

Implementasi Sistem Penyiraman Otomatis dan Pemantauan Kelembaban Tanah Berbasis NodeMCU, nRF24L01, dan Blynk

^{1*}Lastoni Wibowo, ²Muhammad Fakhar Wicaksono, ³Retno Wahyusari

^{1,2} Program Studi S1 Teknik Elektro, Universitas Teknologi Ronggolawe

³ Program Studi S1 Informatika, Universitas Teknologi Ronggolawe

E-mail: *¹lastoni.wibowo@gmail.com, ²fm9719188@gmail.com, ³retnowahyusari@gmail.com

Penulis Korespondens : Lastoni Wibowo

Abstrak— Penelitian ini mengembangkan sistem penyiraman otomatis dan pemantauan kelembaban tanah berbasis NodeMCU ESP8266, modul nRF24L01, dan aplikasi Blynk untuk meningkatkan efektivitas pengelolaan irigasi. Sistem memantau kelembaban tanah secara real-time dan mengendalikan penyiraman secara otomatis berdasarkan nilai kelembaban yang terukur. Hasil pengujian menunjukkan sistem bekerja sesuai rancangan, yaitu mengaktifkan penyiraman saat kelembaban tanah berada di bawah 60% dan menghentikannya ketika kelembaban mencapai nilai yang ditentukan. Penerapan Internet of Things (IoT) dilakukan melalui pemantauan kondisi tanah yang dilakukan secara jarak jauh melalui aplikasi Blynk. Selain itu, hasil pengujian komunikasi nirkabel menggunakan modul nRF24L01 menunjukkan jarak transmisi maksimum mencapai 40 meter pada pengujian di luar ruangan dan 10 meter pada pengujian di dalam ruangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu mendukung pengelolaan penyiraman yang lebih efektif dan otomatis.

Kata Kunci— Sistem Penyiraman Otomatis, Kelembaban Tanah, NodeMCU ESP8266, nRF24L01, Internet of Things.

Abstract— This study developed an automatic irrigation and soil moisture monitoring system based on the NodeMCU ESP8266, nRF24L01 wireless module, and Blynk application to improve irrigation management efficiency. The system monitors soil moisture in real time and automatically controls irrigation based on measured moisture levels. Test results showed that the system operated as designed by activating irrigation when soil moisture dropped below 60% and stopping it once the predefined threshold was reached. The implementation of the Internet of Things (IoT) enables remote monitoring of soil conditions through the Blynk application. In addition, wireless communication tests using the nRF24L01 module demonstrated a maximum transmission range of 40 meters in outdoor environments and 10 meters in indoor environments. The results indicate that the proposed system can support more effective and automated irrigation management.

Keywords— Automatic Irrigation, Soil Moisture, NodeMCU ESP8266, nRF24L01, Internet of Things.

This is an open access article under the CC BY-SA License.



I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang mempunyai potensi yang besar dalam hal pertanian karena potensi geografisnya. Di Indonesia terdapat banyak lahan yang bisa dimanfaatkan sebagai lahan pertanian. Di bidang pertanian, pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi oleh penyiraman

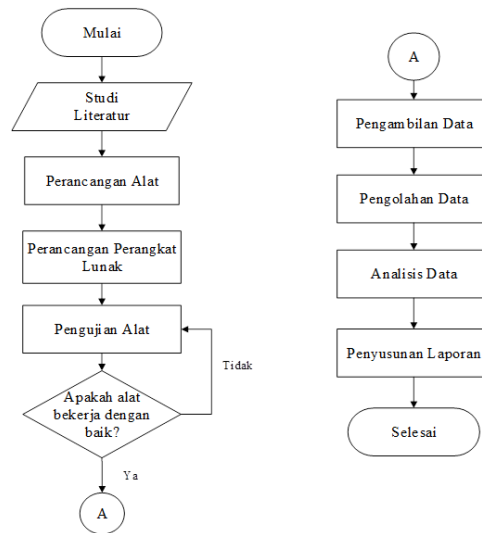
tanaman serta keadaan lingkungan yang tepat [1]. Penyiraman tanaman sering menjadi tantangan bagi petani. Ketidakhadiran petani atau kesibukan petani sering menyebabkan ketidakcocokan dalam penyiraman tanaman. Oleh karena itu diperlukan suatu solusi dan teknologi untuk memaksimalkan proses penyiraman tanaman agar mempermudah petani merawat tanaman serta pertumbuhan tanaman dapat dimaksimalkan dengan baik [2].

