

Sistem Irigasi Sawah Berbasis *Internet Of Things* Memanfaatkan Energi Panas Matahari Dengan Panel Surya

^{1*} Muhammad Alfian, ² Arief Budi Laksono, ³ Rifky Aisyatul Faroh

¹ Teknik Elektro, Universitas Islam Lamongan

¹Muhalfiyah22@gmail.com, ² Ariefbl@gmail.com, ³ rifkyaisyatulfaroh@gmail.com

Article Info

Article history:

Received 1 September 2025

Revised 08 September 2025

Accepted 07 November 2025

Keyword:

Automatic Irrigation,
IoT, Solar Panel,
ESP32, Blynk

ABSTRACT

The rice field irrigation system based on the Internet of Things (IoT), utilizing solar energy through photovoltaic panels, is designed to improve agricultural efficiency, particularly in automating water distribution. This system consists of a soil moisture sensor, water level sensor, 12V DC water pump, servo motor for opening the irrigation gate, and an ESP32 microcontroller connected to the Blynk application to monitor and control irrigation in real-time via smartphone. Electrical energy is supplied by solar panels and stored in batteries through a solar charge controller (SCC), allowing the system to operate independently of the main power grid. Test results show that the system can accurately read soil moisture and water level, activate the pump, and open the irrigation gate according to user commands via the Blynk app. The use of renewable energy and remote control makes this system an innovative solution to support sustainable agriculture and address water scarcity in rice fields, especially during the dry season.

Copyright © 2025 Jurnal JEETech.
All rights reserved.

Corresponding Author:

Muhammad Alfian

Teknik Elektro, Universitas Islam Lamongan

Jl. Veteran No.53A, Jetis, Kec. Lamongan, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur

Email: Muhalfiyah22@gmail.com

Abstrak— Sistem irigasi sawah berbasis *Internet of Things* (IoT) yang memanfaatkan energi panas matahari melalui panel surya dirancang untuk meningkatkan efisiensi pertanian, khususnya dalam distribusi air secara otomatis. Sistem ini terdiri dari sensor kelembapan tanah, sensor ketinggian air, pompa DC 12V, servo motor untuk membuka pintu irigasi, serta mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan aplikasi Blynk guna memantau dan mengendalikan irigasi secara real-time melalui smartphone. Energi listrik diperoleh dari panel surya yang disimpan dalam baterai melalui solar charge controller (SCC), sehingga sistem dapat bekerja tanpa tergantung pada listrik PLN. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat mampu membaca kelembapan tanah dan tinggi air dengan baik, serta mengaktifkan pompa dan membuka gerbang air sesuai perintah pengguna melalui aplikasi Blynk. Penggunaan energi terbarukan dan kontrol jarak jauh menjadikan sistem ini sebagai solusi inovatif untuk mendukung sektor pertanian dan mengatasi permasalahan kekeringan lahan sawah pada saat musim kemarau.

Kata Kunci : Irigasi Otomatis, IoT, Panel Surya, ESP32, Blynk

1. PENDAHULUAN

Irigasi merupakan faktor penting dalam pertanian padi di Indonesia. Namun, distribusi air yang tidak merata sering mengakibatkan

berkurangnya produktivitas dan potensi gagal panen [1]. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, pemanfaatan Internet of Things (IoT) dan energi terbarukan menjadi solusi yang relevan [2]. Beberapa penelitian terdahulu telah membahas

