

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertanian merupakan sektor vital dalam ketahanan pangan nasional [1]. Namun, tantangan dalam pengelolaan air, terutama di daerah kering dan tadah hujan, masih menjadi permasalahan utama. Sistem irigasi konvensional yang tidak mempertimbangkan kondisi kelembaban tanah aktual menyebabkan pemborosan air dan efisiensi yang rendah [2], [3]. Di tengah perubahan iklim dan keterbatasan sumber daya, modernisasi sistem irigasi menjadi urgensi yang tidak dapat dihindari [4]. Seiring dengan perkembangan teknologi, pendekatan Internet of Things (IoT) mulai banyak diterapkan dalam sektor pertanian, termasuk dalam sistem irigasi cerdas [5]. Teknologi ini memungkinkan pemantauan kondisi lingkungan secara real-time dan pengendalian sistem secara otomatis. Penelitian oleh Nguyen et al. (2021) menunjukkan bahwa sistem irigasi berbasis IoT mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air hingga 30% dibandingkan metode konvensional [6]. Sayangnya, adopsi teknologi IoT di kalangan petani kecil dan menengah di Indonesia masih sangat rendah. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan pemahaman teknologi, biaya implementasi, dan minimnya sistem yang mudah dioperasikan oleh petani [7]. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang tidak hanya canggih secara teknis, tetapi juga terjangkau, mudah digunakan, dan sesuai dengan kebutuhan petani di lapangan. Sebagai bentuk solusi terhadap tantangan tersebut, dikembangkanlah sistem ADOSISTERING (Adopsi Sistem Irigasi Tetes berbasis IoT dan Embung Tadah Hujan). Sistem ini dirancang untuk memantau kondisi kelembaban tanah secara real-time menggunakan sensor,

dan mengaktifkan pompa air secara otomatis melalui mikrokontroler yang terhubung dengan web monitoring. Sistem ini bertujuan untuk menghemat air, meningkatkan efisiensi tenaga kerja, dan membantu petani mengelola irigasi secara lebih cerdas.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan utama dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem irigasi tetes berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu memantau kelembaban tanah secara real-time serta mengontrol aliran air secara otomatis dan efisien. Sistem ini harus mampu bekerja secara akurat, hemat energi, mudah dioperasikan oleh petani, serta dapat diakses dan dikontrol dari jarak jauh melalui platform web sebagai solusi terhadap keterbatasan irigasi manual di lahan kering.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang sistem monitoring kelembaban tanah berbasis IoT menggunakan sensor dan mikrokontroler.
2. Mengembangkan sistem kontrol otomatis irigasi tetes berdasarkan parameter kelembaban tanah.
3. Mengimplementasikan sistem web monitoring dan kontrol jarak jauh sebagai bagian dari ADOSISTERING.
4. Mengukur kinerja sistem dalam mendukung efisiensi penggunaan air dan operasional irigasi.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terfokus dan dapat diselesaikan dalam waktu yang terbatas, maka ditetapkan beberapa batasan sebagai berikut:

1. Sistem menggunakan sensor kelembaban tanah (soil moisture sensor) dengan komunikasi mikrokontroler ESP32.
2. Sistem kontrol pompa air menggunakan relay dan hanya mendukung satu zona irigasi.
3. Platform monitoring dan kontrol menggunakan Firebase Realtime Database dan web berbasis HTML/JavaScript.
4. Tidak dilakukan integrasi dengan sistem prediksi cuaca atau kecerdasan buatan (AI).
5. Pengujian dilakukan secara lokal di lingkungan simulasi atau lahan percobaan terbatas.

