

Pengembangan Sistem Irigasi Otomatis Di Greenhouse Berbasis Internet Of Things

Abdul Rozzaq^{1*}, Afu Ichsan Pradana², Anisatul Farida³

¹Fakultas Ilmu Komputer Universitas
Duta bangsa Surakarta.

Jl. Bhayangkara No.55, Tipes, Kec.
Serengan, kota Surakarta, Jawa
Tengah 57154

^{1*}abdulrozzaq075@gmail.com

²Fakultas Ilmu Komputer Universitas
Duta bangsa Surakarta.

Jl. Bhayangkara No.55, Tipes, Kec.
Serengan, kota Surakarta, Jawa
Tengah 57154

²afu_ichsan@udb.ac.id

³Fakultas Ilmu Komputer Universitas
Duta bangsa Surakarta

Jl. Bhayangkara No.55, Tipes, Kec.
Serengan, kota Surakarta, Jawa
Tengah 57154

³anisatul_farida@udb.ac.id

Abstrak— Perkembangan teknologi yang pesat telah mendorong inovasi di berbagai sektor, termasuk pertanian. Salah satu permasalahan utama dalam sistem pertanian modern, khususnya greenhouse, adalah pengelolaan air yang efisien dan terkontrol. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem irigasi otomatis berbasis Internet of Things (IoT) dengan menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor kelembaban tanah. Sistem dikembangkan untuk memantau kondisi tanah secara real-time dan secara otomatis mengaktifkan pompa air saat kelembaban berada di bawah ambang batas. Selain itu, sistem dilengkapi dengan dashboard aplikasi untuk pemantauan jarak jauh dan tombol manual untuk kontrol langsung di lokasi. Dengan menggunakan pemodelan kebutuhan sistem, perancangan perangkat keras dan lunak, serta pembuatan diagram blok yang menunjukkan keterkaitan antar komponen. Flowchart digunakan untuk menggambarkan alur kerja sistem berdasarkan data dari sensor kelembaban. Selain itu, diagram desain disusun untuk menampilkan skema rangkaian dan antarmuka dashboard. Seluruh tahapan ini bertujuan untuk menghasilkan sistem irigasi otomatis yang efisien dan mendukung pertanian berbasis teknologi, Sehingga diperoleh hasil berupa pengembangan sistem irigasi otomatis pada greenhouse berbasis Internet of Things (IoT), yang dilengkapi dengan dashboard aplikasi sebagai media informasi melalui data sensor yang dikirim secara real-time dan fitur tombol manual pada alat dan web yang mampu dengan mudah dalam penggunaannya. Sistem ini juga menghasilkan sensor yang dapat membaca kadar kelembaban tanah dengan status kering, lembab dan basah.

Kata kunci—Irigasi otomatis, IoT, ESP32, greenhouse, kelembaban tanah.

Abstract— Rapid technological developments have driven innovation in various sectors, including agriculture. One of the main challenges in modern agricultural systems, especially greenhouses, is efficient and controlled water management. This study aims to develop an Internet of Things (IoT)-based automatic irrigation system using an ESP32 microcontroller and a soil moisture sensor. The system was developed to monitor soil conditions in real-time and automatically activate the water pump when the humidity is below the threshold. In addition, the system is equipped with an application dashboard for remote monitoring and manual buttons for direct control on site. By using system requirements modeling, hardware and software design, and the creation of block diagrams that show the relationship between components. Flowcharts are used to illustrate the system workflow based on data from the moisture sensor. In addition, design diagrams are compiled to display the circuit schematic and dashboard interface. All these stages aim to produce an efficient automatic irrigation system and support technology-based agriculture. The results are in the form of the development of an Internet of Things (IoT)-based automatic irrigation system in greenhouses, which is equipped with an application dashboard as an information medium through sensor data sent in real-time and manual button features on the tool and the web that are easy to use. This system also produces sensors that can read soil moisture levels with dry, damp and wet status.