otomatisasi irigasi menggunakan sensor kelembapan tanah, sensor ultrasonik, serta energi surya sebagai sumber daya alternatif [3]. Penelitian ini mengembangkan sistem irigasi sawah berbasis IoT dengan mikrokontroler ESP32 [4]. Sensor kelembapan tanah, sensor ketinggian air, pompa DC 12V, dan servo motor [5]. Sistem dikendalikan melalui aplikasi Blynk dan ditenagai oleh Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) [6]. Tujuan penelitian ini adalah merancang dan menguji sistem irigasi otomatis berbasis IoT yang memanfaatkan energi surya untuk mendukung efisiensi distribusi air pertanian [7]. Padi membutuhkan tanah dengan kelembapan tinggi, terutama pada fase vegetatif hingga berbunga [3]. Yaitu sekitar 70–100% kapasitas lapang dengan genangan 3–10 cm [8]. Pada fase pengisian bulir, kelembapan tanah dapat diturunkan menjadi 60–80%, dan menjelang panen kelembapan cukup 40–60% agar lahan mengering dan memudahkan proses panen [9]. Oleh karena itu penelitian ini menunjukkan kelembapan rendah berpotensi menghambat pertumbuhan padi [10]. Terutama pada fase kritis berbunga, sehingga informasi ini penting untuk dasar pengaturan jadwal tanam dan sistem irigasi [11].

2. METODE PENELITIAN

A. TAHAP STUDI PUSTAKA

Pada bagian ini dilakukan dengan mengumpulkan berbagai referensi dari jurnal, maupun artikel yang berhubungan dengan sistem irigasi otomatis, energi surya, mikrokontroler ESP32, serta Internet of Things (IoT). Studi pustaka meliputi berapa hal sebagai berikut:

1. Studi sistem PLTS

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dirancang sebagai sumber utama energi untuk mengoperasikan prototipe irigasi otomatis berbasis IoT. Energi dari panel surya diubah menjadi listrik DC, kemudian diatur oleh *solar charge controller* (SCC) sebelum disimpan dalam baterai 18650 agar sistem tetap bekerja meskipun kondisi minim cahaya. Daya dari baterai selanjutnya digunakan untuk menjalankan mikrokontroler ESP32, sensor kelembapan tanah, sensor ketinggian air, relay pompa DC 12V, dan servo motor. Kapasitas panel surya ditentukan berdasarkan kebutuhan daya harian sistem dengan memperhitungkan efisiensi pengisian serta durasi penyinaran rata-rata, sehingga sistem mampu beroperasi secara mandiri tanpa listrik PLN, lebih efisien, ramah lingkungan, dan mendukung energi terbarukan berkelanjutan.

2. Studi sistem mikrokontroler ESP32

ESP32 digunakan sebagai pusat kendali dalam sistem irigasi otomatis. Mikrokontroler ini dipilih karena memiliki keunggulan berupa prosesor yang cepat, mendukung konektivitas Wi-Fi, serta kompatibel dengan platform Internet of Things (IoT). ESP32 mengolah data dari sensor kelembapan tanah dan sensor ketinggian air, kemudian mengirimkan informasi tersebut ke aplikasi Blynk secara real-time. Selain itu, ESP32 juga berfungsi sebagai pengendali aktuator berupa pompa air DC dan servo motor berdasarkan instruksi dari pengguna atau kondisi sensor.

3. Studi sistem soil moisture capacitive sensor

Sensor kelembapan tanah digunakan untuk mendeteksi tingkat kadar air pada lahan. Prinsip kerjanya adalah membaca perubahan nilai tegangan berdasarkan resistansi tanah, di mana semakin basah tanah maka nilai kelembapan yang terbaca semakin tinggi. Data sensor ini menjadi dasar dalam menentukan kapan pompa air perlu diaktifkan atau pintu irigasi perlu dibuka.

4. Studi sistem water level

Sensor ketinggian air dipasang pada saluran irigasi untuk memantau level permukaan air. Sensor ini berfungsi memastikan distribusi air sesuai kebutuhan lahan, sekaligus sebagai pengaman agar sistem tidak mengaktifkan pompa saat kondisi air tidak mencukupi. Hasil pembacaan sensor water level dikirim ke ESP32 untuk ditampilkan ke aplikasi Blynk.

5. Studi sistem water pump 12v

Pompa air digunakan sebagai aktuator utama untuk mendistribusikan air dari sumber ke lahan pertanian. Pompa DC 12V dikendalikan melalui modul relay yang terhubung dengan ESP32. Berdasarkan hasil pengujian, pompa mampu menghasilkan debit air sekitar 2 liter/menit, cukup untuk kebutuhan irigasi skala kecil.

