

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertanian merupakan sektor vital dalam perekonomian Indonesia, dengan padi sebagai komoditas utama pendukung ketahanan pangan. Menurut (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2024), produksi padi nasional mencapai 53,98 juta ton pada 2023, menunjukkan peran penting sektor ini. Desa Pucakwangi, Kabupaten Lamongan, merupakan salah satu sentra produksi padi dengan lahan pertanian yang cukup luas. Namun, proses pertanian di desa ini masih mengandalkan metode tradisional, khususnya dalam pemantauan lahan dan tanaman. Petani lebih banyak bergantung pada pengalaman dan pengamatan langsung untuk menentukan kebutuhan irigasi dan pemupukan. Pendekatan ini rentan terhadap kesalahan, terutama di tengah ketidakpastian cuaca dan perubahan iklim (Rozci, 2024).

Permasalahan utama di Pucakwangi adalah kurangnya integrasi teknologi dalam pertanian. Proses *monitoring* kondisi tanaman, serta rekomendasi irigasi dan pemupukan, masih dilakukan secara manual dan berbasis pola musiman, tanpa mempertimbangkan data *real-time* seperti kelembapan tanah dan prediksi cuaca. Akibatnya, penggunaan air dan pupuk menjadi tidak efisien. Kelangkaan pupuk dan kurangnya pendampingan teknis juga memperburuk situasi ini. Selain itu, diagnosis kondisi tanaman masih dilakukan secara manual tanpa alat ukur yang akurat, sehingga berisiko menghasilkan keputusan yang kurang tepat.

Sistem berbasis *Internet of Things (IoT)* dan metode *Fuzzy Mamdani* diperlukan untuk memantau kondisi tanaman secara otomatis dan membantu petani dalam pengambilan keputusan. Sistem ini menggunakan sensor suhu (DS18B20), sensor kelembapan tanah (YL-69), sensor hujan (*Raindrops Detection Module*), dan sensor kelembapan udara (*DHT11*), yang terhubung ke mikrokontroler *ESP32*. Pemilihan *ESP32* didasarkan pada konektivitas *Wi-Fi* dan *Bluetooth* bawaan, performa tinggi dengan *dual-core processor*, serta hemat daya, sehingga sangat cocok untuk *monitoring real-time* di lingkungan pertanian. Selain itu, kemampuan *multi-tasking*, dukungan untuk *prototyping*, dan ukuran kompaknya memudahkan

pengembangan dan penempatan sistem, sementara konsumsi daya rendah dan pemrosesan data lokal mengoptimalkan efisiensi serta responsivitas sistem.

Menurut (Prasad et al., 2023), penggunaan *IoT* dan *Fuzzy Logic* dalam pertanian dapat meningkatkan efisiensi sumber daya dan meminimalkan pemborosan. Data sensor, termasuk sensor *NPK*, diolah menggunakan metode *Fuzzy Logic* untuk memberikan prediksi akurat tentang kondisi tanah dan tanaman, sehingga petani dapat mengatur irigasi dan pemupukan dengan lebih optimal. *Fuzzy Logic* dipilih karena mampu menangani data tidak pasti dan *fluktuatif*. (Lofti A. Zadeh, 1998), menyatakan bahwa logika *fuzzy* efektif dalam menghadapi ambiguitas dalam pengambilan keputusan. (Susilawati et al., 2019), juga membuktikan bahwa penerapan *fuzzy* dalam klasifikasi kelayakan tanah berdasarkan *pH* dan suhu meningkatkan keberhasilan budidaya padi. Penelitian serupa oleh (Yeni Natalia & Tata Sutabri, 2024) menggunakan sistem *monitoring* berbasis *IoT* untuk memberikan rekomendasi irigasi dan pemupukan melalui data real-time, yang terbukti meningkatkan hasil panen sebesar 15% dan mengurangi penggunaan air hingga 20%. (Niam & Sobri Sungkar, 2019) juga menerapkan kombinasi *fuzzy* dan *IoT* untuk sistem pengairan *otomatis* dengan presisi rata-rata 77,13%.

Pada penelitian yang akan dilakukan terkait Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Tanaman Padi Berbasis *IoT* dan *Fuzzy Mamdani* untuk Pertanian di Desa Pucakwangi, data yang digunakan merupakan hasil simulasi yang disusun berdasarkan pendekatan *teoritis* dan pengamatan umum terhadap kondisi pertanian di Desa Pucakwangi. *Dataset* ini dirancang untuk merepresentasikan parameter-parameter penting dalam menentukan kondisi pertumbuhan tanaman padi, yaitu suhu tanah, kelembapan tanah, kelembapan udara, nilai hujan, serta kondisi tanaman.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem *monitoring* tanaman padi berbasis *IoT* untuk mendeteksi parameter lingkungan seperti suhu tanah,

kelembapan tanah, kelembapan udara, dan nilai hujan secara *real-time* di Desa Pucakwangi?

2. Bagaimana metode *Fuzzy Mamdani* dapat digunakan untuk menentukan status kondisi tanaman padi serta memberikan rekomendasi waktu irigasi dan pemupukan secara tepat?