Keywords— Automatic irrigation, IoT, ESP32, greenhouse, soil moisture.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang pesat mendorong inovasi dalam berbagai bidang, termasuk dalam sektor pertanian. Salah satu tantangan utama dalam pertanian modern adalah bagaimana mengelola penggunaan air secara efisien, khususnya dalam sistem greenhouse yang membutuhkan lingkungan tumbuh yang stabil dan terkontrol. Teknologi berperan penting dalam menjawab tantangan ini dengan menghadirkan solusi otomatisasi berbasis Internet of Things (IoT)[1].

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem irigasi otomatis menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor kelembaban tanah. Sistem ini mampu memantau kondisi kelembaban tanah secara real-time, dan akan secara otomatis mengaktifkan pompa penyiraman ketika kelembaban tanah berada di bawah ambang batas tertentu. Selain kontrol otomatis, sistem ini juga dilengkapi dengan dashboard aplikasi sebagai media pemantauan jarak jauh, serta tombol fisik untuk pengendalian manual langsung di lokasi.

Teknologi IoT memungkinkan sistem bekerja secara efisien dan responsif. Penggunaan ESP32 memberikan keunggulan dalam hal konektivitas dan integrasi dengan perangkat lain. Fitur pengendalian jarak jauh melalui aplikasi memberikan kemudahan bagi pengguna dalam mengelola irigasi, bahkan tanpa harus berada di lokasi.[2]

Penelitian ini mengacu pada studi-studi sebelumnya. Penelitian oleh Erwin Dwika Putra, Marissa Utami, dan Agastra Galih Setiawan mengembangkan sistem penyiraman otomatis berbasis Arduino UNO dengan pengiriman informasi melalui GSM Shield, namun belum mendukung kontrol otomatis melalui internet[3]. Kemudian, penelitian oleh Saleh Yaakub dan Rezagi Meilano masih bersifat lokal karena hanya menampilkan data pada LCD, tanpa konektivitas IoT[4]. Penelitian oleh Noverta Effendi dkk. sudah menggunakan ESP8266 dan aplikasi Blynk untuk kendali jarak jauh, namun belum menyediakan dashboard terintegrasi dan tombol manual lokal untuk fleksibilitas kontrol[5].

Berbeda dengan penelitian-penelitian tersebut, sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini menggabungkan berbagai keunggulan: pemantauan real-time melalui dashboard, kontrol otomatis dan manual, serta kemampuan pengoperasian jarak jauh maupun langsung di lokasi. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan mikrokontroler berbasis IoT dalam sistem irigasi otomatis berpotensi besar untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air sekaligus memberikan kemudahan bagi petani dalam mengelola sistem pertanian modern berbasis teknologi.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Pemodelan

Pemodelan merupakan tahap awal dalam proses perancangan sistem yang bertujuan untuk menggambarkan konsep kerja dari sistem yang akan dibangun secara menyeluruh dan terstruktur[6]. Pada penelitian ini, pemodelan dilakukan untuk merancang sistem irigasi otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu bekerja secara otomatis dan manual dalam proses penyiraman tanaman di dalam greenhouse[7].

Pemodelan ini mencakup hubungan antar komponen utama seperti sensor kelembaban tanah,

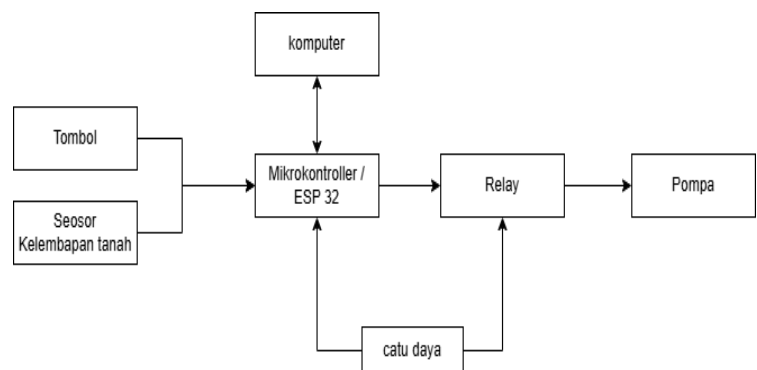
mikrokontroler ESP32, modul relay, pompa air, dan dashboard aplikasi[8]. Pemodelan bertujuan agar sistem dapat memantau kondisi kelembaban tanah secara real-time, dan melakukan penyiraman secara otomatis atau dikendalikan secara manual oleh pengguna[1].

