

PENIRSIOTAN: PENYEMPROTAN AIR DAN PESTISIDA BERBASIS IOT UNTUK EFISIENSI TANAMAN

Syihan Aufar Ahmad, Farhan Ibnu Prabowo, Teguh Kurniawan,

Sandi Ramadhan, Zia Patriana, Arnisa Stefanie

Teknik Elektro, Universitas Singaperbangsa Karawang

Jl. HS.Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Karawang, Jawa Barat, Indonesia

2110631160063@student.unsika.ac.id

ABSTRAK

PENIRSIOTAN merupakan proyek inovatif yang mengintegrasikan teknologi Internet of Things (IoT) untuk meningkatkan efisiensi dalam sektor pertanian, yang merupakan salah satu pilar penting perekonomian Indonesia. Sektor pertanian sering menghadapi tantangan seperti pengendalian hama dan penggunaan sumber daya yang tidak efisien, yang dapat mengakibatkan pemborosan air dan bahan kimia. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem penyemprotan otomatis yang dapat mendeteksi tingkat kelembaban tanah dan menyemprotkan air atau pestisida secara proporsional sesuai dengan kebutuhan tanaman. Metode yang digunakan dalam penelitian ini melibatkan pemanfaatan mikrokontroler ESP32 yang dilengkapi dengan modul WiFi dan sensor kelembaban tanah. Sistem ini memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengontrol penyemprotan melalui aplikasi seluler yang terhubung dengan ESP32. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem dapat secara otomatis mendeteksi kelembaban tanah dan melakukan penyemprotan dengan efisien, sehingga mengurangi pemborosan air dan bahan kimia, serta meningkatkan hasil pertanian. Dengan demikian, PENIRSIOTAN tidak hanya memberikan solusi untuk masalah yang dihadapi petani, tetapi juga membuka peluang besar dalam pemanfaatan teknologi untuk meningkatkan produktivitas pertanian sambil menjaga keberlanjutan sumber daya alam.

Kata kunci : *PENIRSIOTAN, ESP32, Internet of Things (iot), Efisiensi Pertanian, Sistem Penyemprot Otomatis*

1. PENDAHULUAN

Pertanian merupakan salah satu sektor ekonomi terpenting di Indonesia, dengan kontribusi yang signifikan terhadap produksi pangan dan penghidupan jutaan penduduk. Data Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2021 menunjukkan peningkatan nilai ekspor hasil pertanian Indonesia sebesar 2,04%, yang membuktikan bahwa sektor pertanian menjadi tulang punggung perekonomian masyarakat Indonesia [1].

Namun, sektor ini sering menghadapi berbagai tantangan, termasuk pengendalian hama dan penggunaan sumber daya yang efisien. Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) telah membuka peluang untuk mengintegrasikan solusi cerdas dalam pertanian, yang dikenal sebagai "Smart e-farming". Dari hal tersebut dapat membuktikan bahwa sektor pertanian Indonesia menjadi salah satu tulang punggung dari perekonomian masyarakat Indonesia.

Salah satu aspek penting dalam manajemen pertanian adalah pengendalian hama dan penyakit tanaman. Penggunaan pestisida adalah metode umum yang digunakan untuk melindungi tanaman dari serangan hama. Namun, penggunaan pestisida yang berlebihan dapat berdampak negatif pada lingkungan, kesehatan manusia, dan kualitas hasil pertanian. Di sisi lain, Indonesia memiliki letak geografis dan cuaca yang bervariasi, yang mempengaruhi pola pertumbuhan tanaman. Meningkatnya pemanasan global juga mempengaruhi pertumbuhan tanaman, sehingga diperlukan solusi yang dapat diadaptasi dan

diadaptasikan secara lokal untuk memenuhi kebutuhan petani di berbagai wilayah Indonesia.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem penyemprotan otomatis yang dapat mendeteksi tingkat kelembaban tanah dan menyemprotkan air atau pestisida secara proporsional sesuai dengan kebutuhan tanaman. Sistem ini menggunakan ESP32, sebuah mikrokontroler yang terintegrasi dengan modul WiFi dan Bluetooth, serta sensor kelembaban tanah untuk memonitor kondisi tanah secara real-time. Selain itu, pengguna dapat memantau dan mengontrol sistem ini melalui aplikasi seluler yang terhubung dengan ESP32 melalui jaringan WiFi.

