

SMART DRIP IRRIGATION UNTUK PENYIRAMAN TANAMAN BUNGA TELANG MENGGUNAKAN BLYNK

Alika Khansa Fadilah¹⁾, Fitriyani²⁾

^{1,2} Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Adhirajasa Reswara Sanjaya
Co Responden Email: 17213034@ars.ac.id

Abstract

Manual watering of household plants is often inefficient, leading to water waste and suboptimal growth, especially for busy homeowners. This study developed a smart automatic drip irrigation system using Internet of Things (IoT) technology to water Clitoria ternatea plants. The system utilizes Wemos ESP32 Uno D1 R32, a soil moisture sensor, DS18B20 temperature sensor, and LDR light sensor, integrated with the Blynk application for real-time remote monitoring via smartphone. Test results showed the system responded to pump on/off commands with an average delay of 1.52 seconds and updated sensor data in Blynk within 1.38 seconds. Field testing demonstrated that the water pump activated automatically when soil moisture fell below a defined threshold and deactivated when sufficient moisture was reached. Each watering cycle used an average of 1.4 ml of water, effectively increasing soil moisture from 18% to 33%. The system remained stable and responsive even during network instability, and adaptively adjusted watering based on real-time environmental parameters such as soil moisture, temperature, and light intensity. These results indicate that the proposed system is efficient in water usage, responsive to environmental changes, and effective in supporting optimal growth of butterfly pea (Clitoria ternatea) plants.

Abstrak

Penyiraman tanaman rumah tangga secara manual seringkali tidak efisien, sehingga menyebabkan pemborosan air dan pertumbuhan tanaman yang kurang optimal, terutama bagi pemilik rumah yang sibuk. Studi ini mengembangkan sistem *smart drip irrigation* menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT) untuk menyiram tanaman bunga telang. Sistem ini menggunakan Wemos ESP32 Uno D1 R32, sensor kelembapan tanah, sensor suhu DS18B20, dan sensor cahaya LDR, yang terintegrasi dengan aplikasi *Blynk* untuk pemantauan jarak jauh secara *real-time* melalui *smartphone*. Hasil pengujian menunjukkan sistem merespon perintah *on/off* pompa dengan penundaan rata-rata 1,52 detik dan memperbarui data sensor di *Blynk* dalam waktu 1,38 detik. Pengujian lapangan menunjukkan bahwa pompa air aktif secara otomatis ketika kelembapan tanah turun di bawah ambang batas yang ditentukan dan nonaktif ketika kelembapan yang cukup tercapai. Setiap siklus penyiraman menggunakan rata-rata 1,4 ml air, yang secara efektif meningkatkan kelembapan tanah dari 18% menjadi 33%. Sistem tetap stabil dan responsif bahkan saat jaringan tidak stabil, dan penyiraman disesuaikan secara adaptif berdasarkan parameter lingkungan waktu nyata seperti kelembapan tanah, suhu, dan intensitas cahaya. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem yang diusulkan efisien dalam penggunaan air, responsif terhadap perubahan lingkungan, dan efektif dalam mendukung pertumbuhan optimal tanaman telang (*Clitoria ternatea*).

Article history

Received 18 Jul 2025

Revised 28 Jul 2025

Accepted 01 Sep 2025

Available online 31 Oct 2025

Keywords

Blynk,

Internet of Things (IoT),

Wemos ESP32 Uno D1 R32,

Drip Irrigation,

Butterfly Pea.

Riwayat

Diterima 18 Jun 2025.

Revisi 28 Jul 2025

Disetujui 01 Sep 2025

Terbit online 31 Okt 2025

Kata Kunci

Blynk,

Internet of Things (IoT),

Wemos ESP32 Uno D1 R32,

Drip Irrigation,

Bunga Telang.