Salah satu teknologi yang sudah dikembangkan adalah sistem monitoring dan penyiraman tanaman otomatis berbasis Internet of Things (IoT) [3], [4], [5]. Dalam konsep IoT, setiap elemen terintegrasi menjadi bagian dari sebuah sistem cerdas yang memanfaatkan jaringan internet untuk memproses informasi yang diperlukan [6]. Penerapan teknologi IoT dalam bidang pertanian adalah untuk mengatasi kualitas kelembaban tanah. Kelembaban tanah adalah salah satu parameter lingkungan yang memiliki dampak signifikan terhadap pertumbuhan dan kesehatan tanaman [3], [7], [8]. Namun demikian, teknologi IoT sangat memerlukan jaringan internet, sedangkan pada lahan pertanian yang luas jaringan internet susah didapatkan, sehingga penginderaan kelembaban tanah secara langsung susah untuk dilakukan. Oleh karena itu, proses penginderaan secara jarak jauh diperlukan untuk mendeteksi keadaan kelembaban tanah pada lahan pertanian [9].

Penelitian ini mengembangkan prototipe sistem penginderaan kelembaban tanah nirkabel dan penyiraman tanaman otomatis berbasis Internet of Things (IoT). Sistem menggunakan Capacitive Soil Moisture Sensor [4] untuk mengukur kelembaban tanah dan modul nRF24L01 [9] untuk mengirimkan data secara nirkabel. Data yang diterima oleh NodeMCU ESP8266 [7] diproses untuk mengendalikan penyiraman otomatis berdasarkan kondisi kelembaban tanah serta dikirim ke server Blynk [1] untuk keperluan monitoring secara real-time. Dengan demikian, sistem mampu melakukan pemantauan dan pengelolaan penyiraman tanaman secara otomatis dan jarak jauh.

II. METODE

Dalam penelitian ini dibuat sebuah infrastruktur sistem penyiraman tanaman otomatis yang dilengkapi dengan sensor kelembaban tanah yang bekerja secara nirkabel. Pada sistem yang dirancang terdapat dua bagian utama, yaitu bagian transmitter dan receiver. Bagian transmitter terdiri atas capacitive soil moisture sensor, Sensor DHT22, modul transceiver nRF24L01 dan NodeMCU ESP8266. Sedangkan bagian receiver terdiri atas modul transceiver nRF24L01, NodeMCU ESP8266 dan server Blynk. Pada bagian transmitter, capacitive soil moisture sensor difungsikan sebagai pendeteksi kelembaban tanah nirkabel yang dirancang agar dapat mendeteksi kelembaban tanah pada lahan pertanian dengan jarak jangkauan yang lebih luas sehingga dapat menjangkau area pertanian yang tidak terjangkau jaringan internet. Sensor DHT22 digunakan sebagai pendeteksi suhu dan kelembaban udara di area lahan pertanian. Data sensor dikirim secara nirkabel ke receiver untuk diolah dalam menentukan kondisi tanah dan mengendalikan penyiraman otomatis. Selain itu, NodeMCU mengirimkan data ke server Blynk untuk pemantauan secara real-time. Sistem monitoring menampilkan informasi kelembaban tanah, suhu, kelembaban udara, dan status penyiraman lahan pertanian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

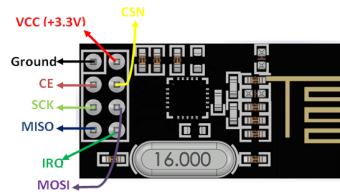
Pada penelitian ini detail tahapan penelitian disajikan pada Gambar 1. Penelitian diawali dengan studi literatur untuk mengumpulkan referensi dan informasi yang relevan mengenai sistem penyiraman otomatis, sensor, serta komunikasi nirkabel. Selanjutnya dilakukan perancangan alat yang meliputi pemilihan dan penyusunan komponen perangkat keras, kemudian dilanjutkan dengan perancangan perangkat lunak untuk mengatur proses monitoring dan kontrol penyiraman.

