

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kemajuan teknologi mendorong peningkatan efisiensi dan kemudahan dalam berbagai aktivitas manusia sehari-hari. Salah satu wujud dari kemajuan tersebut adalah implementasi sistem kendali cerdas sebagai bagian dari teknologi masa depan. Perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan dalam bidang sistem kendali telah memberikan kontribusi signifikan pada berbagai sektor, seperti pendidikan, industri, kesehatan, pertahanan, serta pertanian.

Dalam sektor pertanian, teknologi mulai dimanfaatkan untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi kegiatan bercocok tanam. Tanaman membutuhkan pasokan air dalam jumlah yang cukup untuk mendukung proses pertumbuhannya. Secara teoritis, pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, khususnya kelembapan tanah. Kelembapan tanah yang ideal bagi sebagian besar tanaman berkisar antara 50% hingga 70%. [1]. Pada rentang tersebut, akar tanaman mampu menyerap air secara efektif tanpa mengalami kondisi kekurangan air (*water stress*) maupun kelebihan air (*waterlogging*) yang dapat menyebabkan pembusukan akar. Dengan demikian, secara konseptual, sistem penyiraman ideal seharusnya mampu menjaga kadar air tanah tetap berada dalam rentang tersebut secara stabil dan terkontrol.

Namun demikian, kondisi di lapangan menunjukkan bahwa praktik penyiraman pada lahan pertanian skala kecil dan menengah masih didominasi metode manual. Penyiraman umumnya dilakukan berdasarkan kebiasaan waktu atau persepsi visual terhadap kondisi tanah, tanpa dilakukannya pengukuran tingkat kelembapan. Ketidaksesuaian antara kebutuhan air tanaman dan volume air yang diberikan berpotensi menyebabkan fluktuasi kelembapan tanah yang tidak terkontrol. Pada tanaman berakar pendek seperti sawi, tomat, dan cabai, ketidakteraturan suplai air menjadi lebih kritis karena sistem perakaran tidak mampu menjangkau cadangan air pada lapisan tanah yang lebih dalam.

Untuk menjaga kondisi tersebut, diperlukan sistem penyiraman yang teratur agar kadar air tanah tetap stabil. Sebagai upaya untuk meningkatkan

efisiensi dan efektivitas penyiraman, penelitian ini mengembangkan sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis Internet of Things (IoT). Pada penelitian sebelumnya, sistem pendeteksi kelembapan tanah hanya berfungsi pada area yang terjangkau oleh jaringan internet atau Wi-Fi [2]. Jangkauan efektif sinyal Wi-Fi pada kondisi *line of sight* (LOS) umumnya hanya berkisar antara 10–30 meter, sedangkan pada kondisi *non-line of sight* (NLOS) dapat berkurang hingga ± 10 meter. Keterbatasan ini menjadi kendala utama dalam penerapan sistem penyiraman otomatis di area pertanian yang luas.

Sebagai solusi atas permasalahan tersebut, penelitian ini penerapan sistem penyiraman otomatis dengan memanfaatkan modul NRF24L01 untuk memperluas jangkauan komunikasi data. Modul tersebut mampu mentransmisikan sinyal hingga lebih dari 100 meter pada kondisi LOS, sehingga diharapkan dapat memperluas jangkauan komunikasi hingga lima kali lipat dibandingkan sistem berbasis Wi-Fi. Selain itu, komponen relay pada penelitian sebelumnya diganti dengan MOSFET LR7843 karena penggunaan relay dapat menimbulkan gangguan pada koneksi sistem yang berdampak pada penurunan jarak jangkauan sinyal.

Sistem yang dikembangkan menggunakan sensor *soil moisture* untuk mendeteksi tingkat kelembapan tanah, serta sensor DHT11 untuk mengukur temperatur dan kelembapan udara di sekitar lingkungan tanaman. MOSFET LR7843 digunakan untuk mengatur arus listrik menuju *solenoid valve* 12 V yang berfungsi mengontrol aliran air. Apabila kelembapan tanah terdeteksi kurang dari 60%, *solenoid valve* akan membuka katup untuk mengalirkan air. Sebaliknya, jika kelembapan telah melebihi 60%, katup akan menutup secara otomatis.