B. Perancangan

Rancangan sistem adalah proses yang digunakan untuk membuat sistem yang efektif dan efisien untuk memenuhi kebutuhan serta mengevaluasi permasalahan dan hambatan yang terjadi pada sistem[9]. Selama proses penelitian yang dilakukan penulis, penulis memperhatikan bahwa masih banyak proses penyiraman tanaman di greenhouse dilakukan secara manual dan belum memanfaatkan teknologi otomatisasi, sehingga penulis merancang sistem irigasi otomatis berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan sensor kelembaban tanah dan mikrokontroler ESP32[2]. Sistem ini juga mengintegrasikan kontrol manual melalui tombol fisik dan kontrol jarak jauh melalui dashboard aplikasi sebagai solusi irigasi yang lebih fleksibel dan hemat air. Pendekatan ini dapat menjadi referensi dalam perancangan sistem pertanian modern yang efisien dan adaptif terhadap kebutuhan lingkungan lokal[8].

C. Diagram blok

Gambar 1 menunjukkan diagram blok yang memiliki peran penting dalam proses perancangan sistem, karena menggambarkan hubungan antar komponen dalam struktur yang saling berinteraksi. Diagram ini membantu memahami alur kerja sistem secara keseluruhan agar dapat dibangun dan dijalankan sesuai dengan desain yang telah direncanakan[10].



Gambar 1. Blok diagram perancangan sistem.

Diagram blok ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu sensor kelembaban tanah, tombol, mikrokontroler ESP32, relay, pompa air, catu daya, dan komputer untuk pemantauan atau pemrograman. Sensor kelembaban tanah berfungsi mendeteksi kadar air dalam tanah dan mengirimkan data ke ESP32 sebagai pusat kendali sistem.

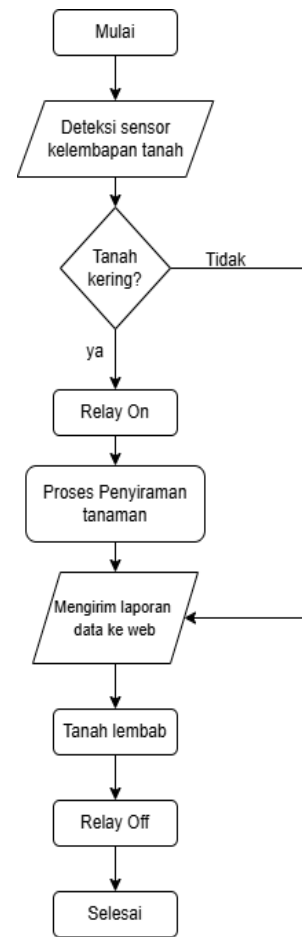
ESP32 kemudian memproses data dan menentukan apakah pompa perlu dinyalakan atau tidak melalui perintah ke modul relay. Jika kelembaban tanah di bawah ambang batas, maka ESP32 akan mengaktifkan relay untuk menyalakan pompa. Selain itu, tombol manual juga dapat digunakan untuk menyalakan pompa secara langsung tanpa menunggu pembacaan sensor.

Semua komponen ini didukung oleh catu daya yang menyediakan tegangan dan arus yang dibutuhkan. Sementara itu, komputer digunakan untuk pemrograman mikrokontroler serta pemantauan data secara real-time melalui antarmuka dashboard.

Dengan demikian, diagram blok ini memberikan gambaran menyeluruh mengenai interaksi antar perangkat dalam sistem irigasi otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air dalam pertanian atau greenhouse.

D. Flowchart

Gambar 2 merupakan diagram alur (flowchart) dari proyek yang menjelaskan tahapan kerja sistem irigasi otomatis di greenhouse, mulai dari pembacaan data kelembaban tanah oleh sensor, pemrosesan data oleh mikrokontroler ESP32, hingga proses aktivasi pompa air secara otomatis atau dashboard aplikasi[11].



Gambar 2. Flowchart.