Setelah tahap perancangan selesai, dilakukan pengujian alat untuk memastikan seluruh sistem bekerja sesuai dengan yang direncanakan. Jika hasil pengujian menunjukkan alat belum berfungsi dengan baik, maka dilakukan perbaikan dan pengujian ulang hingga sistem bekerja optimal. Setelah alat berfungsi dengan baik, dilakukan pengambilan data, yang kemudian dilanjutkan dengan pengolahan dan analisis data untuk mengevaluasi kinerja sistem. Tahap terakhir adalah penyusunan laporan sebagai dokumentasi hasil penelitian dan penarikan kesimpulan

A. Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini alat dan bahan yang digunakan adalah

1. **Modul Transceiver nRF24L01:** nRF24L01 adalah modul transceiver nirkabel yang memiliki kemampuan untuk mengirim dan menerima data secara dua arah yang beroperasi pada frekuensi 2.4GHz. Dengan efisiensi operasi yang baik, modul ini dapat menjangkau jarak hingga 100 meter (200 kaki), menjadikannya pilihan yang tepat untuk proyek kendali jarak jauh nirkabel [9]. Bentuk fisik modul Transceiver nRF24L01 disajikan pada Gambar 2.



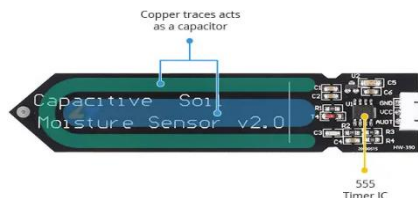
Gambar 2. Bentuk Fisik Modul Tranceiver nRF24L01 [9]

2. **NodeMCU ESP8266:** adalah firmware berbasis Lua yang bersifat open-source dan papan pengembangan yang dirancang khusus untuk aplikasi berbasis Internet of Things (IoT). Firmware ini berjalan pada System-on-a-Chip (SoC) Wi-Fi ESP8266 yang diproduksi oleh Sistem Espressif, serta perangkat keras yang menggunakan modul ESP-12. Dengan NodeMCU, pengembang dapat dengan mudah memprogram dan menghubungkan perangkat ke jaringan Wi-Fi untuk keperluan aplikasi IoT, seperti mengontrol perangkat, mengumpulkan data, dan berinteraksi dengan berbagai layanan online [3], [5], [7]. NodeMCU ESP8266 disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. NodeMCU ESP8266 [2]

3. **Capacitive Soil Moisture Sensor:** adalah sensor yang memiliki keistimewaan karena dapat dengan mudah ditempelkan ke dalam tanah dan menghasilkan sinyal analog yang berbanding lurus dengan tingkat kelembaban tanah. Ketika tanah semakin basah, nilai keluaran sensor akan menurun, sedangkan ketika tanah semakin kering, nilai keluaran akan meningkat. Tingkat keluaran sensor pada daya 5V berkisar dari sekitar 1,5V untuk tanah basah hingga 3V untuk tanah kering [8]. Gambar 4 menunjukkan bentuk Capacitive Soil Moisture Sensor.



Gambar 4. Capacitive Soil Moisture Sensor [8]

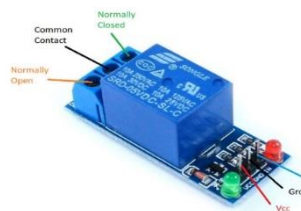
4. **Sensor Suhu dan Kelembaban DHT22:** adalah sensor suhu dan kelembaban yang sering digunakan karena tingkat akurasi yang tinggi. Sensor DHT22 memiliki rentang pengukuran suhu dari -40°C hingga 80°C dan kelembaban dari 0% hingga 100%, dengan

akurasi $\pm 1^{\circ}\text{C}$ untuk suhu dan $\pm 1\%$ untuk kelembaban. Gambar 5 menunjukkan bentuk Sensor suhu dan kelembaban DHT22 [10].