6. Studi sistem servo motor SG90

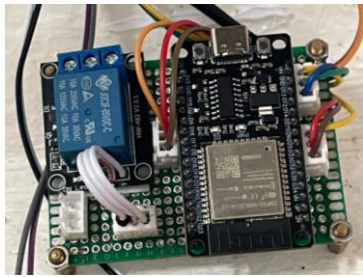
Servo motor SG90 berfungsi untuk menggerakkan pintu air irigasi. Pergerakan servo dikendalikan ESP32 dengan sudut bukaan 0° untuk kondisi tertutup dan 180° untuk kondisi terbuka.

7. Studi sistem Aplikasi Blynk

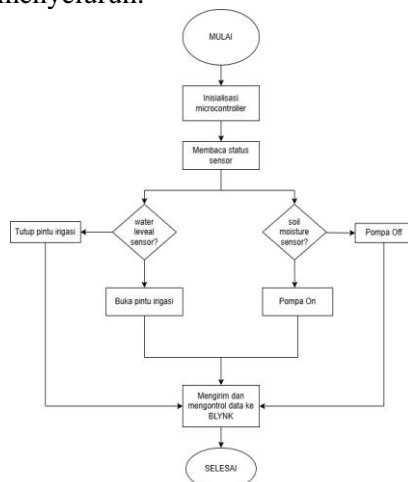
Aplikasi Blynk digunakan sebagai platform monitoring dan kontrol jarak jauh. Blynk menampilkan data real-time dari sensor kelembapan tanah dan sensor ketinggian air, serta menyediakan tombol kontrol untuk menghidupkan pompa atau membuka pintu air.

B. Tahap Perancangan dan pembuatan Perangkat Keras

Perancangan alat ini disesuaikan dengan fungsi dari komponen yang digunakan yang siap untuk direalisasikan.



Pada tahap perancangan perangkat keras, dilakukan identifikasi kebutuhan komponen utama yang akan digunakan dalam sistem irigasi otomatis berbasis IoT, meliputi mikrokontroler ESP32, sensor kelembapan tanah, sensor ketinggian air, relay untuk mengontrol pompa air, serta servo motor sebagai aktuator gerbang air. Setiap komponen dirancang dengan memperhatikan fungsi, spesifikasi teknis, serta kesesuaian dengan kebutuhan sistem. Setelah tahap perancangan selesai, dilakukan proses pembuatan perangkat keras dengan merangkai seluruh komponen sesuai skema rangkaian yang telah ditentukan. Proses ini meliputi penyusunan jalur koneksi, pemasangan komponen pada PCB, Hasil akhir dari tahap ini adalah perangkat keras yang siap diintegrasikan dengan perangkat lunak untuk dilakukan pengujian secara menyeluruh.



Gambar 1. flowchart

Flowchart pada gambar menunjukkan alur kerja sistem irigasi otomatis yang diawali dengan inisialisasi mikrokontroler, kemudian perangkat membaca status dari sensor yang digunakan. Apabila sensor ketinggian air (*water level sensor*) mendeteksi kondisi tertentu, sistem akan memberikan perintah untuk membuka atau menutup pintu irigasi sesuai dengan kebutuhan. Setelah itu, data hasil pembacaan sensor serta status pintu irigasi dikirimkan dan dapat dikontrol melalui aplikasi Blynk, sehingga pengguna dapat memantau kondisi sistem secara real-time. Proses ini berlangsung

secara berulang selama sistem beroperasi hingga tahap akhir.

C. Tahap Perancangan Perangkat Lunak

Alur kerja komunikasi antara aplikasi Blynk dan mikrokontroler pada sistem irigasi otomatis ini diawali dengan pengiriman data sensor dari mikrokontroler ESP32 menuju server Blynk melalui koneksi internet. Data yang dikirim mencakup informasi kondisi ketinggian air dan kelembapan tanah yang kemudian ditampilkan pada aplikasi Blynk di smartphone pengguna secara real-time. Sebaliknya, pengguna juga dapat mengirimkan perintah melalui aplikasi Blynk, misalnya untuk membuka atau menutup pintu irigasi, yang kemudian diteruskan ke mikrokontroler sebagai instruksi kendali. Dengan demikian, terdapat interaksi dua arah antara aplikasi Blynk dan mikrokontroler, yaitu monitoring data sensor serta kontrol aktuator yang dilakukan secara jarak jauh.