PENDAHULUAN

Internet of Things (IoT) merupakan konsep integrasi perangkat fisik seperti sensor, aktuator, dan sistem komunikasi nirkabel yang memungkinkan pemantauan dan pengendalian jarak jauh terhadap objek melalui jaringan internet, sehingga mendukung otomatisasi dan efisiensi di berbagai bidang kehidupan

manusia (Rohadiat & Fitriyani, 2023). Salah satu penerapan potensial IoT adalah dalam budidaya tanaman rumah tangga, khususnya dalam proses penyiraman yang hingga kini masih banyak dilakukan secara manual (Siman et al., 2022). Metode manual ini sering kali tidak efisien, menyebabkan pemborosan air dan ketidakteraturan pemberian air, yang

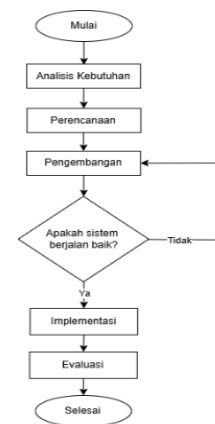
berdampak pada pertumbuhan tanaman yang kurang optimal, terutama bagi pemilik rumah dengan aktivitas padat. Kondisi tersebut mendorong kebutuhan akan sistem penyiraman otomatis yang mampu menyesuaikan kebutuhan air secara *real-time* berdasarkan kondisi lingkungan tanaman (Pertiwi et al., 2021).

Berbagai penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem penyiraman otomatis berbasis IoT. (Nuruddin et al., 2025) merancang sistem *sprinkler* berbasis sensor kelembapan tanah dan suhu untuk budidaya tanaman bawang, sementara (Ambarwari et al., 2024) mengembangkan sistem penyiraman rumah kaca dengan mempertimbangkan beberapa parameter lingkungan. Namun, sebagian besar sistem tersebut masih memiliki keterbatasan, seperti tidak mengintegrasikan sensor cahaya dalam pengambilan keputusan, hanya menggunakan satu atau dua parameter sensor, dan kurang mendukung pemantauan *real-time* melalui *smartphone*. Di sisi lain, tanaman bunga telang (*Clitoria ternatea*) memiliki kebutuhan lingkungan yang cukup spesifik, yaitu suhu optimal 19–28°C (Kalsum & Budiman, 2023), kelembapan tanah 25%–50%, dan intensitas cahaya 300–1000 lux (Hawari et al., 2022). Hingga saat ini, masih sangat sedikit penelitian yang secara khusus mengembangkan sistem *smart drip irrigation* untuk tanaman ini.

Berdasarkan permasalahan dan celah penelitian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem *smart drip irrigation* berbasis IoT yang secara khusus ditujukan untuk penyiraman tanaman bunga telang di lingkungan rumah tangga. Sistem yang dikembangkan mengintegrasikan mikrokontroler Wemos ESP32 Uno D1 R32 dengan tiga jenis sensor, yaitu sensor kelembapan tanah, sensor suhu DS18B20, dan sensor cahaya LDR, serta aplikasi *Blynk* sebagai media pemantauan dan pengendalian jarak jauh secara *real-time* melalui *smartphone*. Dengan pendekatan ini, sistem diharapkan dapat menyiram tanaman secara otomatis, efisien dalam penggunaan air, serta adaptif terhadap kondisi lingkungan. Secara ilmiah, sistem ini diharapkan mampu memberikan kontribusi terhadap pengembangan sistem irigasi berbasis IoT yang lebih cerdas, responsif, dan sesuai dengan kebutuhan spesifik tanaman, khususnya bunga telang.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan melalui dua pendekatan. Pertama, studi literatur digunakan untuk mengumpulkan informasi dan dasar teori yang relevan. Kedua, pengembangan sistem dilakukan dengan menggunakan model ADDIE sebagai tahapan dalam membangun perangkat lunak. Alur lengkap dari proses penelitian ini digambarkan pada *flowchart* berikut :



Gambar 1. *Flowchart* Alur Penelitian

Flowchart pada Gambar 1 menunjukkan alur penelitian yang diawali dengan tahap analisis kebutuhan, yaitu proses sistematis untuk mengidentifikasi permasalahan nyata yang dihadapi oleh pengguna, dalam hal ini terkait penyiraman tanaman bunga telang yang masih dilakukan secara manual dan tidak efisien. Analisis dilakukan melalui observasi langsung dan kajian literatur untuk menentukan parameter lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman, seperti suhu, kelembapan tanah, dan intensitas cahaya.