Gambar 5. Sensor Suhu dan Kelembaban DHT22 [10]

5. **Solenoid Valve dan Modul Relai:** Relai adalah perangkat elektromekanis yang menggunakan arus listrik untuk mengontrol pembukaan atau penutupan kontak saklar [8], [11]. Dalam penelitian ini modul relai digunakan untuk menyalakan dan mematikan solenoid valve. Solenoid Valve merupakan perangkat elektromekanis yang menggunakan arus listrik untuk mengoperasikan katup. Dalam penelitian ini solenoid valve digunakan untuk memberikan aliran air untuk menyiram lahan pertanian yang terdeteksi kering oleh sistem penyiraman otomatis [11]. Gambar 6.a adalah bentuk modul relai, sedangkan Gambar 6.b merupakan bentuk Solenoid Valve.



a



b

Gambar 6. a. Modul Relai; b. Solenoid Valve [11]

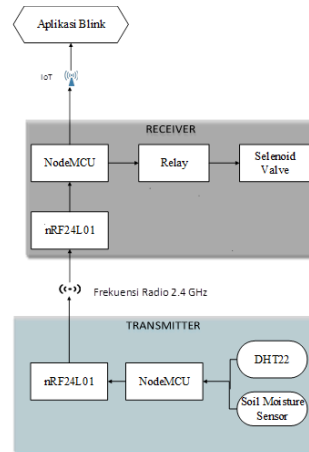
6. **Blynk:** adalah sebuah aplikasi smartphone yang tersedia untuk platform iOS dan Android. Aplikasi ini dirancang untuk mengontrol berbagai perangkat seperti Arduino, Raspberry Pi, ESP8266, WEMOS D1, dan modul lainnya yang dapat terhubung dengan internet. Blynk termasuk dalam kategori aplikasi Internet of Things (IoT) karena memungkinkan pengontrolan peralatan dari jarak jauh melalui koneksi internet. [1], [8]. Gambar 8 menunjukkan logo aplikasi Blynk.



Gambar 8. Logo Aplikasi Blynk [8]

B. Perancangan Alat

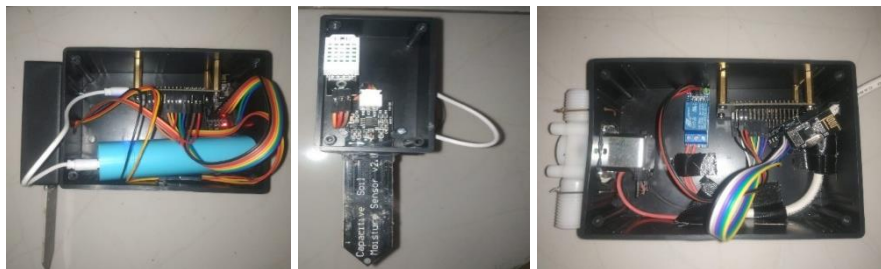
Pada tahap perancangan alat dibuat prototipe sistem penyiraman tanaman otomatis yang terdiri dari 2 bagian yaitu bagian transmitter dan receiver. Blok diagram desain prototipe yang dibuat dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Blok Diagram Desain Prototipe

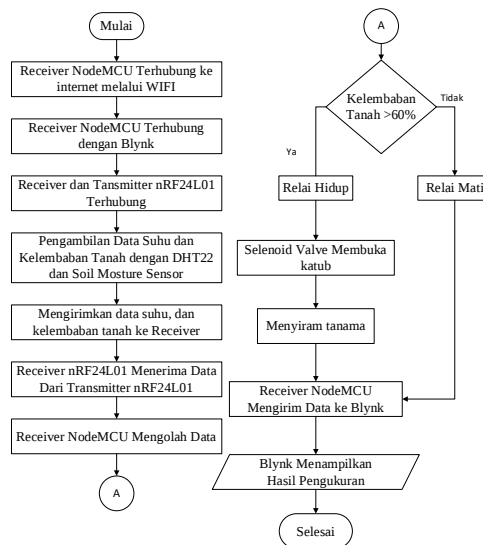
Pada gambar 9 didesain 2 bagian prototipe yaitu transmitter dan receiver. Pada bagian transmitter terdiri atas capacitive soil moisture sensor, sensor DHT22, Modul Transceiver nRF24L01 dan nodeMCU ESP8266. Sedangkan bagian receiver terdiri atas modul tranceiver nRFL01, NodeMCU ESP8266, Modul relai dan Solenoid Valve. Selain prototipe sistem juga memanfaatkan server Blynk sebagai sarana penampil data dari perangkat protipe. Data yang ditampilkan pada server Blynk adalah data kelembaban tanah, suhu dan kelembaban udara serta keadaan penyiraman lahan pertanian.