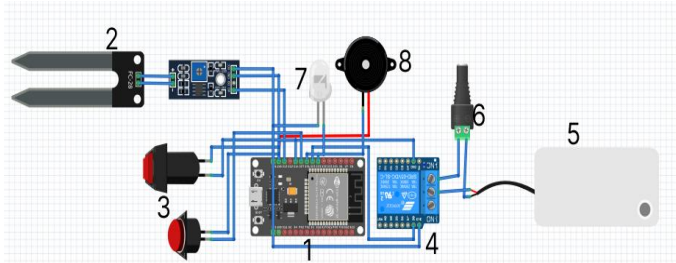
Flowchart ini menggambarkan alur kerja sistem irigasi otomatis yang dimulai dari proses pendeteksian kelembaban tanah oleh sensor. Sensor akan membaca kadar air dalam tanah, kemudian data tersebut dikirim ke mikrokontroler ESP32. Mikrokontroler akan menganalisis apakah kondisi tanah kering atau tidak. Pada kondisi ini sistem akan terus memantau sensor secara berkala. tetapi, jika tanah terdeteksi kering, maka ESP32 akan mengaktifkan relay untuk menyalakan pompa air dan memulai proses penyiraman tanaman. Selama penyiraman ini, sistem akan terus memantau kelembaban tanah dan secara bersamaan mengirimkan laporan data ke dashboard aplikasi.

Ketika kelembaban tanah sudah mencapai batasnya $>50\%$ (tanah lembab), mikrokontroler (ESP32) akan mematikan relay, sehingga pompa berhenti bekerja. Setelah itu, proses irigasi otomatis dinyatakan selesai dan sistem akan kembali ke siklus

awal untuk terus memantau kelembaban tanah dan mengirim data ke dashboard.

E. Diagram desain

Adapun analisis keluaran yang di hasilkan pada sistem irigasi otomatis secara keseluruhan terdiri dari beberapa modul diantaranya, ESP32(1), sensor soil moisture(2), tombol (3), relay(4), pompa dc(5), adaptor 12v(6), lampu LED(7), buzzer(8).



Gambar 3. Rangkaian sistem

Pada rangkaian di atas, setiap perangkat dapat saling terhubung karena masing-masing memiliki pin khusus yang berfungsi sebagai jalur komunikasi antar komponen. Pin-pin ini memungkinkan setiap perangkat untuk bertukar sinyal dan berjalan secara terkoordinasi dalam sistem. Dengan konfigurasi pin yang tepat, semua perangkat dapat menjalankan fungsinya secara otomatis sesuai rancangan sistem.

Tabel 1. ESP32 ke relay

ESP32	Relay
Pin 25	In 1
Gnd	Gnd
Vcc	Vcc

Tabel di atas menunjukkan koneksi antara ESP32 dan modul relay. Pin 25 pada ESP32 terhubung ke pin IN1 pada relay. GND dan VCC pada kedua perangkat juga dihubungkan untuk menyamakan ground dan memberikan daya ke modul relay, sehingga relay dapat bekerja sesuai perintah.

Tabel 2. ESP32 ke sensor

ESP32	Sensor kelembaban tanah
Pin 34	AO
Gnd	Gnd
Vcc	Vcc

Tabel di atas menunjukkan koneksi antara ESP32 dan sensor kelembaban tanah. Pada pin AO (Analog Output) pada sensor dihubungkan ke pin 34 ESP32

untuk mengirimkan data kelembaban secara analog. GND dan VCC dihubungkan untuk menyamakan ground dan memberikan daya ke sensor agar dapat berfungsi dengan baik.

Tabel 3. ESP32 ke buzzer

ESP32	Buzzer
Pin 33	VIN
Gnd	Gnd

Tabel di atas menunjukkan koneksi antara ESP32 dan buzzer. Pin 33 pada ESP32 terhubung ke pin VIN pada buzzer untuk mengirimkan sinyal suara, sedangkan GND disambungkan untuk menyamakan ground agar buzzer dapat bekerja dengan benar.

Tabel 4. Esp ke button control mode

ESP 2	Button Mode
Pin 27	VIN
Gnd	Gnd

Tabel di atas menunjukkan koneksi antara ESP32 dan tombol mode. Pada pin 27 ESP32 terhubung ke pin VIN pada tombol untuk membaca input saat tombol ditekan, sedangkan GND disambungkan dengan GND tombol sehingga tombol dapat berfungsi dengan baik.