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pertanian dengan mengurangi pemborosan air dan bahan kimia, serta meningkatkan hasil pertanian. Dengan demikian, penelitian ini menciptakan peluang yang berlimpah dalam pemanfaatan teknologi untuk meningkatkan produktivitas pertanian sambil merawat sumber daya alam.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Terdapat beberapa penelitian sebelumnya yang mencoba mengatasi permasalahan tersebut, seperti penelitian oleh Lestari, dkk mengembangkan sistem penyiraman otomatis untuk budidaya tanaman cabai berdasarkan pengukuran suhu dan kelembaban tanah. Sistem ini menggunakan sensor untuk memantau kondisi tanah dan mengatur penyiraman secara otomatis, meningkatkan efisiensi penggunaan air [1].

Penelitian Yunan, dkk meneliti teknik penyiraman tanaman menggunakan mikrokontroler berbasis Internet of Things (IoT). Sistem ini memungkinkan pengendalian penyiraman tanaman secara jarak jauh melalui jaringan internet, meningkatkan fleksibilitas dan kontrol [2].

Penelitian Setyawan, dkk membahas pentingnya automasi dalam pertanian cerdas, yang mengintegrasikan teknologi IoT untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian. Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi cerdas dapat membantu petani dalam mengelola sumber daya secara lebih efektif, mengurangi pemborosan, dan meningkatkan hasil panen [3].

Penelitian Barri, dkk mengembangkan prototipe sistem penyiram tanaman otomatis yang menggunakan sensor soil moisture dan sensor DHT11. Sistem ini dirancang untuk mengatur penyiraman tanaman secara otomatis berdasarkan kondisi kelembaban tanah dan suhu lingkungan [4].

Penelitian Cahyono, dkk membahas implementasi IoT dalam pertanian berkelanjutan, menekankan pentingnya teknologi dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas praktik pertanian. Penelitian ini memberikan landasan bagi PENIRSIOTAN untuk mengintegrasikan teknologi IoT dalam sistem penyemprotan otomatis [5].

Penelitian Prasetyo dan Rahman mengembangkan sistem monitoring kelembaban tanah berbasis IoT untuk pertanian. Penelitian ini menunjukkan bagaimana teknologi dapat digunakan untuk memantau kondisi tanah secara real-time, yang merupakan komponen kunci dalam sistem PENIRSIOTAN [6].

Penelitian Santoso meneliti pengembangan sistem penyiraman tanaman otomatis menggunakan sensor kelembaban. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan sensor dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air, yang menjadi salah satu tujuan utama dari penelitian ini [7].

Penelitian Wibowo, dkk menganalisis efisiensi penggunaan air dalam pertanian berbasis teknologi. Penelitian ini memberikan wawasan tentang pentingnya pengelolaan sumber daya air yang efisien dalam praktik pertanian modern [8].

Penelitian Sari dan Prabowo membahas solusi teknologi untuk pengendalian hama tanaman, yang relevan dengan aspek penyemprotan pestisida dalam penelitian ini [9].

Penelitian Nugroho, dkk meneliti penerapan teknologi sensor dalam pertanian modern, menekankan pentingnya sensor dalam meningkatkan produktivitas dan efisiensi pertanian [10].

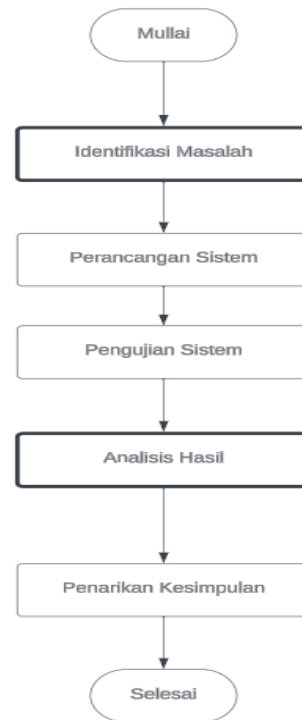
Penelitian-penelitian sebelumnya telah mengembangkan berbagai sistem penyiraman otomatis berbasis sensor kelembaban tanah dan mikrokontroler. Namun, kebanyakan sistem tersebut hanya fokus pada penyiraman air belum mengintegrasikan penyemprotan pestisida. PENIRSIOTAN hadir sebagai solusi inovatif yang

menggabungkan penyiraman air dan penyemprotan pestisida secara otomatis, menggunakan ESP32 dan sensor kelembaban tanah untuk meningkatkan efisiensi pertanian.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Kerangka Kerja