Dalam prosesnya, Pada tahap pembuatan alat ini dibagi menjadi 2 tahap, yaitu perancangan dan pembuatan perangkat keras prototipe dan perancangan perangkat lunak. Pada tahap perancangan dan pembuatan perangkat keras prototipe dilakukan melalui perakitan atau instalasi semua bahan. NodeMCU ESP8266, Modul tranceiver nRF24L01, Sensor DHT22, Modul Relai dan Solenoid valve dirakit menjadi satu kesatuan perangkat sistem penyiraman otomatis. Gambar 10 menyajikan perangkat keras yang sudah dirakit menjadi prototipe.



Gambar 10. Perangkat Keras Prototipe

Pada tahap perancangan perangkat lunak, NodeMCU ESP8266 diprogram untuk menerima, mengirim, dan mengolah data sensor serta mengendalikan sistem penyiraman otomatis. Sistem bekerja berdasarkan nilai kelembaban tanah yang terukur. Jika kelembaban tanah berada di bawah 60%, NodeMCU mengaktifkan relai yang terhubung ke solenoid valve sehingga proses penyiraman dimulai. Sebaliknya, ketika kelembaban tanah telah mencapai lebih dari 60%, NodeMCU mematikan relai sehingga aliran air terhenti. Dengan mekanisme ini, penyiraman tanaman dapat berlangsung secara otomatis sesuai kondisi kelembaban tanah. Gambar 11. Menyajikan flowchart perangkat lunak yang didesain.

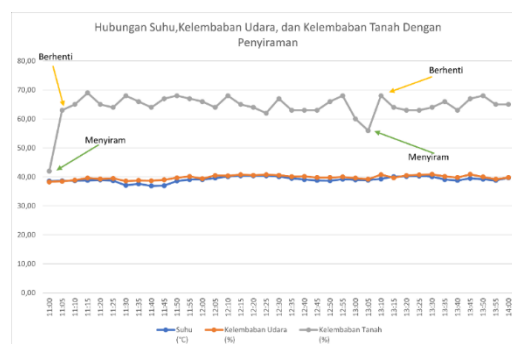


Gambar 11. Flowchart perangkat lunak

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil dan Pembahasan Pembacaan Sensor dan Keadaan Penyiraman

Pengujian dilakukan pada lahan pertanian pukul 11.00–14.00 dengan mengukur kelembaban tanah menggunakan soil moisture sensor serta suhu dan kelembaban udara menggunakan sensor DHT22. Data hasil pembacaan sensor dan keadaan penyiraman disajikan melalui grafik pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik Data Pembacaan Sensor dan Keadaan Penyiraman

Hasil pengujian pada Gambar 12 menunjukkan bahwa saat kelembaban tanah berada di bawah 60%, sistem secara otomatis mengaktifkan penyiraman, dan penyiraman berhenti setelah kelembaban tanah meningkat di atas 60%. Pada pukul 11.00, kelembaban tanah terukur 42% sehingga penyiraman aktif dan berhenti pada pukul 11.05 saat kelembaban mencapai 63%. Penyiraman kembali aktif pada pukul 13.05 ketika kelembaban turun menjadi 56% dan berhenti pada pukul 13.10 setelah mencapai 68%. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem bekerja sesuai dengan rancangan yang telah ditetapkan.