Mikrokontroler Arduino Uno berfungsi sebagai pengendali utama (*transmitter*), sedangkan data hasil pembacaan sensor dikirim melalui modul NRF24L01 menuju sistem penerima (*receiver*) yang menggunakan mikrokontroler Wemos D1 Mini. Sistem penerima terhubung dengan jaringan internet, sehingga data kelembapan tanah dapat dipantau melalui aplikasi Blynk IoT pada *smartphone*. Dengan demikian, pengguna dapat memantau kondisi tanaman secara *real time* tanpa harus berada di lokasi yang sama.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan pada latar belakang, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut

1. Sistem sebelumnya menggunakan konektivitas Wi-Fi ESP8266 dengan jangkauan 10–30 meter, sehingga tidak dapat digunakan pada lahan pertanian dengan area lebih luas.
2. Komunikasi data masih bergantung pada jaringan internet, sehingga sistem tidak dapat berjalan secara optimal pada lokasi yang memiliki akses Wi-Fi terbatas.
3. Penggunaan relay sebagai saklar elektronik pada penelitian sebelumnya menimbulkan gangguan pada sistem dan dapat mengurangi kestabilan jangkauan sinyal.
4. Belum terdapat sistem yang mengintegrasikan modul NRF24L01 sebagai perluasan jangkauan komunikasi dengan teknologi IoT (Blynk IoT) untuk memantau kondisi tanaman secara *real time* melalui perangkat *smartphone*.

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, dapat disimpulkan beberapa rumusan masalah sebagai berikut

1. Apakah penggunaan modul NRF24L01 dapat memperluas jangkauan komunikasi data lebih dari lima kali dibandingkan sistem berbasis Wi-Fi pada area terbuka?
2. Bagaimana pengaruh *Internet of Things* (IoT) pada sistem penyiraman otomatis sehingga memungkinkan pemantauan jarak jauh melalui sistem perangkat *smartphone*?
3. Apakah sistem penyiram tanaman otomatis ini mampu menjaga kelembapan tanah pada rentang ideal 60–70% selama periode pengujian?
4. Bagaimana merancang sistem penyiraman otomatis yang mampu menjaga kelembapan tanah secara stabil dalam rentang ideal serta memiliki jangkauan komunikasi yang lebih luas dan sistem kendali yang lebih stabil untuk diterapkan pada lahan pertanian?

1.4. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, agar sesuai dengan dengan judul yang di angkat, maka dari itu penelitian ini membatasi batasan masalah pada Sistem Penyiram Tanaman Berbasis Kelembapan Tanah, meliputi:

1. Mikrokontroller yang digunakan adalah mikrokontroler Arduino Uno dan Wemos D1 Mini yang mempunyai modul Wi-Fi terintegrasi.
2. Modul komunikasi nirkabel yang digunakan adalah NRF24L01 + antena eksternal sebagai media transmisi data antara *transmitter* dan *receiver*.
3. Pengujian berupa jarak antara alat penyiram tanaman dengan *receiver* & koneksi internet, menguji fungsi tiap-tiap komponen, dan pengujian kinerja dalam rentang waktu tertentu.
4. Berfokus cara komunikasi antara Arduino Uno dan Wemos D1 Mini.
5. Batasan kelembapan tanah 60% dikarenakan sesuai data kelembapan tanaman terong yang ideal.
6. Indikator keberhasilan sistem meliputi:
 - Data sensor dapat dikirim dan diterima tanpa kesalahan dengan waktu tunda (delay) kurang dari 2 detik.
 - Jarak komunikasi minimum antara *transmitter* dan *receiver* mencapai 100meter pada kondisi LOS.
 - *Solenoid valve* berfungsi otomatis sesuai ambang batas yang ditetapkan oleh sensor kelembapan tanah.

1.5. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan rancangan sistem penyiram tanaman berbasis kelembapan tanah.
2. Menghasilkan wujud fisik berupa alat penyiram tanaman berbasis kelembapan tanah.
3. Menghasilkan program alat penyiram tanaman otomatis berbasis Arduino IDE dan Blynk IoT.
4. Melakukan pengujian terhadap alat untuk mengetahui kinerja sistem dalam menjaga kelembapan tanah.

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan pemahaman terhadap alur pembahasan, laporan ini disusun dengan sistematika sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisikan Latar Belakang, Identifikasi Masalah, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan, dan Sistematika Penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan teori pendukung yang berkaitan dengan kebutuhan tanaman, otomatisasi pada lahan pertanian dan komponen yang diperlukan untuk membuat alat penyiram tanaman otomatis pada lahan pertanian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan metodologi penelitian mulai dari perancangan sistem hingga pembuatan dan pengujian alat penyiram tanaman otomatis pada lahan pertanian.

BAB IV ANALISA DAN PENGUJIAN

Pada bab ini menjelaskan tentang pengujian dan analisa ketika melakukan pembuatan alat penyiram tanaman berbasis kelembapan tanah.

BAB V KESIMPULAN

Pada bab ini penulis menjelaskan mengenai kesimpulan dan saran dari alat penyiram tanaman berbasis kelembapan tanah.