

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi telah mendorong penerapan sistem otomasi pada berbagai bidang kehidupan, termasuk pada sektor pertanian. Pemanfaatan teknologi otomasi bertujuan untuk meningkatkan efisiensi kerja, mengurangi ketergantungan terhadap proses manual, serta membantu pengambilan keputusan berdasarkan data yang diperoleh secara real-time (Khaidar, 2025). Salah satu teknologi yang banyak diterapkan dalam pengembangan sistem otomasi adalah Internet of Things (IoT), yaitu konsep yang memungkinkan perangkat elektronik saling terhubung melalui jaringan internet untuk melakukan pemantauan dan pengendalian secara jarak jauh (Wahyudi et al., 2025). Dalam bidang pertanian, teknologi IoT telah banyak dimanfaatkan untuk mendukung sistem monitoring lingkungan dan pengendalian penyiraman secara otomatis sehingga penggunaan sumber daya, khususnya air, dapat dilakukan secara lebih efektif dan efisien (Abdelmoneim et al. 2025).

Penyiraman merupakan salah satu kegiatan penting dalam pemeliharaan media tanam karena berfungsi menjaga ketersediaan air yang dibutuhkan tanaman untuk mendukung proses pertumbuhan. Namun, pada praktiknya proses penyiraman masih banyak dilakukan secara manual berdasarkan perkiraan pengguna terhadap kondisi media tanam (Pratama, 2021). Metode tersebut memiliki beberapa kelemahan, seperti ketidaktepatan waktu penyiraman, penggunaan air yang kurang efisien, serta kesulitan dalam menjaga kelembaban tanah pada

kondisi yang optimal. Selain itu, aktivitas penyiraman secara manual memerlukan pengawasan secara berkala sehingga menjadi kurang efektif apabila pengguna memiliki keterbatasan waktu untuk melakukan pemantauan secara terus-menerus (Effendi et al., 2022). Kondisi tersebut dapat menyebabkan media tanam mengalami kekeringan akibat keterlambatan penyiraman atau sebaliknya mengalami kelebihan air akibat penyiraman yang berlebihan. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem penyiraman otomatis yang mampu bekerja berdasarkan kondisi kelembaban tanah secara aktual sehingga proses penyiraman dapat berlangsung lebih efektif dan efisien (Arginanta & Ashari, 2024).

Kelembaban tanah merupakan salah satu parameter penting yang dapat digunakan sebagai acuan dalam menentukan kebutuhan penyiraman pada media tanam. Tingkat kelembaban yang terlalu rendah menunjukkan bahwa kandungan air dalam tanah telah berkurang sehingga diperlukan penyiraman untuk menjaga kondisi media tanam tetap lembab. Sebaliknya, kelembaban tanah yang terlalu tinggi dapat menyebabkan media tanam menjadi jenuh air dan berpotensi menurunkan efektivitas pertukaran udara pada pori-pori tanah. Oleh karena itu, pemantauan kelembaban tanah secara berkala diperlukan untuk menjaga kondisi media tanam tetap berada pada rentang yang sesuai. Pemanfaatan sensor kelembaban tanah memungkinkan proses pemantauan dilakukan secara otomatis dan memberikan informasi kondisi media tanam secara real-time sehingga keputusan penyiraman dapat dilakukan berdasarkan data aktual yang terukur (Westari & Ilman, 2024).

Perkembangan teknologi mikrokontroler dan sensor telah memungkinkan pengembangan sistem penyiraman otomatis yang mampu bekerja berdasarkan kondisi aktual media tanam. Salah satu komponen yang banyak digunakan pada sistem tersebut adalah sensor kelembaban tanah (*soil moisture sensor*) yang berfungsi untuk mendeteksi tingkat kelembaban media tanam secara elektronik. Data yang diperoleh dari sensor kemudian diproses oleh mikrokontroler untuk menentukan tindakan yang harus dilakukan oleh sistem. Dalam penelitian ini digunakan mikrokontroler ESP32 karena memiliki kemampuan pemrosesan data yang baik serta telah dilengkapi dengan fitur Wi-Fi sehingga mendukung implementasi Internet of Things (IoT). Melalui teknologi tersebut data kelembaban tanah dapat dipantau secara real-time dan sistem penyiraman dapat dikendalikan secara otomatis berdasarkan kondisi media tanam yang terukur (Siswanto et al, 2023).