Tabel 5. ESP32 ke button control relay

ESP32	Button Relay
Pin 26	VIN
Gnd	Gnd

Pada tabel di atas ini sama dengan tombol sebelumnya (Button mode) dan hanya membedakan Pin 26 dengan VIN dan Gnd ESP32 dengan Gnd pada tombol relay sehingga tombol bisa berfungsi dengan baik

Tabel 6. ESP32 ke Led

ESP32	Led
Pin 32	VIN
Gnd	Gnd

Tabel di atas menunjukkan komponen ESP32 dan Led dengan sambungan Pin 32 dengan Vin dan Gnd ESP32 dan Gnd pada lampu agar berfungsi dengan baik.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. pengujian perangkat keras

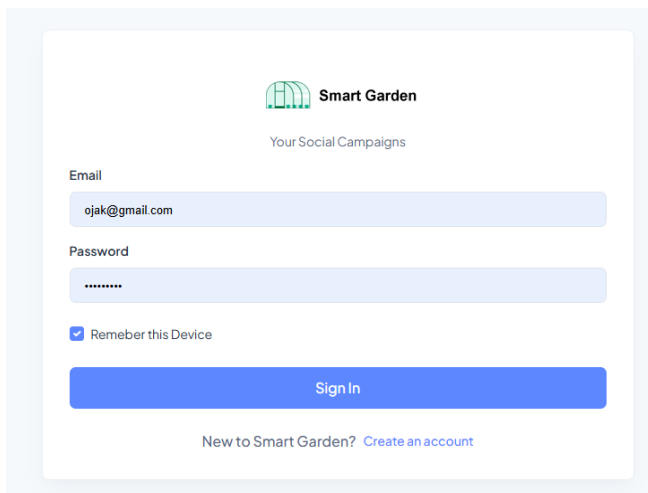
Pada pengujian perangkat keras dilakukan dengan cara menyambungkan kabel ke power supply kemudian menekan tombol pada perangkat dan juga bisa menekan tombol pada aplikasi. Pengujian perangkat keras dilakukan pada blok rangkaian alat yang meliputi:

1. ESP32
2. Sensor kelembaban tanah
3. Lampu led
4. Adaptor
5. Pompa DC 12v
6. Modul Relay 5v
7. Push button
8. Buzzer
9. Kabel jumper
10. Breadboard

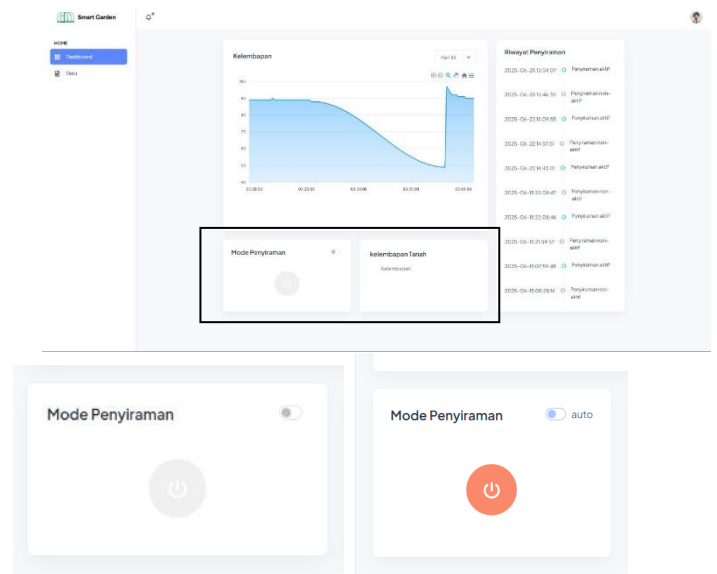
Pengujian ini di bantu dengan menggunakan perangkat lunak yang di buat dengan menggunakan aplikasi Arduino IDE dan dashboard aplikasi sebagai dashboard untuk membantu penerimaan data.