Selanjutnya, pada tahap perencanaan, ditentukan solusi teknologi yang relevan untuk menjawab permasalahan yang telah teridentifikasi. Perencanaan ini mencakup pemilihan mikrokontroler, sensor, serta *platform monitoring* yang sesuai. Dalam konteks ini, sistem dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor kelembapan tanah, sensor suhu DS18B20, sensor cahaya LDR, dan *platform Blynk* sebagai antarmuka pengguna.

Tahap berikutnya adalah pengembangan sistem, yang dilakukan dengan menyusun kode program menggunakan Arduino IDE, merakit seluruh komponen perangkat keras, serta mengintegrasikan sistem ke dalam jaringan

cahaya dapat terupdate secara *real-time* pada aplikasi *Blynk*. Komponen utama yang digunakan dalam tahap ini meliputi mikrokontroler Wemos ESP32 Uno D1 R32, sensor kelembapan tanah, sensor suhu DS18B20, sensor cahaya LDR, dan pompa air. Pengujian integrasi bertujuan memastikan konektivitas antar komponen stabil dan sistem siap untuk tahap implementasi.

a. Wemos ESP32 D1 R32

Wemos ESP32 Uno D1 R32 adalah papan pengembangan berbasis mikrokontroler ESP32 yang kompatibel dengan susunan pin Arduino Uno, sehingga memudahkan integrasi dengan berbagai sensor dan modul yang umum digunakan (Pratama et al., 2022). Mikrokontroler ini mendukung konektivitas *WiFi* dan *Bluetooth*, serta dapat diprogram menggunakan Arduino (Satryawan & Susanti, 2023).

b. Sensor Kelembapan Tanah

Sensor kelembapan tanah adalah alat yang digunakan untuk mengukur kadar air di dalam tanah, dan berperan penting dalam menentukan kebutuhan penyiraman tanaman secara otomatis (Umbu, 2023). Sensor ini memungkinkan sistem untuk mengetahui kondisi tanah secara *real-time*, sehingga penyiraman hanya dilakukan saat diperlukan (Widiyanto & Fitriyani, 2021).

c. Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 adalah sensor digital yang digunakan untuk mengukur suhu lingkungan dengan akurasi tinggi, dalam rentang $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ hingga $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Rifaat et al., 2024). Sensor ini memiliki resolusi 9 hingga 12 bit dan mampu mendeteksi perubahan suhu sekecil $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, sehingga cocok digunakan dalam berbagai aplikasi pemantauan suhu (Sandi & Hartono, 2020).

c. Sensor Cahaya Light Dependent Resistor

Sensor cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*) adalah sensor pasif yang resistansinya berubah tergantung pada intensitas cahaya yang diterima (Purnama et al., 2021). Semakin terang cahaya, semakin kecil hambatannya, dan sebaliknya. Sensor ini umum digunakan dalam sistem otomatisasi berbasis mikrokontroler untuk memantau intensitas cahaya secara *real-time* (Ghifari et al., 2022).

d. Blynk

Blynk merupakan *platform Internet of Things* (IoT) yang memungkinkan pengguna memantau dan mengendalikan perangkat

secara jarak jauh melalui aplikasi *mobile* maupun *website* (Rakhmawati et al., 2024). *Platform* ini terdiri dari aplikasi *Blynk*, *server cloud*, dan pustaka pemrograman, serta kompatibel dengan perangkat seperti ESP32 dan Arduino (Darmawan et al., 2020).