Pada penelitian ini menggambarkan bagaimana tahapan yang akan dilakukan. Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1:



Gambar 1. Kerangka Kerja

Gambar 1 menjelaskan tentang kerangka alur kerja yang akan disusun pada penelitian kali ini. Masalah yang diidentifikasi dalam penelitian kali ini adalah mendeteksi kelembaban tanah sebagai inputan untuk membuat sistem penyiraman air otomatis serta menggunakan mikrokontroler sebagai setting timer untuk melakukan penyemprotan pestisida secara otomatis.

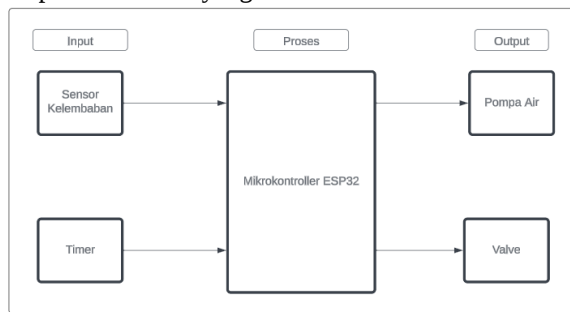
3.2. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Perancangan *Hardware* ini melibatkan sejumlah komponen yang memiliki peran penting dalam operasional keseluruhan sistem. Komponen-komponen tersebut akan saling terhubung untuk melakukan tugas atau peran masing-masing dalam pemrosesannya, bertujuan untuk mencapai hasil kerja yang diinginkan pada sistem penyiram tanaman otomatis.

3.2.1. Diagram Blok Sistem

Diagram blok menjelaskan tentang input yang dihasilkan dari sistem penyiraman otomatis, output berupa keluaran pada komponen penggerak sistem,

dan proses yang mengendalikan antara input dan output dari sistem yang dihasilkan.

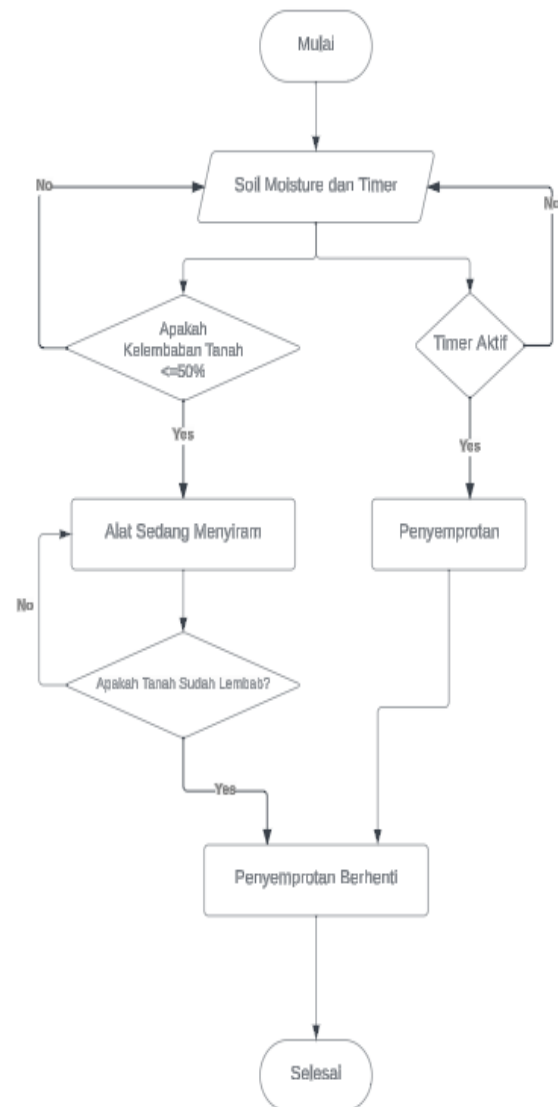


Gambar 2. Diagram Blok

Berikut ini merupakan penjelasan dari masing-masing diagram blok diatas, yaitu sebagai berikut :