B. Hasil Dan Pembahasan Pengujian Jarak Transmisi Sensor Nirkabel

Pada bagian ini diuji seberapa jauh jarak transmisi bagian transmitter dan receiver dalam mengirim dan menerima data. Pengujian dilakukan pada 2 keadaan yaitu dalam ruangan dan luar ruangan. Dalam pengujian, data yang dikirimkan adalah data pembacaan sensor yaitu kelembaban tanah, suhu dan kelembaban udara. Sedangkan jarak pengujian adalah 10-50 Meter. Gambar 13 menunjukkan ilustrasi pengukuran jarak transmisi pengiriman data antara transmitter dan receiver pada saat pengujian.



Gambar 13. Pengukuran Jarak Transmisi Pengiriman Data Antara Transmitter Dan Receiver

Hasil pengujian jarak transmisi pengiriman data secara nirkabel di luar ruangan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian jarak transmisi pengiriman data secara nirkabel di luar ruangan

No	Jarak (M)	Pengiriman Data		Data		
		Berhasil	Gagal	Suhu	Kelembapan Udara	Kelembapan Tanah
1	10	✓		40,50°C	50,00%	60%
2	20	✓		40,00°C	40,50%	58%
3	30	✓		39,70°C	40,10%	59%
4	40	✓		39,30°C	40,00%	53%
5	50		✓			

Hasil pengujian jarak transmisi pengiriman data secara nirkabel di dalam ruangan disajikan pada Tabel 2.

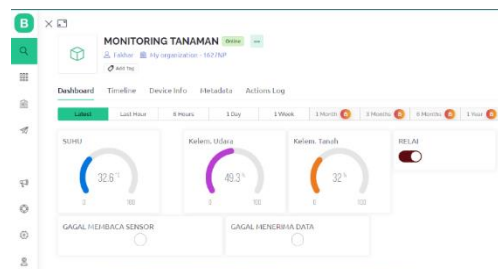
Tabel 2. Hasil pengujian jarak transmisi pengiriman data secara nirkabel di dalam ruangan

No	Jarak (M)	Pengiriman Data		Data		
		Berhasil	Gagal	Suhu	Kelembapan Udara	Kelembapan Tanah
1	10	✓		36,70°C	38,00%	60%
2	20		✓			
3	30		✓			
4	40		✓			
5	50		✓			

Tabel 1 Menunjukkan bahwa pada pengujian di luar ruangan jarak transmisi maksimum yang dapat dilakukan transmitter ke receiver dalam pengiriman data secara nirkabel adalah 40 meter. Sedangkan Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian di dalam ruangan jarak transmisi pengiriman data secara nirkabel lebih pendek yaitu hanya sampai jarak 10 meter. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan sensor nirkabel lebih efektif jika diaplikasikan diluar ruangan yang bebas penghalang, seperti pada lahan pertanian.

C. Hasil Perancangan Sistem Monitoring pada Blynk

Dalam penelitian ini selain otomatisasi penyiraman lahan pertanian, juga dirancang dan diintegrasikan sistem monitoring di server Blynk yang dapat menampilkan hasil pembacaan kelembaban tanah, suhu dan kelembaban udara serta keadaan penyiraman lahan pertanian. Tampilan sistem monitoring pada server Blynk yang dirancang disajikan pada gambar 14.



Gambar 14. Tampilan Sistem Monitoring pada Server Blynk

IV. KESIMPULAN

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem penyiraman dapat bekerja sesuai dengan desain yang dirancang. Hal ini ditunjukkan melalui efektifitas sistem yang dapat menyiram lahan pertanian secara otomatis pada saat soil moisture sensor mendeteksi kelembaban tanah terukur di bawah 60%, dan sistem berhenti menyiram pada saat kelembaban tanah terukur di atas 60%. Penerapan penginderaan jarak jauh juga berhasil dilakukan melalui pemanfaatan tranceiver nRF24L01. Hasil pengujian menunjukkan tranceiver nRF24L01 dapat melakukan pengiriman data hingga jarak 40 meter pada pengiriman data di luar ruangan dan 10 meter pada pengiriman data di dalam ruangan. pengiriman data di dalam ruangan lebih pendek daripada di luar ruangan dipengaruhi oleh adanya penghalang yang mengakibatkan pengiriman data tidak berjalan lancar. Selanjutnya dalam penerapan sistem monitoring, pada penelitian ini juga sudah berhasil