4. Implementation (Implementasi)

Pada tahap *Implementation*, prototipe sistem *smart drip irrigation* dipasang langsung pada tanaman bunga telang di lingkungan rumah tangga. Penempatan sensor dan aktuator dilakukan dengan memperhatikan posisi agar dapat secara akurat mendeteksi kondisi tanah dan lingkungan sekitar. Setelah pemasangan, sistem diuji secara langsung untuk memantau respons pompa yang akan menyala otomatis saat kelembapan tanah turun di bawah ambang batas yang ditentukan, dan mati saat kelembapan mencukupi kebutuhan tanaman. Selama pengujian lapangan, dikumpulkan data mengenai waktu respon pompa, *volume* air yang digunakan setiap siklus penyiraman, dan kestabilan koneksi jaringan untuk memastikan kelancaran operasi sistem tanpa gangguan. Pengamatan juga dilakukan terhadap kemampuan sistem dalam beradaptasi dengan perubahan kondisi lingkungan, seperti fluktuasi suhu dan intensitas cahaya, yang memengaruhi kebutuhan air tanaman. Data ini menjadi dasar penting untuk menilai performa sistem dalam kondisi nyata sebelum masuk ke tahap evaluasi.



Gambar 3. Rangkaian Alat Sistem *Smart Drip Irrigation*

5. Evaluation (Evaluasi)

Tahap *Evaluation* dilakukan dengan menganalisis hasil pengujian untuk menilai efektivitas dan keberhasilan sistem dalam mengotomasi penyiraman, efisiensi penggunaan air, serta adaptasi sistem terhadap perubahan lingkungan seperti suhu dan cahaya. Jika terdapat kekurangan, proses kembali ke tahap *Development* untuk perbaikan. Dengan tahapan yang sistematis dan berkelanjutan ini, penelitian bertujuan menghasilkan sistem

irigasi otomatis yang efisien, responsif, dan dapat mendukung pertumbuhan optimal tanaman bunga telang. Evaluasi dilakukan berdasarkan tiga aspek utama, yaitu:

a. Ketepatan Aktivasi Pompa

Sistem diuji untuk memastikan bahwa pompa air aktif secara otomatis hanya ketika tingkat kelembapan tanah berada di bawah ambang batas yang telah ditentukan, yaitu < 25%. Pengujian dilakukan dengan membandingkan pembacaan sensor terhadap alat ukur referensi untuk memverifikasi keakuratan sistem. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem mampu merespon kondisi tanah secara konsisten dan memicu pompa air secara tepat.

b. Kecepatan Pembaruan Data

Waktu respon sistem dalam mengirimkan data sensor ke aplikasi *Blynk* diukur untuk menilai kestabilan koneksi dan kecepatan pemantauan secara *real-time*. Pengujian dilakukan dengan mencatat jeda waktu antara perubahan nilai sensor dan tampilannya di aplikasi. Rata-rata waktu jeda berada dalam rentang 1–3 detik, yang masih tergolong responsif dan dapat diterima untuk aplikasi *monitoring* rumah tangga.

c. Efisiensi Penggunaan Air

Efisiensi diukur dengan membandingkan jumlah air yang digunakan dalam sistem otomatis dibandingkan penyiraman manual selama periode yang sama. Sistem otomatis hanya mengaktifkan pompa saat diperlukan, yang terbukti mengurangi penggunaan air hingga $\pm 30\%$. Hal ini mendukung tujuan konservasi air dan efisiensi energi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perancangan *Hardware*

Tahap implementasi *hardware* dilaksanakan berdasarkan rancangan sistem yang telah direncanakan pada tahap desain.



Gambar 4. Perancangan *Hardware*

Sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu Wemos ESP32 Uno D1 R3 sebagai pusat kendali dan penghubung ke aplikasi *Blynk* melalui jaringan *WiFi*, sensor

kelembapan tanah untuk mendeteksi kadar air dalam media tanam, sensor suhu DS18B20 untuk mengukur suhu lingkungan, serta sensor cahaya LDR yang membaca intensitas pencahayaan. Data dari ketiga sensor diproses secara *real-time* dan digunakan untuk mengatur pompa air secara otomatis. Selain itu, pengguna dapat memantau kondisi lingkungan dan aktivitas penyiraman secara jarak jauh melalui aplikasi *Blynk* di *smartphone*.

