

PENERAPAN SENSOR KELEMBAPAN TANAH UNTUK SISTEM PENYIRAMAN OTOMATIS PADA KEBUN PERCOBAAN FAKULTAS PERTANIAN BERBASIS IOT

Muhammad Fadhil¹, Muhammad Ichsan², Mukhsin Nuzula³

¹²³Teknik Informatika, Universitas Jabal Ghafur, Sigli

Fadhilmobile86@gmail.com¹, muhammadichsan@unigha.ac.id², mukhsinnuzula91@gmail.com³

Abstract - Efficient water management in agriculture remains a critical challenge, particularly when irrigation is performed manually without considering real-time soil conditions. This study proposes the design and implementation of an automatic irrigation system based on the Internet of Things (IoT) to improve water efficiency and support precision agriculture practices. The system employs a NodeMCU ESP8266 as the central microcontroller, a soil moisture sensor to monitor water content, a relay module, and a mini water pump as the actuator. Data from the soil moisture sensor are transmitted to the Blynk mobile application, allowing users to monitor and control the irrigation process remotely in both automatic and manual modes. To ensure accuracy, sensor readings were calibrated using the gravimetric method, which measures actual soil water content by comparing the mass of wet and dry soil samples. Experimental results demonstrate that the system activates irrigation automatically when soil moisture falls below 30% and stops once it exceeds the threshold. The pump responded within an average of 2 seconds, effectively increasing soil moisture levels by more than 95% after a short watering duration. Data displayed on the Blynk application were consistent with real field conditions, with an average delay of two seconds. Overall, the system successfully maintained soil moisture, reduced water waste, and provided a practical, low-cost solution for small-scale precision farming.

Keywords: Internet of Things, NodeMCU ESP8266, soil moisture sensor, automatic irrigation, Blynk, gravimetric method.

Abstrak - Pengelolaan air yang efisien dalam bidang pertanian masih menjadi tantangan utama, terutama ketika penyiraman dilakukan secara manual tanpa memperhatikan kondisi kelembapan tanah secara real-time. Penelitian ini mengusulkan perancangan dan implementasi sistem penyiraman otomatis berbasis Internet of Things (IoT) untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air serta mendukung praktik pertanian presisi. Sistem yang dikembangkan menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler utama, sensor kelembapan tanah sebagai perangkat input, serta modul relay dan pompa air mini sebagai aktuator penyiraman. Data hasil pembacaan sensor dikirimkan ke aplikasi Blynk, yang berfungsi sebagai antarmuka monitoring dan kontrol jarak jauh dengan dua mode operasi, yaitu otomatis dan manual. Untuk meningkatkan akurasi, nilai sensor dikalibrasi menggunakan metode gravimetri dengan cara membandingkan massa tanah basah dan tanah kering setelah proses pengeringan.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengaktifkan pompa secara otomatis ketika kelembapan tanah berada di bawah ambang batas 30% dan berhenti setelah mencapai nilai di atas batas tersebut. Respon pompa rata-rata sekitar 2 detik dengan durasi penyiraman singkat, namun cukup untuk meningkatkan kelembapan tanah lebih dari 95%. Data yang ditampilkan pada aplikasi Blynk sesuai dengan kondisi lapangan dengan rata-rata jeda pengiriman 2 detik. Secara keseluruhan, sistem ini efektif menjaga kelembapan tanah, menghemat penggunaan air, dan menawarkan solusi praktis dengan biaya rendah yang sesuai untuk mendukung pertanian skala kecil maupun kebun percobaan.

Kata kunci: Internet of Things, NodeMCU ESP8266, sensor kelembapan tanah, penyiraman otomatis, Blynk, metode gravimetri.

I. PENDAHULUAN

Air merupakan faktor utama yang menentukan keberhasilan pertumbuhan tanaman. Namun, praktik penyiraman yang masih dilakukan secara manual sering menimbulkan masalah karena tidak memperhatikan kondisi kelembapan tanah secara langsung. Hal ini dapat menyebabkan kekurangan atau kelebihan air yang berakibat pada pemborosan sumber daya dan terganggunya produktivitas tanaman [1].

