RH dengan akurasi  $\pm 5\%$ ) dan Soil Moisture Hygrometer tipe resistif yang khusus dirancang untuk mengukur kelembapan tanah dalam rentang 0-100% RH pada kedalaman efektif 3-7 cm dengan akurasi  $\pm 3\%$ . Setiap polybag berisi satu tanaman cabai rawit dipasang satu set sensor lengkap (DHT22 dan soil moisture) yang diposisikan secara strategis - sensor tanah ditanam sedalam 5 cm di zona perakaran primer, sedangkan sensor DHT22 digantung 15 cm di atas permukaan media tanam, serta metode Fuzzy Logic untuk menyatakan nilai suhu dan kelembapan yang nantinya akan diintegrasikan dan berpengaruh pada sistem penyiraman otomatis.

Metode Fuzzy Logic dipilih karena mampu menangani data yang bersifat tidak pasti atau ambigu[11], seperti variasi kelembapan dan suhu yang fluktuatif di lingkungan pertanian, sehingga memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih fleksibel dan adaptif dibandingkan dengan logika biner konvensional. Hasil pengukuran menunjukkan adanya koefisien determinasi setiap parameter yang diukur, yang mengindikasikan bahwa sistem mampu

merespons konsentrasi kelembapan dengan baik. Dengan penerapan konsep IoT ini, peneliti dapat dengan mudah mengawasi dan mengendalikan perangkat secara luas. Adapun alur metode penelitian yang digunakan adalah R&D (Research and Development) yang mencakup Studi Literatur, Konsep Perancangan Sistem, Perancangan Alat, Perancangan Sistem Website, Pengujian Alat, Pengumpulan Data, dan Laporan Hasil. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan metode SDLC (Software Development Life Cycle) Waterfall untuk mengembangkan sistem website IoT. Metode SDLC Waterfall terdiri dari beberapa tahapan berurutan, yaitu analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Tahapan ini memastikan bahwa setiap fase diselesaikan secara menyeluruh sebelum melanjutkan ke fase berikutnya, sehingga meminimalkan risiko kesalahan dan memudahkan pelacakan masalah[12]. Metode R&D dipilih karena mampu memberikan pendekatan sistematis dalam mengembangkan dan menyempurnakan sistem melalui serangkaian tahapan yang terstruktur, mulai dari studi literatur untuk memahami kebutuhan dasar, perancangan sistem untuk memastikan desain yang efisien, hingga pengujian alat untuk mengevaluasi kinerja secara nyata[6]. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan memperbaiki kelemahan sistem secara berkelanjutan, sehingga menghasilkan solusi yang lebih efektif dan sesuai dengan tujuan penelitian.

Pemilihan website sebagai platform utama dibandingkan aplikasi mobile dilakukan karena beberapa alasan. Pertama, website lebih fleksibel dan dapat diakses dari berbagai perangkat tanpa perlu instalasi tambahan, sehingga memudahkan petani dalam memonitor kebun kapan saja dan di mana saja[13]. Kedua, pengembangan berbasis website lebih sederhana dalam hal pemeliharaan dan pembaruan sistem, dibandingkan dengan aplikasi yang membutuhkan kompatibilitas pada berbagai sistem operasi. Selain itu, website memungkinkan integrasi dengan berbagai layanan cloud untuk penyimpanan data, analisis, serta kontrol sistem IoT secara real-time, yang sangat penting dalam pengelolaan lahan pertanian berbasis teknologi[14].

Berdasarkan isi penjelasan diatas, peneliti akan melakukan perancangan IoT berbasis website yang akan fokus pada monitoring kelembapan, suhu dan penyiraman otomatis yang dapat di kontrol. Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan efektifitas pertanian pada lokasi penelitian yang berlokasi di Batu.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Mencermati uraian latar belakang yang telah disusun oleh peneliti diatas, terdapat suatu rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perancangan hardware prototytpe yang mampu memonitoring kelembaban, suhu dan mengontrol kelembaban sekaligus dengan penyiraman otomatis pada tanaman cabai rawit?
2. Bagaimana metode Fuzzy Logic dapat mengintegrasikan pada sensor kelembaban dan suhu yang berpengaruh pada penyiraman otomatis?
3. Bagaimana hasil dari perancangan IoT berbasis website pada monitoring dan kontrol sekaligus dengan penyiraman otomatis pada tanaman cabai rawit?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan penelitian dari yang menggambarkan tujuan yang akan diteliti dalam penelitian ini yakni:

1. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang sebuah alat pendeteksi kelembaban dan suhu untuk mengoptimalkan penyiraman otomatis yang dapat di pantau melalui website.
2. Mengintegrasikan sensor-sensor dan Mikrokontroler ESP8266 yang nantinya kedua sensor dapat terorganisir dengan menggunakan standart fuzzy logic yang berpengaruh pada penyiraman otomatis.
3. Menghasilkan perancangan sistem IoT berbasis website dalam memantau dan mengontrol penyiraman otomatis pada tanaman cabai rawit guna meningkatkan efisiensi penggunaan air dan mempermudah pengelolaan pertanian secara real-time.

### **1.4. Batasan Masalah**

Agar penelitian tidak keluar terlalu jauh dari batasannya maka dari itu berikut Batasan-batasan masalah dari penelitian:

1. Penelitian hanya berfokus pada perancangan IoT
2. Penelitian hanya mencakup pertanian di wilayah Batu khususnya tanaman Cabai Rawit.
3. Sistem kontrol dan monitoring IoT menggunakan perancangan berbasis Website.
4. Penelitian ini menggunakan ESP8266 untuk mikrokontroler dan capacitive soil moisture sensor untuk pemantau kelembaban.
5. Hasil yang diberikan berupa prototype alat IoT dengan fitur monitoring dan kontrol penyiraman otomatis yang berupa sample menggunakan media Polybag.