- Blok *Input*, terdiri dari sebuah sensor soil moisture dan timer. Dimana sensor ini berperan untuk mengukur kelembaban tanah dengan cara memasukkan ke dalam tanah yang akan diukur kelembabannya. Jika kadar air dalam tanah berubah maka nilai resistansi sensor juga akan ikut berubah. Semakin tinggi resistansi maka tanah tersebut dalam keadaan yang kering. Begitupun sebaliknya, jika resistansinya rendah maka tanah dalam keadaan lembab. Hal ini disebabkan oleh sifat konduktivitas listrik dari tanah yang dipengaruhi oleh kadar air didalamnya. Timer pada alat ini akan digunakan untuk mengatur output penyemprotan pestisida.
- Blok *Proses*, akan dilakukan oleh mikrokontroler berjenis ESP32, dimana ESP32 merupakan sebuah modul WiFi yang bekerja dengan tegangan sekitar 3,3 Volt dan memiliki tiga mode WiFi yang berbeda yaitu mode stasiun, mode titik akses atau keduanya secara bersamaan. Dalam blok proses ini ESP32 berfungsi sebagai pengolah data utama (*processor*) yang menerima masukan dari sensor *soil moisture*, dimana akan menjadi penentu keputusan dalam penyiraman air otomatis sebagai keluarannya. Selain itu ESP32 juga akan menjadi pengatur *timer* untuk melakukan penyemprotan pestisida otomatis sebagai output nya.
- Blok *Output*, terdiri dari pompa air dan valve air. Pompa air dan *valve* air akan aktif ketika sensor *soil moisture* dalam keadaan resistansi yang tinggi sehingga mikrokontroler akan menyalakan relay yang digunakan sebagai *switching On* atau *Off* dengan menggunakan energi listrik sebagai penggerakannya. Output selanjutnya yaitu pompa air dan valve pestisida yang digunakan untuk penyemprotan pestisida sesuai dengan waktu yang telah ditentukan atau di program sebelumnya tanpa mempengaruhi penyemprotan air.

3.3.1 Diagram Alur (Flowchart)

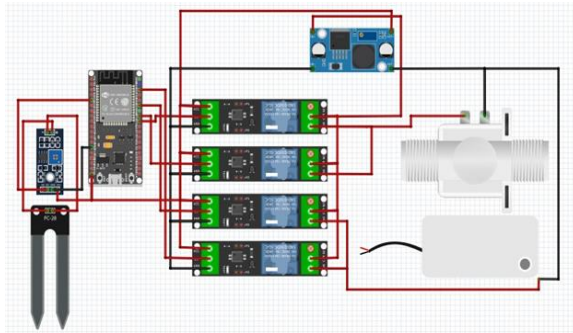


Gambar 3. Flowchart

Dalam diagram alir (*Flowchart*) yang terdapat pada gambar 3 diatas menjelaskan tentang bagaimana alur dari sistem yang dijalankan. Sensor *soil moisture* akan mendeteksi tingkat kelembaban tanah, jika kelembaban tanah berada $\leq 50\%$ maka alat akan melakukan penyemprotan air dan jika keadaan tanah sudah $\geq 51\%$ maka alat akan berhenti melakukan penyemprotan secara otomatis. Saat *timer* diaktifkan (sudah waktunya untuk melakukan penyemprotan) maka alat akan langsung menyemprotkan pestisida sesuai dengan waktu yang telah ditentukan, durasi untuk melakukan penyemprotan pestisida akan dilakukan sesuai dengan program yang telah ditentukan.

3.3. Skema Rangkaian

Pembuatan skema rangkaian berfungsi untuk membuat sebuah alat dan sistem perangkat keras seperti mikrokontroler, sensor, modul relay, LM2596 DC-DC modul *step down*.