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) menghadirkan solusi dalam bidang pertanian melalui sistem penyiraman otomatis berbasis sensor. IoT memungkinkan perangkat seperti mikrokontroler, sensor, dan aktuator untuk saling terhubung serta dapat dipantau secara real-time melalui aplikasi mobile. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa sistem penyiraman otomatis berbasis IoT mampu meningkatkan efisiensi air sekaligus memudahkan pemantauan kondisi tanah dari jarak jauh [2].

Beberapa penelitian terdahulu telah mencoba merancang sistem serupa. Penelitian oleh Mustofa dan Sunardi (2023) merancang sistem penyiraman tanaman cabai menggunakan NodeMCU ESP8266 dan aplikasi Blynk. Namun, penelitian tersebut hanya menekankan pada fungsi dasar penyiraman otomatis tanpa adanya kalibrasi sensor kelembapan tanah untuk meningkatkan akurasi. Sementara itu, Aditama dan Mulyati (2022) mengembangkan sistem irigasi cerdas berbasis NodeMCU dengan pemantauan berbasis web, tetapi implementasinya membutuhkan biaya lebih tinggi dan kompleksitas jaringan. Penelitian lain oleh Rajani et al. (2022) menggunakan metode gravimetri sebagai standar kalibrasi untuk pengukuran kelembapan tanah, tetapi penelitian tersebut hanya berfokus pada metode pengukuran tanpa integrasi dengan sistem IoT.

Dalam penelitian ini dirancang sistem penyiraman otomatis berbasis IoT yang dapat bekerja secara otomatis menggunakan sensor kelembapan tanah dan secara manual melalui aplikasi Blynk. Sistem ini memanfaatkan NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali utama, sensor kelembapan tanah sebagai input, serta relay dan pompa air mini sebagai aktuator penyiraman. Keunggulan sistem ini terletak pada integrasi mode otomatis dan manual, ditambah kalibrasi sensor menggunakan metode gravimetri untuk meningkatkan akurasi pengukuran. Dengan rancangan tersebut, sistem diharapkan mampu menjaga kelembapan tanah secara optimal, menghemat penggunaan air, serta memberikan kemudahan pemantauan jarak jauh bagi pengguna.

II. SIGNIFIKANSI STUDI

Penelitian ini memiliki signifikansi penting baik dari sisi teoritis maupun praktis. Dari sisi teoritis, penelitian ini memperkaya kajian mengenai pemanfaatan Internet of Things (IoT) dalam bidang pertanian, khususnya pada sistem penyiraman otomatis berbasis sensor kelembapan tanah. Selain itu, integrasi metode gravimetri dalam proses kalibrasi sensor memberikan kontribusi ilmiah dalam meningkatkan akurasi pengukuran kelembapan, sehingga dapat menjadi acuan untuk penelitian sejenis di masa mendatang [1], [3].

Dari sisi praktis, sistem yang dirancang menawarkan solusi sederhana dan hemat biaya untuk menjaga kelembapan tanah secara optimal. Petani atau pengelola kebun percobaan dapat memanfaatkan sistem ini untuk menghemat penggunaan air, mengurangi ketergantungan pada penyiraman manual, serta memantau kondisi tanah secara real-time melalui aplikasi Blynk. Fleksibilitas mode otomatis dan manual juga memberikan kemudahan dalam pengoperasian, sehingga sistem ini dapat diimplementasikan tidak hanya pada skala penelitian, tetapi juga pada lahan pertanian kecil dan rumah tangga [2], [4].

A. Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan seperangkat alat dan bahan untuk merancang sistem penyiraman otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT). Komponen utama terdiri dari mikrokontroler, sensor, aktuator, serta perangkat pendukung lainnya. Selain itu, dilakukan juga proses kalibrasi sensor kelembapan tanah menggunakan metode gravimetri sederhana dengan bantuan timbangan biasa dan penjemuran tanah. Adapun alat dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 1 Alat dan Bahan

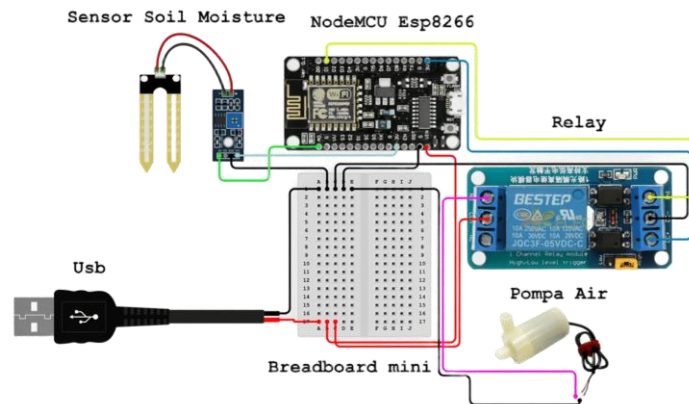
No.	Komponen	Spesifikasi/Fungsi
1	NodeMCU ESP32	Mikrokontroler utama dengan koneksi Wi-Fi untuk mengolah data sensor dan mengontrol aktuator.
2	Sensor Kelembapan Tanah (Soil Moisture Sensor)	Mengukur kadar air pada media tanah dan menghasilkan data analog.
4	Relay 1 Channel 3.3V	Saklar elektronik yang digunakan untuk menghubungkan atau memutus arus ke pompa air mini.
5	Pompa Air Mini DC 3–5V	Aktuator yang berfungsi menyiram tanaman secara otomatis sesuai perintah dari NodeMCU.
6	Breadboard Mini 170 Tie	Media perakitan sementara untuk menghubungkan komponen menggunakan kabel jumper.
7	Kabel Jumper & Kabel USB	Alat penghubung antar komponen dan sumber daya.
8	Adaptor 5V 2A	Sumber daya utama untuk NodeMCU dan pompa air.
9	Aplikasi Blynk	Antarmuka berbasis mobile untuk memantau kondisi kelembapan tanah dan mengendalikan pompa secara jarak jauh.
10	Timbangan Biasa & Penjemuran Tanah	Digunakan dalam metode gravimetri sederhana untuk kalibrasi sensor kelembapan tanah, dengan cara menimbang tanah basah lalu menjemurnya selama 5 hari hingga kering.

B. Rangkain Alat

Rangkaian alat penelitian ini dirancang untuk menghubungkan NodeMCU ESP8266 sebagai pusat kendali dengan sensor kelembapan tanah, modul relay, dan pompa air mini. Sensor

berfungsi sebagai input yang mendeteksi kadar air tanah, NodeMCU mengolah data sensor, sedangkan relay dan pompa menjadi output untuk proses penyiraman.

Koneksinya yaitu pin AO sensor ke A0 NodeMCU, VCC dan GND sensor ke 3V3 dan ground. Modul relay terhubung ke pin D1 dengan suplai 3V3 dan ground, sedangkan pompa air dihubungkan melalui terminal relay dengan sumber daya 5V. NodeMCU memperoleh daya dari adaptor 5V melalui kabel USB.



Gambar 1. Rangkain Alat

C. Flowchart

Flowchart digunakan untuk menggambarkan alur kerja sistem penyiraman otomatis. Proses dimulai ketika NodeMCU aktif, kemudian sensor membaca kadar kelembapan tanah. Data sensor diproses dan dibandingkan dengan ambang batas. Jika kelembapan di bawah batas, relay mengaktifkan pompa untuk menyiram tanaman. Sebaliknya, jika kelembapan di atas batas, pompa akan mati. Hasil pembacaan ditampilkan secara real-time pada aplikasi Blynk. Gambar 2 merupakan flowchart dari sistem penyiraman otomatis berbasis IoT.