2. Perancangan *Software*

Perancangan perangkat lunak dalam penelitian ini berfokus pada pengembangan antarmuka pemantauan berbasis aplikasi *Blynk*. Aplikasi ini digunakan untuk menampilkan data sensor dan mengontrol pompa air secara *real-time* melalui *smartphone*. Antarmuka *Blynk* dirancang agar sederhana dan informatif, menampilkan beberapa elemen utama seperti persentase kelembapan tanah, intensitas cahaya, dan suhu lingkungan. Selain itu, terdapat tombol "*Refresh*" untuk memperbarui data secara manual serta tombol saklar (*switch*) untuk mengendalikan pompa air secara manual apabila diperlukan



Gambar 5. Perancangan *Software*

Pengujian terhadap aplikasi *Blynk* yang dikembangkan dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem dalam melakukan kontrol dan *monitoring* penyiraman tanaman secara jarak jauh. Aplikasi ini terintegrasi dengan tiga jenis sensor, yaitu sensor kelembapan tanah, sensor suhu DS18B20, dan sensor cahaya LDR, yang seluruhnya diuji secara bersamaan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa data dari ketiga sensor ditampilkan secara *real-time* dengan jeda waktu 1–3 detik setelah terjadi perubahan kondisi lingkungan. Selain itu, fitur tombol saklar (*switch*) bekerja sesuai fungsinya dalam mengaktifkan dan menonaktifkan pompa air secara manual, serta tombol "*Refresh*" mampu memperbarui data secara instan. Selama

pengujian, aplikasi berjalan stabil pada jaringan *WiFi* rumah tangga tanpa mengalami gangguan koneksi. Hal ini membuktikan bahwa aplikasi *Blynk* yang dikembangkan mampu menjalankan fungsi *monitoring* dan kendali sistem secara efektif dan responsif.

3. Waktu Respon Sistem

Sistem *smart drip irrigation* yang dikembangkan menunjukkan waktu respon rata-rata 1,52 detik dalam mengaktifkan dan menonaktifkan pompa air melalui aplikasi *Blynk*, dengan pembaruan data sensor rata-rata 1,38 detik. Waktu respon yang cepat ini sangat krusial untuk *monitoring* dan pengendalian irigasi secara *real-time*, sehingga memungkinkan penyesuaian cepat terhadap perubahan kondisi lingkungan. Hasil ini menguatkan temuan (Nuruddin et al., 2025) yang menekankan pentingnya responsivitas dalam sistem irigasi berbasis IoT, namun sistem ini lebih unggul karena mengintegrasikan tiga parameter lingkungan seperti kelembapan tanah, suhu, dan cahaya yang belum sepenuhnya diperhitungkan dalam penelitian sebelumnya.

Tabel 1. Pengujian Waktu Respon ON/OFF Pompa via Aplikasi *Blynk*

No	Aksi Pada <i>Blynk</i>	Status Pompa	Waktu Respon (Detik)
1	Tombol ON ditekan	ON	1.67
2	Tombol OFF ditekan	OFF	0.91
3	Tombol ON ditekan	ON	1.61
4	Tombol OFF ditekan	OFF	2.05
5	Tombol ON ditekan	ON	1.17
6	Tombol OFF ditekan	OFF	1.44
7	Tombol ON ditekan	ON	1.86
8	Tombol OFF ditekan	OFF	1.81
9	Tombol ON ditekan	ON	0.46
10	Tombol OFF ditekan	OFF	2.23
Rata - Rata			1.52

4. Respon Sistem Terhadap Lingkungan Nyata

Pengujian lapangan menunjukkan bahwa pompa air menyala secara otomatis saat

kelembapan tanah turun di bawah ambang batas 25%, dan mati ketika kelembapan kembali mencukupi. Sistem ini menunjukkan kemampuan adaptif yang mempertimbangkan kondisi suhu dan intensitas cahaya. Sebagai contoh, saat suhu terlalu rendah atau intensitas cahaya sangat minim, penyiraman dapat ditunda meskipun tanah kering, sehingga tidak terjadi pemborosan air. Pendekatan ini lebih unggul dibanding penelitian sebelumnya (Grishella et al., 2021) yang hanya memanfaatkan dua parameter atau masih menggunakan *platform website* seperti *Node-RED*.