1.5 Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Rekayasa Sistem (System Engineering Methodology) dengan pendekatan Prototype Development Model, yang bertujuan untuk merancang, mengembangkan, dan menguji sebuah sistem berbasis Internet of Things (IoT) secara iteratif hingga mencapai performa yang optimal [8]. Pendekatan ini dipilih karena sesuai dengan karakteristik sistem ADOSISTERING yang memerlukan keterpaduan antara perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software), serta memungkinkan penyesuaian secara cepat berdasarkan hasil pengujian awal di lapangan. Metodologi ini berfokus pada pengembangan produk melalui tahapan-tahapan yang berulang (iteratif), mulai dari identifikasi kebutuhan, perancangan sistem, pembuatan prototipe, hingga pengujian dan evaluasi [9]. Setiap tahapan dilakukan secara sistematis untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan dapat diimplementasikan secara fungsional di lingkungan nyata (real environment) [10], khususnya pada area pertanian yang membutuhkan solusi irigasi cerdas, efisien, dan berbasis data [11], [12]. Dengan pendekatan ini, sistem IoT ADOSISTERING dirancang agar tidak hanya mampu melakukan monitoring data kelembaban tanah dan aliran air secara real-time, tetapi juga memberikan kemampuan kontrol jarak jauh terhadap pompa irigasi melalui antarmuka berbasis web yang terhubung ke Firebase Realtime Database.

Adapun langkah-langkah penelitian ini dijabarkan secara sistematis dalam beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan pencarian dan kajian terhadap berbagai referensi yang relevan, seperti jurnal ilmiah, artikel, buku, dan proyek serupa yang berkaitan dengan sistem irigasi tetes berbasis IoT, sensor kelembapan tanah, relay, ESP32, hingga integrasi Firebase Realtime Database dan web monitoring [13]. Tujuannya untuk memperoleh landasan teori dan pemahaman teknologi yang digunakan dalam sistem ADOSISTERING.

2. Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan dilakukan untuk menentukan fitur dan spesifikasi sistem yang dibutuhkan, baik dari sisi perangkat keras (hardware) maupun perangkat lunak (software). Hasil dari tahap ini berupa daftar komponen yang akan digunakan, seperti ESP32, sensor kelembapan tanah, flow sensor, relay, dan sistem web monitoring berbasis Firebase, serta kebutuhan daya dan jaringan.

3. Perancangan Sistem (System Design)

Tahap ini mencakup perancangan arsitektur sistem IoT ADOSISTERING, termasuk Diagram blok sistem, Skematik rangkaian elektronik, Perancangan alur logika kontrol, Desain integrasi antara sensor, mikrokontroler, dan database web [14]. Perancangan ini dilakukan untuk memastikan seluruh komponen bekerja secara terintegrasi dan sistem dapat dikembangkan lebih lanjut jika diperlukan.

4. Pembuatan Prototipe (Prototyping)

Pada tahap ini, sistem dirakit dan dikembangkan berdasarkan hasil desain. Prototipe awal dibangun menggunakan ESP32 sebagai pusat

kendali, yang membaca data dari sensor kelembapan dan mengendalikan pompa irigasi melalui relay. Data kemudian dikirimkan ke Firebase Realtime Database, dan dapat diakses melalui dashboard web monitoring. Prototipe diuji dalam skala kecil terlebih dahulu sebelum diterapkan ke lapangan.

5. Pengujian dan Evaluasi

Tahap ini bertujuan untuk memastikan sistem berjalan sesuai spesifikasi dan fungsionalitas. Pengujian dilakukan terhadap:

- a. Kinerja sensor (akurasi pembacaan kelembapan tanah)
- b. Respon kontrol pompa terhadap perubahan nilai kelembapan
- c. Stabilitas koneksi data ke Firebase
- d. Responsivitas tampilan data pada website

Evaluasi dilakukan dengan cara mencatat waktu respon, reliabilitas sistem dalam waktu tertentu, dan konsistensi data yang dikirimkan. Selain itu, dilakukan uji coba lapangan untuk memastikan alat berfungsi baik dalam kondisi sebenarnya [15].

6. Dokumentasi dan Pelaporan

Tahap akhir adalah menyusun dokumentasi teknis dan laporan penelitian. Dokumentasi mencakup seluruh hasil desain, pengembangan, pengujian, serta evaluasi sistem. Tahap ini juga termasuk pembuatan laporan Tugas Akhir dan penyusunan jurnal ilmiah yang berisi ringkasan dari keseluruhan proses penelitian dan implementasi sistem.