Gambar 2. Widget Blynk

Tampilan aplikasi Blynk pada sistem irigasi otomatis terdiri dari beberapa widget yang memiliki fungsi masing-masing. Widget tingkat kelembapan tanah ditampilkan dalam bentuk gauge lingkaran yang menunjukkan nilai persentase hasil pembacaan sensor kelembapan, di mana nilai rendah menandakan tanah kering dan nilai tinggi menunjukkan tanah basah. Selanjutnya, widget ketinggian air irigasi juga divisualisasikan dalam gauge yang menampilkan persentase volume air pada saluran irigasi, sehingga memudahkan pengguna mengetahui kondisi ketersediaan air. Selain itu, terdapat widget pompa irigasi berupa tombol saklar on/off yang berfungsi untuk mengendalikan pompa air melalui relay, di mana posisi on berarti pompa aktif dan off berarti pompa berhenti bekerja. Terakhir, widget pintu irigasi juga ditampilkan dalam bentuk saklar yang mengontrol servo motor untuk membuka atau menutup pintu irigasi sesuai perintah pengguna. Dengan kombinasi widget tersebut, pengguna dapat memantau kondisi lahan sekaligus mengendalikan perangkat irigasi secara real-time melalui aplikasi Blynk.

1. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan membahas tentang pengujian system yang telah dibuat, pengujian dimulai dari masing-masing sensor dan secara

keseluruhan. Sistem irigasi pertanian berbasis internet of things memanfaatkan energi panas matahari dengan panel surya dapat bekerja sesuai yang diharapkan. Sensor kelembapan tanah mampu membaca kondisi tanah lalu hasilnya akan memberikan data dalam bentuk persentase yang ditampilkan pada aplikasi Blynk secara real-time. Sensor ketinggian air juga bekerja dengan baik dalam mendeteksi volume air dan juga ditampilkan widget Blynk, pintu irigasi yang digerakan oleh servo Sg90 memeberikan hasil yang sesuai diharapkan, pompa air yang dikendalikan melalui relay juga menunjukkan respon yang cepat terhadap perintah yang diberikan melalui aplikasi Blynk.



Gambar 3. Desain prototype

Tabel 1. Pengujian Keseluruhan

| Komponen | Status Fungsi | Keterangan |
|----------------|---------------|---|
| PLTS & Baterai | Berfungsi | Memberikan output stabil (5V untuk ESP32, 12.6V untuk pompa) |
| Soil Sensor | Berfungsi | Data tampil di Blynk, responsif terhadap perubahan kelembapan |
| Water Sensor | Berfungsi | Akurat menampilkan level air di Blynk |
| Pompa 12V | Manual ON/OFF | Dapat dikontrol melalui tombol virtual di Blynk |
| Servo SG90 | Berfungsi | Bergerak dari 0° ke 180° melalui perintah dari aplikasi |
| Relay | Berfungsi | Mampu mengaktifkan dan mematikan pompa saat dikontrol ESP32 |
| Koneksi WiFi | Stabil | Respons Blynk cepat di 1m-10m, mulai melambat di atas jarak 10m |
| Blynk | Sinkron | Menampilkan data dan kontrol pompa & servo berjalan lancar |

Berdasarkan hasil pengujian, seluruh komponen utama dalam sistem irigasi berbasis IoT dapat bekerja dengan baik sesuai fungsinya. Sumber daya dari PLTS dan baterai mampu memberikan output tegangan yang stabil, yaitu 5V untuk mikrokontroler ESP32 dan 12,6V untuk pompa air, sehingga sistem dapat beroperasi secara mandiri tanpa bergantung pada listrik konvensional.