B. Pengujian aplikasi

Pengujian Aplikasi dengan mencoba login dengan akun jika sudah memiliki akun maka login dengan akun tersebut, kemudian masuk dalam tampilan nya yang terdapat fitur tombol pada bagian bawah tampilan:



Gambar 4. Login dashboard



Gambar 5. Tombol dashboard

C. Pengujian sensor

Pada pengujian ini sensor di setting dengan hasil nilai yang di baca oleh sensor dengan rata rata kelembaban tanah sekitar 221 – 520 di atas itu status akan menjadi basah dan jika kelembaban tanah dibawah 220 maka status akan kering dengan ini pengujian di lakukan dengan cara menancapkan sensor ke dalam wadah yang berisi air sehingga dapat mendeteksi kelembaban dengan delay selama 10-11 detik[5], berikut hasil data dari nilai pembacaan sensor dengan rata rata yang telah di tentukan dan dapat di lihat pada tabel ini :

Tabel 7. Pengujian Sensor

No	Waktu	Kelembaban
1.	12.15:47	58%
2.	12.15:36	58%
3.	12.15:25	58%
4.	12.15:14	58%
5.	12.15:02	58%
6.	12.14:51	57%
7.	12.14:39	58%
8.	12.14:29	58%
9.	12.14:18	58%
10.	12.14:06	58%

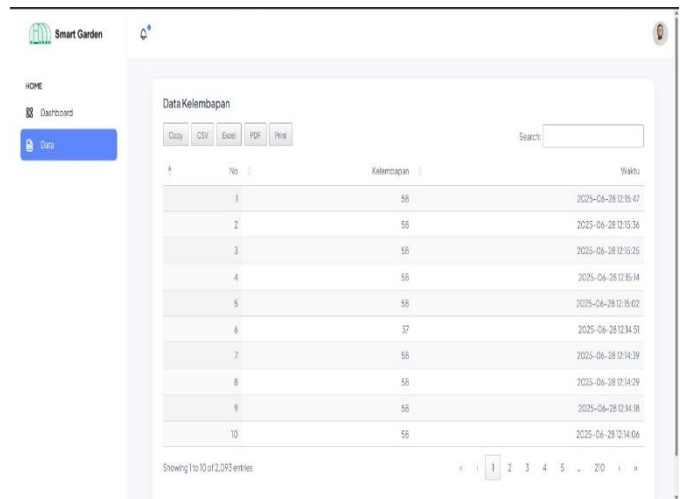
Pada tabel ini nilai sensor menggunakan persetase dikarenakan menghitung rata rata pembacaan nilai

pada sensor sehingga yang di dapat nilai pada tabel di atas.

D. Prinsip kerja alat

Sistem irigasi otomatis ini bekerja dengan membaca kelembaban tanah menggunakan sensor yang terhubung ke ESP32. Jika kelembaban di bawah nilai dari hasil baca sensor sebesar 221 dengan kondisi tanah kering, maka pompa akan menyala otomatis hingga kelembaban tanah kembali normal. Selain itu sistem juga memiliki fitur tombol manual pada perangkat dan di aplikasi, yang memungkinkan pengguna menyalakan atau mematikan pompa secara langsung[5].

Seluruh data dan status pada sistem dapat dipantau secara langsung melalui dashboard aplikasi yang terintegrasi dengan ESP32 dan sensor kelembaban tanah. Pada dashboard juga terdapat fitur untuk melihat kondisi status tanah saat ini seperti kering, lembab dan basah, pada sistem ini digunakan pembacaan nilai pada sensor dengan rata rata nilai yang di baca sensor adalah jika kering maka nilai yang di dapat 220 dan juga jika lembab maka nilai menunjukkan 221-520 maka itu normal bagi sebagian tanaman dan jika 521-1022 maka tanah termasuk basah dan tidak baik bagi tanaman[5].