Tabel 2. Data Uji Lapangan Kebutuhan Optimal Bunga Telang

No	Waktu	Kelembapan Tanah	Status Pompa
1	07.00	23.5	Nyala
2	09.00	24.1	Mati
3	12.00	32.2	Mati
4	17.00	26.6	Nyala
5	20.00	22.5	Mati

5. Efisiensi Penggunaan Air

Sistem irigasi tetes ini menunjukkan efisiensi tinggi dengan penggunaan rata-rata 1,4 ml air selama 27 detik, mampu meningkatkan kelembapan tanah dari 18% menjadi 33%. Teknologi ini mengatur kebutuhan air secara akurat tanpa pemborosan, berbeda dengan metode konvensional yang cenderung boros dan tidak terkontrol (Witman, 2021). Selain menghemat air, sistem ini juga menjaga kelembapan tanah dan kesehatan tanaman secara optimal (Rusmayadi et al., 2023).

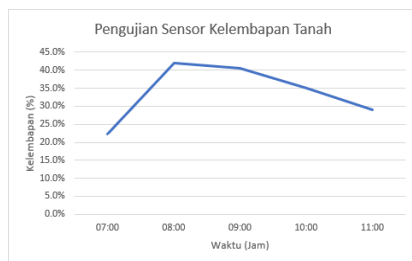
Tabel 3. Efisiensi Penggunaan Air

No	Air (ml)	Detik	Awal (%)	Akhir (%)
1	0.7	12	18	27
2	1.2	22	16	31
3	1.0	18	20	29
4	2.3	46	15	40
5	1.8	35	19	36
Avg	1.4	27	18	33

6. Pola Kelembapan, Suhu, dan Cahaya

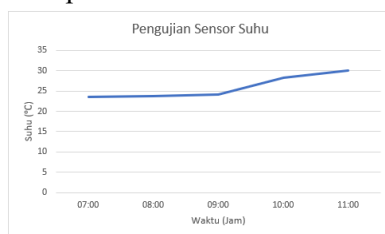
Pemantauan lingkungan dilakukan selama 5 jam pada pagi hari untuk menganalisis perubahan kondisi alami yang memengaruhi sistem penyiraman otomatis. Setelah penyiraman otomatis pada pukul 07.00, kelembapan tanah meningkat signifikan dari 22,3% menjadi 42,0%, kemudian menurun

secara bertahap hingga mencapai 29,0% pada pukul 11.00.



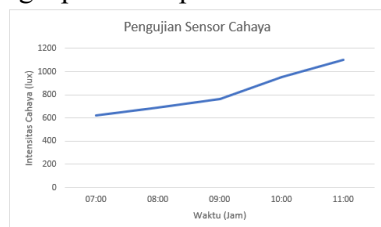
Gambar 6. Grafik Pengujian Sensor Kelembapan Tanah

Penurunan kelembapan ini beriringan dengan kenaikan suhu lingkungan dari 23,5°C menjadi 30,1°C, yang menunjukkan pemanasan alami dari pagi menuju siang hari. Kenaikan suhu ini berpotensi mempercepat penguapan air dari permukaan tanah, sehingga mempengaruhi penurunan kadar kelembapan secara bertahap.



Gambar 7. Grafik Pengujian Sensor Suhu

Selain itu, intensitas cahaya meningkat dari 623 lux menjadi 1100 lux selama periode yang sama, mencerminkan peningkatan pencahayaan alami yang turut mempercepat laju penguapan air di permukaan tanah.