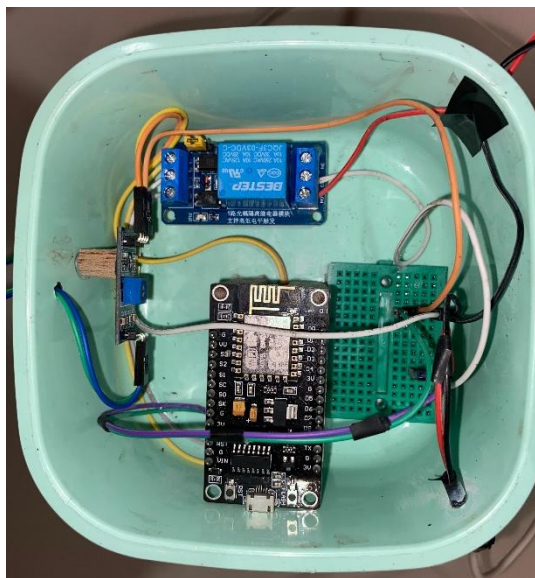
Gambar 2. Flowchart

Flowchart ini menjelaskan bahwa sistem bekerja secara berulang untuk memantau kondisi tanah. Saat nilai kelembapan kurang dari 30%, pompa air mini diaktifkan hingga kelembapan mencapai ambang batas. Jika nilai sensor menunjukkan tanah sudah lembap atau basah, pompa otomatis berhenti. Seluruh proses berjalan terus-menerus dan data ditampilkan pada aplikasi Blynk, sehingga pengguna dapat mengetahui kondisi tanah sekaligus mengontrol penyiraman baik secara otomatis maupun manual.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. *Impelementasi*

Sistem penyiraman otomatis berhasil dirancang menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai pusat kendali, sensor kelembapan tanah sebagai input, serta modul relay dan pompa air mini sebagai aktuator. Komponen dirangkai pada breadboard mini sehingga mudah dihubungkan dan diuji.



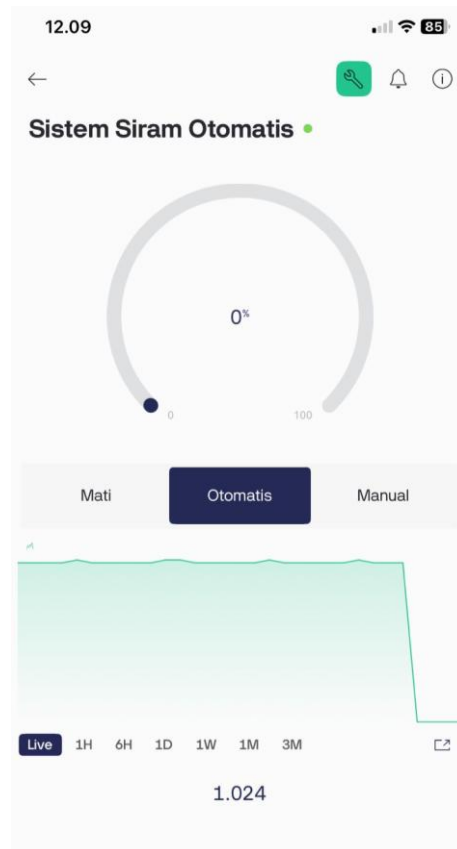
Gambar 3. Rangkaian Alat Penyiraman Otomatis

Setelah rangkaian selesai dibuat, alat dapat bekerja sesuai fungsinya. NodeMCU mengolah data sensor untuk mengaktifkan pompa air saat kelembapan di bawah ambang batas.



Gambar 4. Alat Penyiraman Otomatis Berbasis IoT

Selain perangkat keras, aplikasi Blynk digunakan untuk menampilkan data kelembapan tanah dalam bentuk persentase serta status pompa secara real-time. Aplikasi juga menyediakan tombol kendali manual.



Gambar 5. Tampilan Saat sistem Hidup

B. Pengujian Sensor Kelembapan Tanah

Pengujian dilakukan dengan menancapkan sensor ke media tanah dalam tiga kondisi, yaitu kering, lembap, dan basah. Hasil pembacaan sensor ditampilkan sebagai nilai ADC pada NodeMCU dan persentase kelembapan pada aplikasi Blynk.