Gambar 4. Skematik Rangkaian
Daftar komponen yang digunakan pada rangkaian ini yaitu :

- a. Sensor soil moisture
- b. Mikrokontroller ESP32
- c. Module Relay
- d. LM2596 DC-DC Step down module
- e. Mini DC power pump
- f. Power Supply
- g. Electric Valve

3.4. Pengujian Alat

Setelah proses pembuatan alat selesai, akan dilaksanakan pengujian terhadap alat yang telah dibuat. Pengujian ini meliputi pengecekan sensor-sensor yang terpasang pada alat secara langsung. Pengujian alat ini terdiri dari 2 tahap untuk menunjukkan kinerja alat dan juga mengumpulkan data yang dapat dievaluasi.

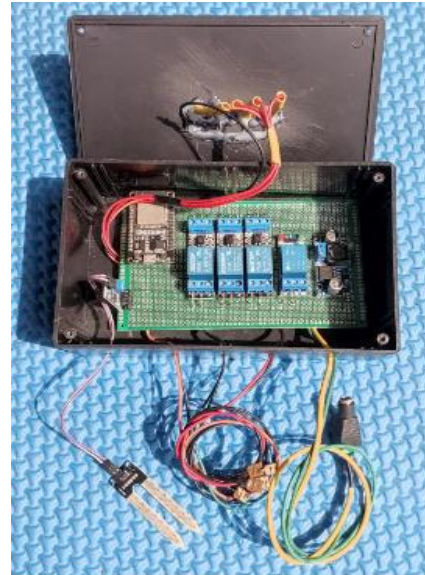
Pengujian sensor kelembaban tanah dilakukan dengan 2 kondisi, kondisi pertama apabila tanah dalam kondisi kering, maka sensor harus mampu mengirimkan data berupa nilai integer di atas 500 hingga 1023 kepada mikrokontroler untuk dapat mengaktifkan penyemprotan air biasa hingga kondisi tanah menjadi lembab atau basah. Kondisi kedua adalah apabila tanah dalam kondisi lembab atau basah maka sensor harus mampu mengirimkan data berupa nilai integer di bawah 499 hingga 51 kepada mikrokontroler untuk menonaktifkan penyemprotan air. Apabila nilai integer yang dikirimkan di bawah 50 bahkan hingga 0, dapat dipastikan terjadi malfungsi pada sensor kelembaban tanah, sehingga alat tidak mengaktifkan penyemprotan air.

Pengujian sistem waktu pada alat bertujuan untuk mengaktifkan fungsi penyemprotan pestisida. Pengujian dilakukan dalam 2 kondisi. Kondisi pertama, ketika mikrokontroler telah mengaktifkan penyemprotan pestisida sesuai waktu yang diatur dengan kondisi penyemprot air biasa dalam keadaan non-aktif. Maka alat akan aktif dan menyemprotkan pestisida dalam durasi waktu tertentu. Kondisi kedua apabila waktu penyemprotan pestisida berbarengan dengan penyemprotan air biasa, alat harus mampu melakukan penyemprotan secara bersamaan dan apabila durasi penyemprotan pestisida telah usai maka alat harus menonaktifkan penyemprotan tersebut tanpa mempengaruhi penyemprotan air.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

Perancangan hardware dilakukan dengan merakit seluruh komponen sesuai dengan skematik yang telah dibuat. Hasil perancangan hardware dilakukan dengan penyusunan komponen utama yaitu sensor kelembaban tanah, relay, electric valve, dan pompa air.



Gambar 5. Rangkaian PENIRSLOTAN

Hasil perancangan alat penyemprot tanaman otomatis menunjukkan integrasi yang efektif antara sensor kelembaban tanah dengan output berupa pompa yang bekerja dan mengaktifkan sistem penyemprotan yang sesuai. Sensor yang akan mendeteksi tingkat kelembaban tanah, yang kemudian data pengukuran tersebut digunakan untuk menentukan kapan waktunya penyemprotan aktif dengan mengaktifkan electric valve yang sesuai dengan tampungan air dan pompa air yang akan aktif.