Meskipun berbagai penelitian mengenai sistem penyiraman otomatis telah banyak dilakukan, sebagian besar penelitian masih berfokus pada fungsi otomatisasi penyiraman dan pengendalian pompa berdasarkan nilai kelembaban tanah. Namun demikian, analisis terhadap konsistensi pembacaan beberapa sensor kelembaban tanah pada satu media tanam serta penentuan durasi kerja pompa yang efektif masih perlu dilakukan. Pada media tanam dengan ukuran tertentu, distribusi air yang diberikan pompa dapat menghasilkan tingkat kelembaban yang berbeda pada setiap titik pengukuran. Selain itu, durasi penyiraman yang terlalu singkat dapat menyebabkan media tanam cepat kembali kering, sedangkan durasi penyiraman yang terlalu lama dapat mengakibatkan penggunaan air menjadi kurang efisien. Oleh karena itu,

diperlukan pengujian untuk mengetahui kinerja pembacaan sensor kelembaban tanah pada beberapa titik pengukuran serta menganalisis efektivitas durasi kerja pompa dalam mempertahankan kondisi kelembaban media tanam (Arginanta et al, 2026).

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini difokuskan pada perancangan dan pembangunan sistem otomasi penyiraman media tanam berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan sensor kelembaban tanah dan mikrokontroler ESP32. Pengujian dilakukan dengan menganalisis kinerja pembacaan sensor pada beberapa waktu pengamatan setiap hari serta mengevaluasi efektivitas durasi kerja pompa dalam mempertahankan kelembaban media tanam pada kondisi yang diinginkan. Hasil penelitian diharapkan dapat menghasilkan sistem otomasi penyiraman yang mampu bekerja secara optimal, memberikan informasi kondisi media tanam secara real-time, serta menjadi referensi dalam pengembangan teknologi penyiraman otomatis berbasis IoT. Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, penulis melakukan penelitian dengan judul **"Analisis Kinerja Sistem Penjadwalan Pompa Pada Penyiraman Media Tanam Berbasis Internet of Things Menggunakan *Moisture* Sensor dan Mikrokontroler ESP32."**

B. Batasan Masalah

Supaya penelitian lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan yang telah ditentukan, maka penelitian ini dibatasi pada beberapa hal sebagai berikut:

1. Penelitian difokuskan pada perancangan dan implementasi sistem otomasi penyiraman media tanam berbasis *Internet of Things* menggunakan mikrokontroler ESP32.
2. Sistem melakukan monitoring kelembaban media tanam menggunakan tiga sensor kelembaban tanah.
3. Nilai rata-rata kelembaban (AVG) diperoleh dari rata-rata dua sensor yang memiliki selisih pembacaan paling kecil sebagai representasi kondisi kelembaban media tanam.
4. Penyiraman dilakukan secara otomatis berdasarkan penjadwalan waktu setiap tiga jam, yaitu pukul 06.00 WIB, 09.00 WIB, dst.
5. Variasi durasi nyala pompa yang diuji terdiri atas 1 menit, 2 menit, 3 menit untuk menentukan durasi penyiraman yang paling efektif.
6. Sistem monitoring menggunakan Google Apps Script dan Google Spreadsheet sebagai media penyimpanan data hasil pembacaan sensor.
7. Pengujian dilakukan pada media tanam berukuran 60 cm × 40 cm × 15 cm.
8. Analisis kinerja sistem meliputi pengujian fungsional sistem, kinerja sensor kelembaban tanah, efektivitas durasi nyala pompa, dan efisiensi penggunaan air.

C. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem otomasi penyiraman media tanam berbasis *Internet of Things* menggunakan sensor kelembaban tanah dan mikrokontroler ESP32?
2. Bagaimana kinerja sistem dalam melakukan penyiraman media tanam berdasarkan penjadwalan waktu?
3. Bagaimana efisiensi variasi durasi nyala pompa terhadap perubahan kelembaban media tanam?

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun sistem otomasi penyiraman media tanam berbasis *Internet of Things* menggunakan sensor kelembaban tanah dan mikrokontroler ESP32.
2. Menganalisis kinerja sistem dalam melakukan penyiraman otomatis berdasarkan penjadwalan waktu.
3. Menganalisis efisiensi dan efektivitas variasi durasi nyala pompa terhadap perubahan kelembaban media tanam.

E. Kegunaan Penelitian

Penulisan penelitian ini diharapkan memiliki kegunaan sebagai berikut:

1. Secara Teoritis, Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya pada bidang sistem kontrol, otomasi, dan Internet of Things (IoT).
2. Secara Praktis, Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi solusi dalam membantu proses penyiraman media tanam secara otomatis melalui pemanfaatan sensor kelembaban tanah dan mikrokontroler ESP32, sehingga kelembaban media tanam dapat terjaga dengan lebih baik, penggunaan air menjadi lebih efisien.