Gambar 6. Pengujian Sensor pada Tanah Kering



Gambar 7. Pengujian Sensor pada Tanah Lembab



Gambar 8. Pengujian Sensor pada Tanah Basah

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor Kelembapan Tanah

No	Kondisi Tanah	Nilai ADC Rata-rata	Nilai Persentase Blynk (%)	Keterangan
1	Kering	1024	0%	Nilai ADC tinggi, menunjukkan tanah sangat kering. Pompa otomatis menyala.
2	Lembab	626	64%	Nilai ADC sedang, tanah cukup lembap. Pompa tidak menyala.
3	Basah	346	100%	Nilai ADC rendah, tanah basah. Pompa dalam kondisi mati.

Dari hasil pengujian terlihat bahwa nilai ADC berbanding terbalik dengan kondisi tanah. Saat tanah kering, nilai ADC mencapai 1024 dengan persentase 0%, sehingga pompa menyala otomatis. Pada tanah lembab, nilai ADC turun menjadi 626 dengan persentase 64%, menandakan kandungan air cukup sehingga pompa tidak bekerja. Sedangkan pada tanah basah, nilai ADC hanya 346 dengan persentase 100%, kondisi ini menunjukkan tanah jenuh air sehingga pompa tetap mati. Hasil ini membuktikan sensor berfungsi sesuai prinsip kerja yang diharapkan.

C. Pengujian Metode Gravimetri

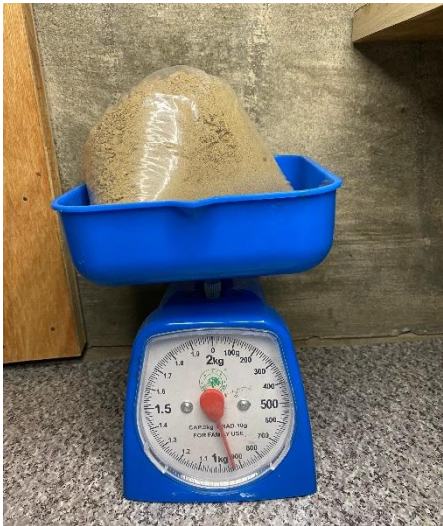
Pengujian metode gravimetri dilakukan untuk memvalidasi hasil pembacaan sensor kelembapan tanah. Pada tahap ini, sampel tanah ditimbang dalam kondisi basah (Wb), kemudian dijemur selama lima hari hingga mencapai kondisi kering (Wk). Selisih antara berat tanah basah dan kering digunakan untuk menghitung kadar air (%).



Gambar 9. Sampel Tanah dalam Kondisi Kering



Gambar 10. Sampel Tanah dalam Kondisi Lembab



Gambar 11. Sampel Tanah dalam Kondisi Basah

Tabel 3. Hasil Pengujian Metode Gravimetri

No	Kondisi Tanah	Wb (g)	Wk (g)	Kadar Air (%)	Nilai ADC	Persentase Blynk (%)	Keterangan
1.	Kering	1000	930	7,5%	1024	0	Sampel dijemur 5 hari sebelum pengujian.
2.	Lembab	1000	740	35%	1024	0	Sampel dijemur 5 hari sebelum pengujian.
3.	Basah	1000	690	44%	1024	0	Sampel dijemur 5 hari sebelum pengujian.