1.3 Batasan Masalah

Penentuan batasan masalah dibuat agar masalah yang dibahas tidak meluas, sehingga penelitian ini akan difokuskan pada:

1. Data dikumpulkan dari enam lahan pertanian di Desa Pucakwangi, Kabupaten Lamongan, dengan dua lahan berada di satu area dan empat lainnya tersebar di lokasi berbeda. Pengambilan data dilakukan dari awal hingga pertengahan November, periode yang tepat untuk memantau kebutuhan awal tanaman padi terhadap air dan pupuk serta respons sistem terhadap fluktuasi kondisi lingkungan.
2. Sistem yang dikembangkan berfokus pada pemantauan kondisi tanaman padi berbasis *Internet of Things (IoT)* yang memanfaatkan sensor suhu tanah (*DS18B20*), kelembapan tanah (*YL-69*), sensor hujan (*Raindrops Detection Module*), dan kelembapan udara (*DHT11*). Data dari sensor digunakan untuk memberikan rekomendasi waktu irigasi dan pemupukan melalui metode *Fuzzy Mamdani*.
3. Sistem *monitoring* dirancang untuk bekerja dengan data *real-time* yang dikumpulkan dari sensor, dan analisisnya menggunakan metode *Fuzzy Mamdani* guna menentukan *status* kondisi tanaman serta memberikan rekomendasi waktu irigasi dan pemupukan.
4. Parameter lingkungan yang dianalisis terbatas pada suhu tanah, kelembapan tanah, kelembapan udara, dan nilai hujan, karena dianggap paling relevan terhadap pertumbuhan tanaman padi dan kebutuhan irigasi maupun pemupukan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membangun sistem *monitoring* berbasis *IoT* yang dapat mengukur dan mengirim data lingkungan secara *real-time* guna mendukung pengamatan kondisi tanaman padi di Desa Pucakwangi.
2. Menerapkan metode *Fuzzy Mamdani* untuk menentukan *status* kondisi tanaman padi berdasarkan data sensor, serta memberikan rekomendasi waktu irigasi dan pemupukan yang lebih *efisien* dan akurat.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat dirasakan baik secara praktis maupun *teoritis*, khususnya dalam konteks pertanian padi di Desa Pucakwangi, yaitu:

1. Memberikan solusi teknologi tepat guna bagi petani di Desa Pucakwangi melalui sistem *monitoring* kondisi tanaman padi berbasis *IoT* dan metode *Fuzzy Mamdani*, yang dapat meningkatkan efisiensi irigasi dan pemupukan.
2. Mengurangi ketergantungan petani terhadap metode tradisional dengan menyediakan data *real-time* dan terukur mengenai suhu tanah, kelembapan tanah, kelembapan udara, dan nilai hujan sebagai dasar pengambilan keputusan.
3. Membantu petani dalam menentukan waktu yang tepat untuk irigasi dan pemupukan, guna mencegah kekurangan atau kelebihan perlakuan, sehingga dapat meminimalkan risiko gagal panen dan meningkatkan kualitas hasil pertanian.
4. Menjadi prototipe sistem yang dapat dikembangkan lebih lanjut atau diadopsi di wilayah lain dengan karakteristik pertanian serupa, sebagai bentuk penerapan teknologi cerdas dalam sektor pertanian berbasis data.

1.6 Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Melakukan penelaahan terhadap buku, jurnal, artikel ilmiah, dan sumber-sumber terpercaya lainnya yang berkaitan dengan teknologi *Internet of Things (IoT)*, logika *fuzzy (Fuzzy Mamdani)*, serta sistem *monitoring* pada pertanian, khususnya tanaman padi.

2. Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui studi pustaka dan *observasi* langsung di lahan pertanian padi di Desa Pucakwangi. Selain itu, digunakan sensor *IoT* untuk memperoleh data *real-time* terkait parameter penting seperti suhu tanah, kelembapan tanah, sensor hujan, dan kelembapan udara.

3. Pra-Pemrosesan Data (*Preprocessing*)

Data mentah dari sensor dibersihkan dan diproses untuk memastikan konsistensi dan kualitasnya, guna meningkatkan akurasi analisis yang akan dilakukan oleh sistem *Fuzzy Mamdani*.

4. Analisis Sistem

Melakukan analisis terhadap kebutuhan sistem dan merancang arsitektur sistem *monitoring* berbasis *IoT* dan *Fuzzy Mamdani*. Proses ini mencakup identifikasi parameter yang memengaruhi kondisi tanaman padi serta perancangan alur kerja sistem.

5. Implementasi Sistem

Sistem dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman *PHP* dengan *framework Laravel 12* serta basis data *MySQL*. Komponen perangkat keras yang digunakan mencakup mikrokontroler *ESP32* dan sensor-sensor yang relevan, seperti *DS18B20*, *YL-69*, *DHT11*, dan *Raindrops Detection Module*.

6. Pengujian Sistem

Tahap ini bertujuan untuk menguji fungsionalitas dan akurasi sistem dalam memberikan rekomendasi irigasi dan pemupukan. Penyusunan Laporan Penelitian

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan skripsi ini bertujuan untuk memudahkan dalam memahami maksud dan tujuan dari penelitian ini. Hal tersebut diantaranya sebagai berikut:

BAB I - PENDAHULUAN

Bab ini membahas mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, serta sistematika penulisan laporan skripsi.

BAB II - LANDASAN TEORI

Bab ini berisi teori-teori dasar yang berkaitan dengan permasalahan yang diangkat dalam penelitian. Pembahasan meliputi konsep *Internet of Things (IoT)*, logika *fuzzy (Fuzzy Mamdani)*, serta kajian teori terkait sistem *monitoring* kondisi tanaman padi.

BAB III - ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

Bab ini menjelaskan penguraian analisis kebutuhan dan perancangan sistem, termasuk *Diagram Konteks dan Data Flow Diagram (DFD)*.

BAB IV - IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

Bab ini menjelaskan tentang pengujian sistem secara umum maupun terperinci mengenai hasil penerapan sistem pada objek penelitian.

BAB V - KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini dijelaskan kesimpulan dan saran dari keseluruhan bahasan yang telah disampaikan.

DAFTAR PUSTAKA

Pada bagian ini terdapat semua referensi-referensi yang telah didapat dari buku, jurnal, internet, dan lain sebagainya.