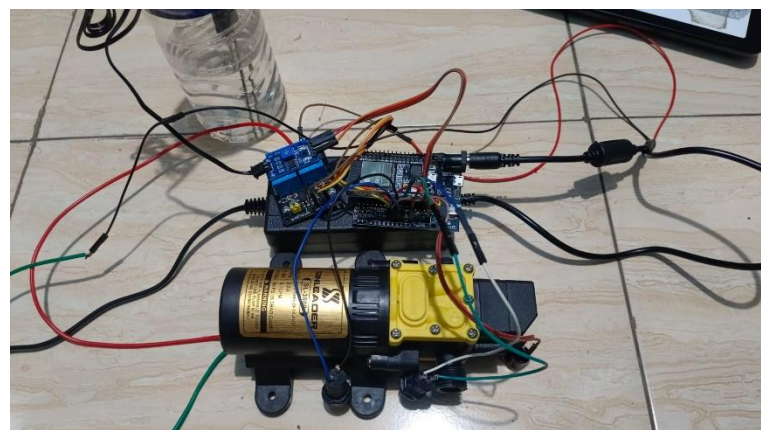
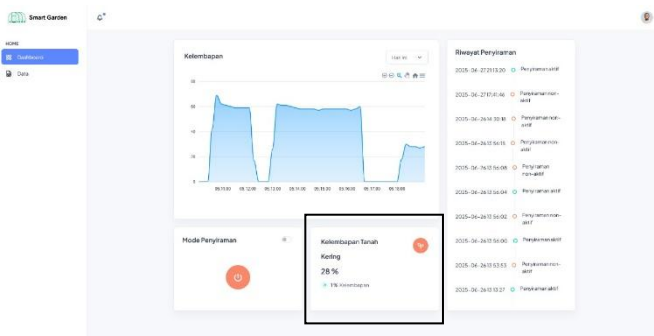


No	Kelembapan	Waktu
1	58	2025-06-28 12:15:47
2	58	2025-06-28 12:15:36
3	58	2025-06-28 12:15:25
4	58	2025-06-28 12:15:14
5	58	2025-06-28 12:15:02
6	57	2025-06-28 12:14:51
7	58	2025-06-28 12:14:39
8	58	2025-06-28 12:14:29
9	58	2025-06-28 12:14:18
10	58	2025-06-28 12:14:06

Gambar 6. Dashboard data

E. Hasil rangkaian keseluruhan

Dengan hasil rangkaian yang sudah dibuat pada Gambar 7, alat ESP32 dengan perangkat lainnya dapat saling terhubung dengan baik dan berfungsi sesuai dengan perancangan sistem. ESP32 berperan sebagai pusat kendali yang menerima data dari sensor kelembaban tanah serta mengatur relay untuk pompa air secara otomatis. Komunikasi antara komponen berjalan stabil, dan proses pembacaan sensor berdasarkan nilai pada kelembaban dapat dilakukan secara real-time dengan website dashboard yang telah di kembangkan .



Gambar 7. Tampilan Rangkaian

F. Hasil rangkaian sistem irigasi otomatis yang sudah di buat dan di rangkai

Hasil dari pengembangan sistem irigasi otomatis yang telah dirancang secara menyeluruh menggunakan mikrokontroler ESP32 menunjukkan

bahwa sistem ini telah berhasil dikembangkan dan diimplementasikan dengan baik. Seluruh rangkaian yang ada dari komponen-komponen, termasuk sensor kelembaban tanah, Relay, serta integrasi dengan dashboard berbasis web, dapat terhubung dan berfungsi secara optimal sesuai dengan tujuan awal pengembangan. Sistem mampu melakukan pemantauan kelembaban secara real-time serta mengaktifkan irigasi secara otomatis maupun manual dengan fitur menekan tombol pada aplikasi atau alat yang telah di buat, menunjukkan bahwa desain yang diterapkan telah berjalan sesuai dengan spesifikasi teknis dan kebutuhan fungsional yang telah ditetapkan sebelumnya.

IV. KESIMPULAN

Dengan ini telah di kembangkan sistem irigasi otomatis berbasis IoT. Berdasarkan hasil pengukuran dan analisis keseluruhan dapat di simpulkan bahwa sistem ini bekerja melalui sensor kelembaban tanah dengan nilai pada kondisi tanah < 220 dengan status kering, 221-520 dengan status lembab dan 521-1022 dengan status basah. Perlu di ingat nilai yang di berikan adalah nilai dari pembacaan sensor belum di kalkulasikan menjadi presentase akan tetapi agar mempermudah pembacaan maka di dalam dashboard web di perjelas menjadi presentase Dalam hal ini pilihan terbaik dalam menjaga tanah agar tanaman tetap optimal dengan memberikan tanaman dalam status lembab jika dalam kondisi tertentu belum sesuai yang ingin di tentukan terdapat fitur tombol manual yang berada di perangkat dan di dasbord aplikasi bisa di gunakan dalam keadaan tertentu dan bisa di gunakan dalam pengelolaan alat atau pemeliharaan alat lebih lanjut.