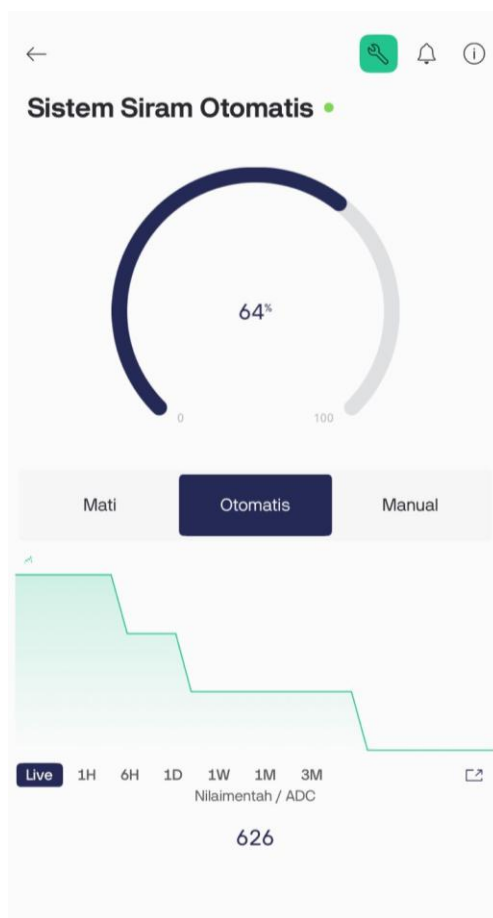
Berdasarkan hasil pengujian, berat tanah berkurang setelah proses penjemuran, yang menandakan adanya pengurangan kadar air. Pada kondisi tanah kering, berat tanah menurun dari 1000 g menjadi 930 g dengan kadar air 7,5%. Nilai ADC tercatat 1024 dengan persentase 0% pada aplikasi Blynk, menandakan tanah benar-benar kering.

Pada kondisi lembab, berat tanah berkurang menjadi 740 g dengan kadar air 35%. Hasil ini menunjukkan bahwa tanah masih menyimpan cukup banyak air, meskipun tidak jenuh. Sedangkan pada kondisi basah, berat tanah turun menjadi 690 g dengan kadar air 44%. Kondisi ini mengindikasikan tanah dalam keadaan jenuh air.

Hasil pengujian gravimetri ini sejalan dengan pembacaan sensor, di mana nilai ADC tinggi pada tanah kering dan semakin menurun pada tanah lembab hingga basah. Dengan demikian, metode gravimetri berhasil memvalidasi akurasi sensor kelembapan tanah yang digunakan dalam sistem penyiraman otomatis berbasis IoT.

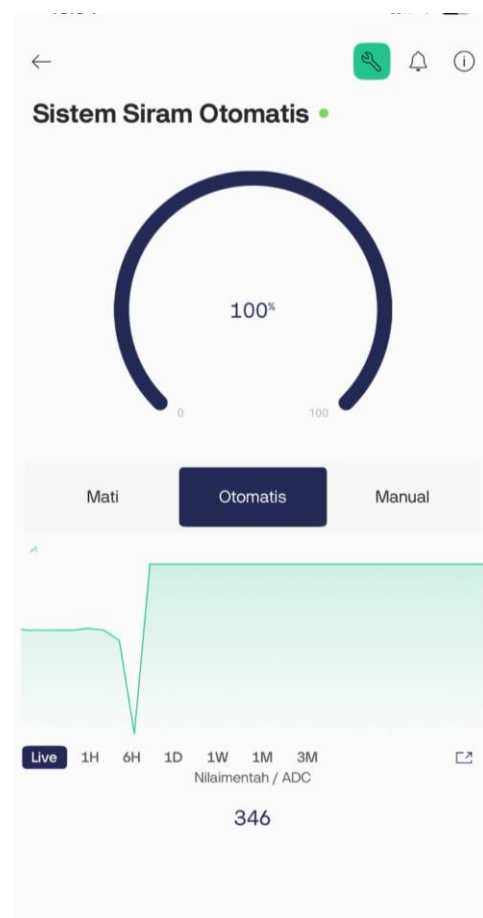
D. Uji Sistem Otomatis dan Manual

Pengujian metode gravimetri dilakukan untuk memvalidasi hasil pembacaan sensor kelembapan tanah. Pada tahap ini, sampel tanah ditimbang dalam kondisi basah (Wb), kemudian dijemur selama lima hari hingga mencapai kondisi kering (Wk). Selisih antara berat tanah basah dan kering digunakan untuk menghitung kadar air (%).