merancang sistem monitoring yang dapat menampilkan data kelembaban tanah, suhu dan kelembaban udara serta keadaan penyiraman yang ditampilkan melalui server Blynk.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Ulinuha and A. G. Riza, "SISTEM MONITORING DAN PENYIRAM TANAMAN OTOMATIS BERBASIS ANDROID DENGAN APLIKASI BLYNK," *Abdi Teknayasa*, pp. 26–31, Jul. 2021, doi: 10.23917/abditeknayasa.v2i1.318.
- [2] A. K. Nalendra and M. Mujiono, "PERANCANGAN IoT (INTERNET OF THINGS) PADA SISTEM IRIGASI TANAMAN CABAI," *Generation Journal*, vol. 4, no. 2, pp. 61–68, Aug. 2020, doi: 10.29407/gj.v4i2.14187.
- [3] S. Wijaya, L. Delsi Samsumar, and M. Masjun Efendi, "PERANCANGAN SISTEM MONITORING KELEMBAPAN DAN PENYIRAMAN OTOMATIS TANAMAN JAGUNG BERBASIS INTERNET OF THINGS," *Journal of Computer Science and Information Technology*, vol. 1, no. 4, pp. 267–276, Sep. 2024, doi: 10.70248/jcsit.v1i4.1253.
- [4] Fathurrohman, T. Prasetya, Iin, and Mulyawan, "SISTEM MONITORING PENYIRAMAN OTOMATIS BERBASIS IOT MENGGUNAKAN SOIL MOISTURE PADA TANAMAN MELON," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 8, no. 1, pp. 568–573, Feb. 2024, doi: 10.36040/jati.v8i1.8423.
- [5] F. E. Subagja, A. P. Supriyadi, A. R. Kurniadi, and Y. Saragih, "PENGUJIAN SISTEM PENYIRAMAN TANAMAN OTOMATIS BERBASIS IOT," *Infotronik : Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika*, vol. 8, no. 2, p. 91, Dec. 2023, doi: 10.32897/infotronik.2023.8.2.3015.
- [6] L. Wibowo, R. Wahyusari, T. Yuwono, and A. Shofia, "IoT-based high-accuracy monitoring system for on-grid photovoltaic power system using NodeMCU ESP8266 and PZEM004T," *Journal of Mechatronics, Electrical Power, and Vehicular Technology*, vol. 15, no. 2, pp. 230–241, Dec. 2024, doi: 10.55981/j.mev.2024.823.
- [7] Yosep Maulana and D. Supardi, "Sistem pengawasan kelembaban tanah dan penyiraman tanaman otomatis berbasis iot via telegram," *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, vol. 3, no. 3, pp. 464–471, Dec. 2022, doi: 10.37859/coscitech.v3i3.4429.
- [8] N. Effendi, W. Ramadhani, and F. Farida, "Perancangan Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembapan Tanah Berbasis IoT," *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, vol. 3, no. 2, pp. 91–98, Aug. 2022, doi: 10.37859/coscitech.v3i2.3923.
- [9] M. A. S. Prawiro and A. S. Budi, "Perancangan dan Implementasi Sistem Pemantauan dan Kontrol Tanaman berbasis NRF24L01," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 6, no. 3, pp. 1418–1425, Feb. 2022, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [10] L. Wibowo, A. Syakur, and T. Andromeda, "Design Of Temperature And Humidity Control Devices In The Leakage Current Test Chamber Of 20 kV Insulator," in *2019 6th International Conference on Information Technology, Computer and Electrical Engineering (ICITACEE)*, IEEE, Sep. 2019, pp. 1–6. doi: 10.1109/ICITACEE.2019.8904318.
- [11] R. Darve et al., "Thingspeak Cloud Based Smart Irrigation System," *International Journal of Engineering and Creative Science*, vol. 4, no. 1, pp. 6–10, 2021, [Online]. Available: www.ijecs.net