

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman hias merupakan salah satu jenis tanaman yang banyak diminati oleh masyarakat karena nilai estetika yang dimilikinya. Namun, dalam perawatannya, tanaman hias memerlukan perhatian khusus terutama dalam hal penyiraman. Penyiraman tanaman yang tidak tepat dapat menyebabkan tanaman mengalami kekeringan atau kelebihan air yang berdampak pada pertumbuhan tanaman [6].

Pada umumnya, penyiraman tanaman masih dilakukan secara manual sehingga sering kali tidak sesuai dengan kebutuhan tanaman [4]. Hal ini disebabkan oleh kurangnya informasi mengenai kondisi lingkungan seperti kelembaban tanah, suhu udara, dan intensitas cahaya [5].

Seiring dengan perkembangan teknologi, sistem penyiraman tanaman otomatis mulai dikembangkan dengan memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT) [7]. Sistem ini memungkinkan pemantauan dan pengendalian penyiraman tanaman secara real-time melalui perangkat yang terhubung ke jaringan internet [10].

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem penyiraman tanaman berbasis IoT dengan berbagai pendekatan. Rahman dan Suhardi [11] mengembangkan sistem penyiraman otomatis berbasis IoT menggunakan sensor kelembapan tanah, namun masih menggunakan metode threshold sederhana. Setiawan et al. [12] mengembangkan sistem irigasi berbasis sensor dengan kemampuan monitoring, tetapi belum menerapkan pengolahan keputusan cerdas. Hidayat dan Pratama [13] telah menerapkan logika fuzzy dalam sistem penyiraman, namun masih terbatas pada dua variabel input. Yulianingsih et al. [14] mengembangkan sistem monitoring tanaman berbasis web tanpa otomatisasi penyiraman. Selain itu, Putra dan Kurniawan [15] mengembangkan sistem IoT untuk tanaman, tetapi belum mengoptimalkan keputusan penyiraman secara adaptif. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan sistem yang mampu mengintegrasikan multi-sensor dengan metode fuzzy Mamdani untuk menghasilkan keputusan penyiraman yang lebih adaptif dan presisi.

Namun, sebagian besar sistem tersebut masih menggunakan metode berbasis threshold yang bersifat kaku dan kurang adaptif terhadap perubahan kondisi lingkungan seperti suhu udara dan intensitas cahaya [9]. Metode threshold hanya menghasilkan keputusan penyiraman dalam bentuk hidup atau mati (on/off), sehingga tidak mampu menyesuaikan kebutuhan air tanaman secara proporsional [7].

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan suatu metode yang mampu menangani ketidakpastian dan memberikan keputusan yang lebih fleksibel. Logika fuzzy merupakan salah satu metode yang dapat digunakan karena mampu merepresentasikan nilai dalam bentuk derajat keanggotaan dalam rentang tertentu [1]. Metode Fuzzy Mamdani banyak digunakan dalam sistem kontrol karena kemampuannya dalam mengolah aturan berbasis linguistik menjadi keputusan yang lebih adaptif [2], [3].

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem penyiraman tanaman hias otomatis berbasis Fuzzy Mamdani dengan integrasi multi-sensor (kelembaban tanah, suhu udara, dan intensitas cahaya) serta monitoring berbasis website secara real-time. Sistem ini diharapkan mampu menghasilkan keputusan penyiraman yang lebih adaptif serta meningkatkan efisiensi penggunaan air secara terukur. Sistem ini diharapkan mampu memberikan peningkatan efisiensi penggunaan air secara kuantitatif dibandingkan metode konvensional berbasis threshold.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem penyiraman tanaman hias otomatis berbasis ESP32 dengan integrasi sensor kelembaban tanah, sensor suhu udara, dan sensor intensitas cahaya?
2. Bagaimana mengimplementasikan metode Fuzzy Mamdani dalam menentukan durasi penyiraman tanaman secara adaptif berdasarkan kondisi lingkungan?
3. Bagaimana merancang sistem monitoring berbasis website untuk memantau kondisi tanaman secara real-time?
4. Bagaimana kinerja sistem dalam meningkatkan efisiensi penggunaan air secara kuantitatif?

1.3 Tujuan dan Manfaat

1.3.1 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang dan membangun sistem penyiraman tanaman hias otomatis berbasis ESP32 yang terintegrasi dengan sensor kelembaban tanah, sensor suhu udara (DHT22), dan sensor intensitas cahaya (BH1750).
2. Mengimplementasikan metode Fuzzy Mamdani dengan 27 rule base untuk menghasilkan keputusan penyiraman yang adaptif.
3. Mengembangkan sistem monitoring berbasis website menggunakan Node.js, WebSocket, dan SQLite untuk menampilkan data secara real-time.
4. Mengevaluasi kinerja sistem berdasarkan akurasi sensor, ketepatan keputusan fuzzy, dan efisiensi penggunaan air secara kuantitatif.