(a)

Gambar (a) Pompa Menyala Otomatis Saat Tanah Kering



(b)

Gambar (b) Kendali Pompa Secara Manual Melalui Aplikasi Blynk

Tabel 4. Hasil Uji Sistem Otomatis dan Manual

No	Mode Pengujin	Kondisi Tanah	Nilai ADC	Persentase Blynk (%)	Status Pompa	Keterangan
1	Otomatis	Kering	1024	0%	Menyala	Pompa aktif karena kelembapan < 30%.
2	Otomatis	Lembab	626	64%	Mati	Pompa berhenti karena kelembapan cukup.
3	Otomatis	Basah	346	100%	Mati	Pompa tetap mati karena tanah jenuh air.
4	Manual	Kering	1024	0%	Menyala	Pompa dinyalakan manual melalui aplikasi.
5	Manual	Lembab/Basah	626/346	64-100%	Mati	Pompa dimatikan manual melalui aplikasi.

Berdasarkan hasil pengujian, sistem dapat bekerja sesuai rancangan. Pada mode otomatis, pompa menyala ketika sensor membaca nilai ADC tinggi (1024) dengan persentase kelembapan 0% pada aplikasi Blynk, menandakan tanah kering. Sebaliknya, pada kondisi tanah lembab hingga basah, nilai ADC menurun (626 dan 346) dengan persentase 64% hingga 100%, sehingga pompa berhenti karena kelembapan tanah sudah tercukupi.

Pada mode manual, pengguna dapat mengendalikan pompa secara langsung melalui aplikasi Blynk, baik menyalakan saat kondisi kering maupun mematikan saat kondisi lembab atau basah. Hal ini menunjukkan bahwa sistem memiliki fleksibilitas, yaitu dapat berjalan otomatis tanpa intervensi pengguna, sekaligus memungkinkan kontrol manual bila diperlukan.

III. KESIMPULAN

Penelitian mengenai penerapan sensor kelembapan tanah untuk sistem penyiraman otomatis berbasis IoT pada kebun percobaan Fakultas Pertanian menunjukkan bahwa sistem yang dirancang dapat bekerja sesuai harapan. Sensor kelembapan tanah mampu mendeteksi kondisi tanah dengan baik, di mana nilai ADC tinggi menunjukkan tanah kering dan semakin menurun ketika tanah dalam keadaan lembab hingga basah. Validasi menggunakan metode gravimetri memperkuat hasil ini karena menunjukkan pola penurunan kadar air yang konsisten dengan pembacaan sensor, sehingga akurasi sistem dapat dipastikan. Sistem penyiraman otomatis terbukti dapat menyalakan pompa ketika kelembapan tanah berada di bawah ambang batas (kurang dari 30%) dan mematikannya kembali ketika kelembapan tanah telah tercukupi. Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan kontrol manual melalui aplikasi Blynk yang memudahkan pengguna dalam mengoperasikan pompa sesuai kebutuhan. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya mampu menjaga kelembapan tanah secara optimal dan menghemat penggunaan air, tetapi juga memberikan fleksibilitas bagi pengguna melalui integrasi otomatisasi dan kendali jarak jauh berbasis IoT.

IV. UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan penuh rasa syukur, kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung terselesaikannya jurnal ini, terutama kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya. Kepada para pembimbing atas bimbingan dan dukungan yang tiada henti. Kepada

keluarga atas dukungan moral dan material yang menjadi sumber semangat kami. Serta kepada rekan-rekan atas masukan, bantuan, dan kerja samanya yang sangat berarti. Kami menyadari bahwa jurnal ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kami sangat terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan di masa mendatang, dengan harapan semoga jurnal ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi positif bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