Gambar 8. Grafik Pengujian Sensor Cahaya

Fenomena ini menunjukkan bahwa penyiraman pagi hari belum cukup menjaga kelembapan tanah secara stabil hingga siang, karena meningkatnya suhu dari 23,5°C ke 30,1°C dan cahaya. Oleh karena itu, sistem irigasi otomatis sebaiknya mempertimbangkan suhu dan intensitas cahaya dalam menentukan frekuensi dan durasi penyiraman agar lebih adaptif dan efisien. Hal ini sejalan dengan temuan (Kalsum & Budiman, 2023) yang menyoroti pengaruh suhu dan kelembapan

terhadap pertumbuhan tanaman. Penyesuaian ini dapat meningkatkan efisiensi air dan mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal.

KESIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa sistem *smart drip irrigation* berbasis IoT dengan integrasi *platform Blynk* efektif dalam melakukan penyiraman otomatis yang adaptif dan efisien. Sistem mampu merespons kondisi lingkungan secara *real-time* berdasarkan tiga parameter utama, yaitu kelembapan tanah, suhu, dan intensitas cahaya. Hasil pengujian menunjukkan waktu respon rata-rata 1,52 detik dan efisiensi penggunaan air hingga 30% dibanding metode manual, sehingga mendukung konservasi air dan pertumbuhan tanaman yang optimal.

Wemos ESP32 Uno D1 R32 terbukti andal sebagai pusat kendali sistem, dengan konektivitas *WiFi* yang stabil dan kompatibilitas luas terhadap sensor. Antarmuka *Blynk* memudahkan kontrol dan *monitoring* jarak jauh melalui aplikasi *mobile*, menjadikan sistem ini praktis untuk diterapkan dalam lingkungan rumah tangga maupun skala kecil lainnya.

Kontribusi utama dari penelitian ini terletak pada penerapan logika kontrol multi-sensor dan pemanfaatan *platform IoT* yang mudah diakses. Untuk pengembangan ke depan, disarankan penambahan fitur notifikasi otomatis, pengaturan jadwal penyiraman, dan integrasi dengan sensor tambahan seperti kelembapan udara atau pH tanah guna meningkatkan adaptabilitas sistem terhadap berbagai kondisi lingkungan.

REFERENSI

- Ambarwari, A., Widyawati, D. K., & Putra, S. D. (2024). Design and Performance Analysis of a Fuzzy Logic-Based IoT System for Greenhouse Irrigation Control. *IOTA Journal*, 4(3), 371–383. <https://doi.org/10.31763/iota.v4i3.764>
- Darmawan, C. W., Sompie, S. R. U. A., & Kambey, F. D. (2020). Implementasi Internet of Things pada Monitoring Kecepatan Kendaraan Bermotor. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 9(2), 91–100.
- Ghifari, F. Al, Anjalni, A., Lestari, D., & Faruq, U. Al. (2022). Perancangan dan Pengujian Sensor LDR Untuk Kendali