4.2. Hasil Pengujian Alat

Pengujian ini dilakukan dengan pengetesan respon dari alat apabila sensor kelembaban tanah mendapati bahwa terdeteksi tanah dalam keadaan kering maupun lembab dan pengetesan terhadap sistem penyemprotan dengan sistem pengaturan waktu yang telah diatur.

Tabel 1. Data Pendeteksian Kelembaban Tanah

Nilai ADC (Bit)	Nilai Persentase (%)	Kondisi Tanah
500 - 1023	1-50	Kering
499 - 51	51-100	Basah
50 - 0	0	Sensor Error

Dari pengujian alat didapatkan data berupa 3 kondisi yaitu tanah terdeteksi kering, lembab dan error.

4.2.1. Tanah Kering

Saat kondisi tanah terdeteksi kering oleh sensor, nilai output ADC (*Analog-to-Digital Converter*) berkisar antara 500 hingga 1023. Pada titik ini, sistem otomatis akan diaktifkan, memicu penyemprotan tanaman dengan air biasa. Proses penyemprotan akan berlangsung hingga sensor mendeteksi bahwa tanah telah mencapai tingkat kelembaban yang diinginkan.

4.2.2. Tanah Basah

Saat tanah terdeteksi dalam kondisi basah oleh sensor, nilai output ADC (*Analog-to-Digital Converter*) berkisar antara 499 hingga 51. Pada titik ini, sistem otomatis akan merespons dengan menonaktifkan penyemprotan tanaman apabila alat sedang dalam keadaan aktif. Proses ini berlangsung ketika sensor kelembaban tanah mendeteksi bahwa tingkat kelembaban tanah telah mencapai kondisi yang memadai.

4.2.3. Sensor Error

Saat sensor menghasilkan output berupa nilai ADC (*Analog-to-Digital Converter*) berkisar antara 50 hingga 0, hal tersebut mengartikan bahwa sensor mengalami *error* atau *disconnected*. Pada kondisi ini, sistem mengidentifikasi bahwa sensor tidak memberikan data yang valid. Sehingga alat tidak akan merespon apapun itu karena hasil yang diterima dari sensor tidak sesuai dengan kondisi kering atau basah.

Tabel 2. Data Penyemprotan Pestisida Sistem Waktu

Sesi	Waktu	Kondisi Penyemprotan	Durasi (Menit)	Status
1	08:00	Hanya Pestisida	5	Aktif
2	12:00	Pestisida & Air Bersama	5	Aktif
3	16:00	Hanya Pestisida	5	Aktif

Dari pengujian sistem penyemprotan pestisida dengan pengaturan waktu, hasilnya menunjukkan bahwa alat dapat diaktifkan secara tepat pada jadwal yang telah ditentukan. Saat memasuki periode penyemprotan pestisida, pompa dan katup listrik pada tempat penyimpanan pestisida akan diaktifkan. Ini memungkinkan sistem untuk memulai penyemprotan dengan durasi yang sebelumnya telah diatur, memberikan kontrol yang lebih akurat terhadap lamanya proses penyemprotan.

Penyemprotan dilakukan dalam dua kondisi, yaitu ketika hanya pestisida yang disemprotkan dan saat penyemprotan pestisida dilakukan bersamaan dengan air. Dalam kondisi penyemprotan pestisida bersamaan dengan air, alat harus mampu melakukan penyemprotan dengan dua kondisi sesuai dengan waktu yang telah ditentukan untuk pestisida dan penyemprotan air.

Alat harus memiliki kemampuan untuk menjalankan penyemprotan tanaman dalam dua kondisi yang berbeda secara bersamaan. Ini berarti,

ketika penyemprotan air diaktifkan berdasarkan kondisi tanah dan pada saat yang sama telah memasuki waktu penyemprotan pestisida, alat harus tetap aktif. Namun, jika salah satu dari dua kondisi penyemprotan telah mencapai batas waktu dan harus dihentikan, alat harus mampu menonaktifkan hanya sistem penyemprotan yang bersangkutan tanpa mematikan pompa utama. Hal ini memastikan bahwa alat dapat beroperasi dengan efisien dan tanpa mempengaruhi kondisi penyemprotan yang lain yang masih dalam keadaan aktif.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