REFERENSI

- [1] G. Heru Sandi and Y. Fatma, "Pemanfaatan Teknologi Internet of Things (Iot) Pada Bidang Pertanian," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.,* vol. 7, no. 1, pp. 1–5, 2023, doi: 10.36040/jati.v7i1.5892.
- [2] Miftahul Walid, H. Hoiriyah, and A. Fikri, "PENGEMBANGAN SISTEM IRIGASI PERTANIAN BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)," *J. Mnemon.,* vol. 5, no. 1, pp. 31–38, 2022, doi: 10.36040/mnemonic.v5i1.4452.
- [3] erwin dwika Putra, M. Utami, and agastra galih Setiawan, "PENYIRAM TANAMAN OTOMATIS SENSOR KELEMBABAN TANAH YL-39, YL-69 DAN GSM SHIELD ATWIN QUAD-BAND," *J. Inf. Technol. Comput. Sci.,* vol. 3 Nomor 2, 2020.
- [4] S. Yaakub and R. Meilano, "Potensi Sensor Kelembaban Tanah YL-69 Sebagai Pemonitor Tingkat Kelembaban Media Tanam Palawija," *J. Elektron. List. dan Teknol. Inf. Terap.,* vol. 1, no. 1, p. 7, 2020, doi: 10.37338/e.v1i1.93.
- [5] N. Effendi, W. Ramadhani, and F. Farida, "Perancangan Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah Berbasis IoT," *J. CoSciTech (Computer Sci. Inf. Technol.,* vol. 3, no. 2, pp. 91–98, 2022, doi: 10.37859/coscitech.v3i2.3923.
- [6] Rudi Hartono, "Penerapan Kanban Model Sebagai Metode Perancangan Sistem Informasi (Studi Kasus: Pemetaan Sekolah SMA/K/MA Kota Tasikmalaya)," *J. Petik,* vol. 8, no. 1, pp. 27–34, 2022, [Online]. Available: <https://journal.institutpendidikan.ac.id/index.php/petik/article/view/1247>
- [7] I. Putu, Y. Indrawan, P. Gede, and S. Cipta Nugraha, "Rancangan dan Implementasi Sistem E-Learning Berbasis Web," *Jp2,* vol. 3, no. 3, pp. 367–374, 2020.
- [8] I. Kadek, D. Cahya Nurhadinata, W. Hayuhardhika, N. Putra, and I. Arwani, "Pengembangan Sistem Monitoring Kelembaban dan Penyiraman Otomatis berbasis Internet of Things pada Perkebunan Salak di Desa Duda Timur," *J. Pengemb. Tek. Inf. dan Ilmu Komput.,* vol. 7, no. 6, pp. 2975–2983, 2023, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [9] E. W. Fridayanthie, H. Haryanto, and T. Tsabitah, "Penerapan Metode Prototype Pada Perancangan Sistem Informasi Penggajian Karyawan (Persis Gawan) Berbasis Web," *Paradig. - J. Komput. dan Inform.,* vol. 23, no. 2, pp. 151–157, 2021, doi: 10.31294/p.v23i2.10998.
- [10] S. Ramdany, "Penerapan UML Class Diagram dalam Perancangan Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Web," *J. Ind. Eng. Syst.,* vol. 5, no. 1, 2024, doi: 10.31599/2e9afp31.
- [11] Novianti Indah Putri, Zen Munawar, Rita Komalasari, Iswanto, Hernawati, and Dandun Widhiantoro, "Prototype Digital Farming System Untuk Kelompok Tani," *Darma Abdi Karya,* vol. 2, no. 1, pp. 21–30, 2023, doi: 10.38204/darmaabdikarya.v2i1.1350.