- Lampu Rumah. *Jurnal Kumparan Fisika*, 5(2), 85–90.
- Grishella, R., Silitonga, R., Peter, D., Ludong, M., Eldad, M., & Najosan, I. (2021). Aplikasi Sistem Irigasi Tetes Berbasis Mikrokontroler Arduino dalam Budidaya Tanaman Pakcoy (Brassica Rapa L.). *JURNAL MIPA*, 12(1), 25–29.
- Hawari, Pujiasmanto, B., & Triharyanto, E. (2022). Morfologi dan kandungan flavonoid total bunga telang (*Clitoria Ternatea L.*) di berbagai ketinggian. *Kultivasi*, 21(1), 88–90.
- Kalsum, U., & Budiman. (2023). Karakterisasi Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bunga Telang Biru dan Bunga Telang Putih. *Jurnal Pertanian Presisi (Journal of Precision Agriculture)*, 7(1), 74–85.
- Nuruddin, Walid, M., & Makruf, M. (2025). Sistem Cerdas Irigasi Sprinkler Pada Tanaman Bawang Berbasis IOT Menggunakan Logika Fuzzy. *Jurnal SISKOM-KB (Sistem Komputer Dan Kecerdasan Buatan)*, 8(2), 71–72.
- Pertiwi, A., Kristianti, V. E., Jatnita, I., & Daryanto, A. (2021). Sistem Otomatisasi Drip Irigasi dan Monitoring Pertumbuhan Tanaman Cabai Berbasis INTERNET OF THINGS. *Sebatik*, 25(2), 739–747.
- Pratama, W. R., Yulianti, B., & Sugiharto, A. (2022). Prototipe Smar Parking Modular Berbasis Internet Of Things. *Jurnal Teknologi Industri*, 2022, 11(2), 52–60.
- Purnama, R., Roza, E., & Rosalina. (2021). Perancangan Sistem Otomasi Rumah Tinggal Berbasis Node MCU ESP32. *Seminar Nasional TEKNOKA*, 6, 208–216.
- Rakhmawati, P. U., Rizdania, & Sumantri. (2024). Analisis Komunikasi Platform Internet of Things Aplikasi Blynk. *Seminar Nasional TEKNOKA*, 9, C40–C46.
- Rifaat, A. B., Sephiani, F., Ridwang, & Adriani. (2024). Pengembangan Sistem Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis IoT Menggunakan Sensor Suhu, Kelembapan Udara dan Kelembapan Tanah. *Jurnal Teknik Informatika*, 16(2), 15–23.
- Rohadiat, R., & Fitriyani. (2023). Implementasi Sistem Monitoring dan Controlling Suhu Otomatis di PT. Keberlanjutan Strategis Indonesia. *Jurnal Responsif: Riset Sains Dan Informatika*, 5(2), 425–433. <https://ejurnal.ars.ac.id/index.php/jti>
- Rusmayadi, G., indriyani, Sutrisno, E., Nugroho, R. J., Prasetyo, C., & Alaydrus, A. Z. A. (2023). Evaluasi Efisiensi Penggunaan Sumber Daya Air dalam Irigasi Pertanian: Studi Kasus di Wilayah Kabupaten Cianjur Article Info ABSTRAK. *Jurnal Geosains West Science*, 1(02), 112–118.
- Sandi, & Hartono, R. (2020). Sistem Kendali Dan Monitoring Kelembapan, Suhu, dan pH Pada Proses Dekomposisi Pupuk Kompos Dengan Kendali Logika Fuzzy. *Telekontran : Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali Dan Elektronika Terapan*, 8(2), 154–164. <https://doi.org/10.34010/telekontran.v8i2.4710>
- Satryawan, M. A., & Susanti, E. (2023). Perancangan Alat Pendeteksi Kualitas Udara dengan IoT (Internet of Things) Menggunakan WEMOS ESP32 D1 R32. *Sigma Teknika*, 6(2), 410–419.
- Siman, Fachri, M. R., & Sadrina. (2022). Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Arduino dan Sensor Moisture Sebagai Pengukur Kelembapan Tanah untuk Tanaman Cabai. *Prosiding Konferensi Nasional Social & Engineering Polmed (KONSEP)*, 3(1), 849–854.
- Umbu, A. B. S. (2023). Kalibrasi Sensor Kelembapan Tanah YL-69 Untuk Sistem Pengukuran Kelembapan Tanah Berbasis Arduino Uno. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(1), 62–71.
- Widiyanto, R., & Fitriyani. (2021). Rancang Bangun Mesin Pemilah Sampah Basa dan Kering Otomatis Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Sosial Dan Sains*, 1(11), 1472–1480.
- Witman, S. (2021). Penerapan Metode Irigasi Tetes Guna Mendukung Efisiensi Penggunaan Air di Lahan Kering. *JURNAL TRITON*, 12(1), 20–28. <https://doi.org/10.47687/jt.v12i1.152>