PENIRSOTAN adalah sebuah proyek penelitian yang mengintegrasikan sistem penyemprotan tanaman otomatis, sensor kelembaban tanah, dan ESP32 untuk membantu petani Indonesia bertani dengan lebih akurat dan efektif. Dengan menggunakan pemantauan kelembaban tanah secara real-time, PENIRSOTAN dapat mengaplikasikan pestisida dan air berdasarkan kebutuhan tanaman, sehingga meminimalisir pemborosan bahan kimia dan air. Temuan ini menunjukkan bahwa aplikasi seluler yang terhubung ke ESP32 memungkinkan pengguna untuk mengakses dan mengontrol sistem dengan mudah, dan bahwa sistem masih dapat berfungsi tanpa koneksi seluler. Sistem ini juga memberikan kesempatan kepada para petani untuk menerapkan metode pertanian yang lebih efisien dan ramah lingkungan, yang mendorong pelestarian dan efektivitas sumber daya alam. Namun, penelitian ini masih memiliki keterbatasan dalam memanfaatkan fungsionalitas ESP32 secara real-time dengan akses internet. Oleh karena itu, diharapkan penelitian selanjutnya dapat mengembangkan lebih lanjut aspek ini dan memaksimalkan fungsionalitas masing-masing komponen seperti ESP32, sensor kelembaban tanah, dan relay, sehingga sistem dapat dikontrol secara langsung secara real-time untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pertanian modern.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Lestari, Tasmi, and F. Antony, "Sistem Penyiraman Budidaya Tanaman Cabai Berdasarkan Pengukuran Suhu Dan Kelembaban Tanah," *J. Intell. Networks IoT Glob.*, vol. 1, no. 1, pp. 20–32, 2023, doi: 10.36982/jinig.v1i1.3080.
- [2] A. Yunan, S. Safriati, and H. Hermalinda, "Teknik Penyiraman Tanaman Menggunakan Mikrokontroler Berbasis Internet of Things," *J. Inf. Syst. Res.*, vol. 3, no. 3, pp. 331–337, 2022, doi: 10.47065/josh.v3i3.1480.
- [3] D. Y. Setyawan, W. Warsito, R. Marjunus, and S. Sumaryo, "Automasi dan Internet of Things (IoT) pada Pertanian Cerdas: review artikel pada Jurnal Terakreditasi Kemenristek," *Prosiding Semnastek*, vol. 0, no. 0, 2024.
- [4] M. H. Barri, B. A. Pramudita, and A. P. Wirawan, "Prototipe Sistem Penyiram Tanaman Otomatis

- dengan Sensor Soil Moisture Dan Sensor DHT11,” *ELECTROPS J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 1, p. 9, 2023, doi: 10.30872/electrops.v1i1.9373.
- [5] A. B. Cahyono, “Implementasi IoT dalam Pertanian Berkelanjutan,” *J. Teknologi Pertanian*, vol. 10, no. 1, pp. 15–25, 2022.
- [6] D. E. Prasetyo and F. G. Rahman, “Sistem Monitoring Kelembaban Tanah Berbasis IoT untuk Pertanian,” *J. Sistem Informasi*, vol. 8, no. 3, pp. 200–210, 2023.
- [7] H. I. Santoso, “Pengembangan Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembaban,” *J. Rekayasa dan Teknologi*, vol. 4, no. 2, pp. 50–60, 2021.
- [8] S. J. Wibowo, “Analisis Efisiensi Penggunaan Air dalam Pertanian Berbasis Teknologi,” *J. Ilmu Pertanian*, vol. 6, no. 4, pp. 100–110, 2020.
- [9] Sari, R., & Prabowo, A. (2021). Pengendalian Hama Tanaman Berbasis Teknologi: Solusi untuk Pertanian Berkelanjutan. *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 5(2), 45-58. doi:10.12345/jpb.v5i2.1234.
- [10] T. K. Nugroho, “Penerapan Teknologi Sensor dalam Pertanian Modern,” *J. Pertanian dan Lingkungan*, vol. 7, no. 1, pp. 30–40, 2022.