1.3.2 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan solusi sistem penyiraman tanaman yang lebih adaptif dan efisien dalam penggunaan air.
2. Mengurangi ketergantungan terhadap penyiraman manual sehingga meminimalkan kesalahan manusia.
3. Menambah wawasan dalam penerapan teknologi IoT dan logika fuzzy dalam sistem otomatisasi.
4. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya dalam pengembangan sistem penyiraman cerdas berbasis multi-sensor.

1.3.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah, maka ditetapkan batasan masalah sebagai berikut:

1. Sistem penyiraman diterapkan pada tanaman hias dalam pot dengan kapasitas terbatas.
2. Sensor yang digunakan meliputi sensor kelembaban tanah, sensor suhu (DHT22), dan sensor cahaya (BH1750).
3. Metode yang digunakan adalah Fuzzy Mamdani dengan defuzzifikasi centroid.
4. Rule base terdiri dari 27 aturan berdasarkan tiga variabel input.
5. Sistem monitoring hanya dapat diakses melalui jaringan WiFi lokal.
6. Database yang digunakan adalah SQLite.

1.3.4 Keterbaruan

Penelitian ini memiliki keterbaruan sebagai berikut:

1. Penggunaan pendekatan multi-sensor untuk meningkatkan akurasi keputusan penyiraman.
2. Implementasi metode Fuzzy Mamdani dengan output kontinu berupa durasi penyiraman.
3. Integrasi sistem penyiraman otomatis dengan monitoring berbasis website secara real-time.
4. Evaluasi efisiensi penggunaan air secara kuantitatif.

Tabel 1.1 Keterbaruan Penelitian

No.	Penelitian Terdahulu	Keterbaruan Penelitian Ini
1	[11] Rahman & Suhardi (2020) Meneliti sistem penyiraman otomatis berbasis IoT menggunakan sensor kelembapan tanah dengan mikrokontroler Arduino. Sistem dapat memonitor kondisi tanaman melalui web, namun pengambilan keputusan masih menggunakan metode <i>threshold</i> sederhana (on/off).	Menggunakan Fuzzy Logic Mamdani untuk pengambilan keputusan yang lebih adaptif. Selain itu, menggunakan multi-sensor (kelembapan tanah, suhu, cahaya) agar penyiraman lebih presisi dibandingkan hanya satu sensor.
2	[12] Setiawan et al. (2021) Mengembangkan sistem penyiraman otomatis berbasis sensor kelembapan tanah menggunakan ESP8266. Sistem mampu mengirim data ke server, tetapi tidak menyediakan pengolahan data cerdas dan tidak menyesuaikan durasi penyiraman secara proporsional.	Menerapkan defuzzifikasi centroid untuk menghasilkan durasi penyiraman yang kontinu dan proporsional (dalam detik), bukan sekadar menghidupkan atau mematikan pompa secara kaku.
3	[13] Hidayat & Pratama (2022) Meneliti otomasi penyiraman dengan metode Fuzzy, namun hanya mengandalkan dua variabel input (kelembapan tanah dan suhu). Sistem tidak dilengkapi monitoring jarak jauh maupun pencatatan data historis.	Memperluas variabel input menjadi tiga sensor (kelembapan, suhu, intensitas cahaya) dan terintegrasi dengan website real-time yang menampilkan grafik, status perangkat, serta histori penyiraman lengkap.
4	[14] Yulianingsih et al. (2023) Membuat sistem monitoring tanaman berbasis web, namun hanya bersifat monitoring tanpa otomatisasi penyiraman dan tanpa penerapan kecerdasan buatan.	Mengintegrasikan otomasi penyiraman + Fuzzy Logic + website real-time. Pengguna tidak hanya memonitor, tetapi sistem melakukan kontrol otomatis yang cerdas berbasis kondisi lingkungan aktual.
5	[15] Putra & Kurniawan (2023) Meneliti sistem IoT tanaman dengan ESP32 dan sensor kelembapan, tetapi sistem hanya mendukung notifikasi kondisi tanaman tanpa mengoptimasi keputusan penyiraman.	Fokus pada optimalisasi berbasis Fuzzy Mamdani yang dapat menyesuaikan durasi penyiraman secara cerdas berdasarkan data multisensor dan menyediakan komputasi keputusan secara <i>real-time</i> melalui internet.

Berdasarkan Tabel 1.1, dapat dilihat bahwa penelitian sebelumnya umumnya hanya menggunakan satu atau dua parameter lingkungan serta metode kontrol berbasis *threshold*. Pendekatan tersebut cenderung menghasilkan keputusan yang bersifat kaku dan kurang adaptif terhadap perubahan kondisi lingkungan.

Berbeda dengan penelitian sebelumnya, penelitian ini menggunakan tiga parameter utama yaitu kelembapan tanah, suhu udara, dan intensitas cahaya yang diproses menggunakan metode Fuzzy Mamdani. Pendekatan ini memungkinkan sistem menghasilkan keputusan penyiraman yang lebih fleksibel dan adaptif. Selain itu, sistem yang dikembangkan juga dilengkapi dengan monitoring berbasis website secara real-time, sehingga memberikan keunggulan dalam hal kemudahan pemantauan dibandingkan penelitian sebelumnya.