

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor pertanian, khususnya budidaya padi, masih sangat bergantung pada ketersediaan air yang cukup serta pengelolaan irigasi yang tepat. Dalam praktiknya, banyak petani masih mengatur aliran air secara manual berdasarkan pengalaman, bukan berdasarkan kondisi aktual di lahan. Cara ini seringkali menyebabkan ketidaktepatan dalam pemberian air, baik kelebihan maupun kekurangan. Dampaknya tidak hanya pada pemborosan sumber daya air, tetapi juga dapat mempengaruhi pertumbuhan dan hasil produksi tanaman padi.

Di sisi lain, perkembangan teknologi digital membuka peluang baru dalam meningkatkan efisiensi di bidang pertanian. Salah satunya adalah pemanfaatan *Internet of Things* (IoT), yang memungkinkan berbagai perangkat saling terhubung dan bertukar data secara *real-time*. Dengan adanya IoT, proses pemantauan dan pengendalian dapat dilakukan secara otomatis serta dapat diakses dari jarak jauh. Hal ini tentu menjadi solusi yang menarik, terutama untuk membantu petani dalam mengelola lahan tanpa harus selalu berada di lokasi (Syarifa Hafni & Putra Jaya, 2024).

Pengelolaan air yang efisien juga dapat dilakukan melalui pendekatan metode irigasi tertentu. Salah satu metode yang banyak dikembangkan adalah *Alternate Wetting and Drying* (AWD). Metode ini mengatur pemberian air dengan cara tidak mempertahankan genangan secara terus-menerus, melainkan memberikan siklus basah dan kering pada lahan sawah. Pendekatan ini terbukti mampu menghemat penggunaan air tanpa mengurangi hasil produksi tanaman padi, sehingga dinilai lebih efisien dibandingkan metode irigasi konvensional (Budianto et al., 2020).

Kebutuhan air tanaman padi juga berubah sesuai fase pertumbuhan tanaman. Pada fase vegetatif, tanaman memerlukan kondisi air tertentu untuk mendukung pertumbuhan akar dan batang, sedangkan pada fase generatif kebutuhan air berbeda dengan fase pematangan. Oleh karena itu, sistem irigasi sebaiknya tidak menggunakan satu nilai ketinggian air secara tetap, melainkan mampu

menyesuaikan kondisi air berdasarkan umur tanaman atau Hari Setelah Tanam (HST). Dengan memanfaatkan modul *Real Time Clock* (RTC), sistem dapat menentukan perubahan set point ketinggian air secara otomatis sesuai fase pertumbuhan tanaman padi.

Berdasarkan permasalahan tersebut, pada penelitian ini dirancang sebuah *prototype smart irrigation system* berbasis IoT menggunakan metode *Alternate Wetting and Drying* (AWD). Sistem dirancang menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali utama, sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi ketinggian air, RTC DS3231 untuk menentukan HST, serta servo inlet dan outlet untuk mengatur aliran air secara otomatis. Sistem juga dilengkapi dengan komunikasi Telegram sebagai media monitoring utama dan SIM800L sebagai media cadangan melalui SMS ketika koneksi internet tidak tersedia. Dengan adanya sistem ini diharapkan proses pengelolaan irigasi sawah menjadi lebih efisien, otomatis, dan hemat energi.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, permasalahan yang akan dibahas dalam penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun *prototype smart irrigation system* berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan ESP32 yang mampu mengontrol ketinggian air pada miniatur sawah secara otomatis?
2. Bagaimana mengimplementasikan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mengukur ketinggian air pada miniatur sawah secara akurat dan *real-time*?
3. Bagaimana mengintegrasikan sistem monitoring jarak jauh melalui Telegram Bot sebagai media komunikasi antara pengguna dengan sistem irigasi?
4. Bagaimana mengimplementasikan modul RTC DS3231 untuk menentukan Hari Setelah Tanam (HST) sebagai dasar perubahan *set point* ketinggian air?

1.3 Batasan Masalah

Dari rumusan masalah yang telah diuraikan, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengujian akan dilaksanakan pada skala prototype menggunakan miniatur sawah.
2. Sistem menggunakan ESP32 *Dev Module* sebagai mikrokontroler utama.
3. Parameter yang digunakan dalam sistem ini hanya terbatas pada ketinggian air menggunakan sensor ultrasonik (HC-SR04) dan tidak membahas parameter lain seperti pH tanah, suhu, kelembapan tanah, maupun unsur hara.
4. Sistem monitoring dilakukan melalui aplikasi Telegram Bot menggunakan jaringan Wifi sebagai media komunikasi.
5. Metode *Alternate Wetting and Drying* (AWD) diterapkan sebagai metode pengelolaan air melalui pengaturan nilai *set point* pada setiap fase pertumbuhan tanaman.
6. Penentuan Hari Setelah Tanam (HST) menggunakan modul RTC DS3231, sedangkan proses pengujian dilakukan dengan simulasi percepatan waktu, yaitu 1 menit mewakili 1 hari.
7. Pengaturan tinggi air dilakukan menggunakan pompa air DC yang dikendalikan oleh relay sebagai aktuator sistem.
8. Sistem menggunakan panel surya dan baterai sebagai sumber catu daya prototype.

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

1. Merancang dan membangun prototype smart irrigation system berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan ESP32 yang mampu memantau ketinggian air serta mengontrol sistem irigasi secara otomatis berdasarkan Hari Setelah Tanam (HST).
2. Mengimplementasikan sistem monitoring dan pengoperasian sistem menggunakan Telegram Bot sebagai media komunikasi antara pengguna dan sistem.
3. Mengimplementasikan RTC DS3231 untuk menentukan HST dan mengatur set point ketinggian air sesuai fase pertumbuhan.

1.4.2 Manfaat

1. Memberikan solusi teknologi dalam pengelolaan irigasi sawah yang lebih efisien melalui sistem otomatis berbasis IoT.
2. Membantu pengguna dalam memantau kondisi air sawah secara *real-time* tanpa harus datang langsung ke lokasi.
3. Meningkatkan efisiensi penggunaan air melalui penerapan metode *Alternate Wetting and Drying* (AWD).
4. Menjadi referensi dalam pengembangan sistem irigasi berbasis IoT untuk penelitian selanjutnya.
5. Mendukung pemanfaatan energi terbarukan melalui penggunaan panel surya sebagai sumber catu daya pada prototype.