V. REFERENSI

- [1] Agustirandi, B., Inayah, I., Aminah, N. S., & Budiman, M. (2024). Analysis comparison, calibration, and application of low-cost soil moisture in smart agriculture based on internet of things. *Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 22(5), 1221–1230. <https://doi.org/10.12928/TELKOMNIKA.v22i5.25703>.
- [2] Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2015). Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications. *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, 17(4), 2347–2376. <https://doi.org/10.1109/COMST.2015.2444095>.
- [3] Arivalahan, Balaji, S., Kamalakannan, M., Vinoth, T., & Arivalahan, R. (2021). Development of Arduino Based Microcontroller Through Internet of Things (Iot) for the Measurement and Monitoring of Process Environmental Parameters. *International Journal of Electrical Engineering and Technology (IJEET)*, 12(2), 50–61. <https://doi.org/10.34218/IJEET.12.2.2021.006>.
- [4] Asni Tafrikhatin, Ajeng Tiara Wulandari, Sumarah, J., & Irfan Nur Cahyadi. (2024). Soil Moisture Monitoring Using Nodemcu Based Soil Moisture Sensor With Blynk Application Output. *Jurnal E-Komtek (Elektro-Komputer-Teknik)*, 8(2), 352–359. <https://doi.org/10.37339/e-komtek.v8i2.2120>.
- [5] Chowdhury, S., Sen, S., & Janardhanan, S. (2022). *Comparative Analysis and Calibration of Low Cost Resistive and Capacitive Soil Moisture Sensor*. <http://arxiv.org/abs/2210.03019>.
- [6] Lazim, F., & Hidayat, I. (2022). Study Internet of Things (IoT) untuk Autonomous Kelembaban Tanah pada Tanaman dengan NodeMCU V3 ESP8266. *Metrotech (Journal of Mechanical and Electrical Technology)*, 1(3), 90–96. <https://doi.org/10.33379/metrotech.v1i3.1744>.
- [7] Murugesan, A. (2024). *DETECTION OF SOIL MOISTURE AND AUTOMATIC IRRIGATION SYSTEM BY*. July.
- [8] Mustofa, N., & Sunardi. (2023). IoT-Based Chili Plant Watering Automation Using NodeMCU ESP8266 and Blynk when the Pump is Running. *Buletin Ilmiah Sarjana Teknik Elektro*, 5(1), 1–11. <https://doi.org/10.12928/biste.v5i1.6164>.
- [9] Naufal Yaafi Aditama, & Sri Mulyati. (2022). Pemantauan Penyiraman Tanaman Secara Otomatis Menggunakan NODEMCU ESP8266 Berbasis Web. *Jurnal Ticom: Technology of Information and Communication*, 11(1), 68–74. <https://doi.org/10.70309/ticom.v11i1.77>.
- [10] Rajani, P. K., Deshpande, G., Goswami, M., Kolhe, J., Khandagale, V., Mujumdar, M., & Singh, B. B. (2023). IoT-Based Low-Cost Soil Moisture and Soil Temperature Monitoring System. *SSRG International Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 10(10), 66–74. <https://doi.org/10.14445/23488379/IJEEE-V10I10P108>.
- [11] Sabarina, N., Zahara, M., Jannah, M., & Artikel, H. (2023). Sistem IoT (Internet of Things) Untuk Mendeteksi Kelembapan Tanah Pada Tanaman Cabai Berbasis Node MCU. *Jurnal*

- Sains Dan Teknologi 4.0 (JST 4.0)*, 1(1), 28–35. <https://jurnal.komputasi.org/index.php/jst>.
- [12] Tarsini, I., & Anggraeni, R. (2024). Explore flowchart and pseudocode concepts in algorithms and programming. *Indonesian Journal of Multidisciplinary Science*, 3(5). <https://doi.org/10.55324/ijoms.v3i5.807>.
- [13] Yudiana, T. T. Y., Patma, T. S., & Fauziah, M. (2024). Implementasi Sensor Kelembapan Tanah Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Mikrokontroler Dengan IoT. *Jurnal Elektronika Dan Otomasi Industri*, 11(1), 1–13. <https://doi.org/10.33795/elkolind.v11i1.3025>.
- [14] Zi, O. Y., & Rahman, R. A. (2024). Journal of Design for Sustainable and Environment Study on Effectiveness of IoT-based Automatic Plant Watering System on Plant Grow. *JDSE Journal of Design for Sustainable and Environment*, 6(1), 34–39. <http://www.fazpublishing.com/jdse>.
- [15] IoT Zone. (2025, Januari 10). *What is Blynk in IoT? Features, benefits, and how to use [2025 guide]*. IoT Zone. <https://iotzone.in/blog/what-is-blynk-in-iot-features-benefits-and-how-to-use-2025-guide>.