Gambar 4. Desain prototype

Sensor kelembapan tanah dan sensor ketinggian air juga menunjukkan hasil yang baik, data yang tampil di aplikasi Blynk responsif terhadap perubahan kondisi di lapangan. Pada aktuator, servo motor SG90 berfungsi optimal dengan pergerakan dari 0° hingga 180° sesuai perintah aplikasi, sementara relay mampu bekerja dengan stabil untuk mengaktifkan dan mematikan pompa melalui kendali ESP32. Dari sisi integrasi sistem, kontrol pompa dilakukan secara manual melalui tombol virtual di aplikasi Blynk, dan hasil pengujian menunjukkan bahwa perintah dapat dijalankan dengan baik. Koneksi WiFi juga cukup stabil, dengan respon aplikasi cepat pada jarak 1–10 meter, meskipun mulai mengalami sedikit keterlambatan saat digunakan di atas jarak 10 meter. Aplikasi Blynk mampu menampilkan data sensor secara sinkron dan real-time sekaligus mengontrol pompa maupun servo dengan lancar. Hal ini membuktikan bahwa keseluruhan sistem dapat bekerja sesuai perancangan, mendukung fungsi monitoring dan pengendalian irigasi pertanian secara efektif dan efisien.

2. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian, system irigasi berbasis Internet of Things memanfaatkan panas matahari dengan panel surya, dapat disimpulkan beberapa poin berikut:

1. Sistem telah berhasil dirancang dan dibangun dengan mengintegrasikan berbagai komponen utama, yaitu PLTS sebagai sumber energi listrik DC, mikrokontroler ESP32 sebagai alat untuk mengendalikan sensor kelembapan tanah dan ketinggian air, pompa air DC, serta servo motor sebagai pintu irigasi, rangkaian sistem dirancang dalam bentuk prototype, kontrol dan pemantauan dilakukan melalui aplikasi Blynk pada smartphone. Keunggulan prototype yang telah berhasil dirancang

terdapat proteksi ketika sensor ketinggian air mencapai 5% dan pompa masih aktif maka akan otomatis dimatikan, dan begitu juga dengan sensor kelembaban tanah akan mematikan pompa air otomatis jika kondisi kelembaban tanah yang dibaca sensor mencapai 100%. Hal ini bertujuan agar tidak terjadi kelebihan air pada lahan irigasi dan juga sebagai pengaman pada pompa air agar tidak cepat terjadi kerusakan.

2. Sistem irigasi otomatis berbasis IoT ini dirancang menggunakan sumber daya utama dari panel surya yang menghasilkan tegangan sebesar 13,6V dan arus 0,9A, yang kemudian diatur melalui SCC untuk mengisi baterai serta menyuplai kebutuhan daya mikrokontroler. Blynk berperan sebagai antarmuka utama untuk menghubungkan smartphone dengan mikrokontroler sebagai pemantauan data sensor secara langsung, pembacaan data dari sensor dilakukan secara *real-time* setiap 5 detik melalui koneksi Wi-Fi. Blynk juga sebagai pengiriman perintah kendali menyalakan dan mematikan pompa maupun membuka dan menutup pintu irigasi yang digerakan oleh servo. Ketika sensor kelembaban tanah mendeteksi kadar air tanah sebesar 9%, menandakan tanah pada kondisi yang kering sehingga dibutuhkan perintah untuk mengaktifkan pompa air DC 12V, dengan debit aliran mencapai 1,2 liter per menit, yang mana pompa dinyalakan manual dari perintah yang dikirim melalui aplikasi Blynk. Pompa air akan otomatis berhenti pada saat sensor kelembaban mendeteksi nilai kelembaban tanah 100%. Selain itu, sensor ketinggian air yang menunjukkan nilai 0% saat tidak ada air dan 100% pada saat kondisi air irigasi tinggi, dan pada saat pompa masih pada kondisi mengairi lahan irigasi tetapi sensor ketinggian air membaca tingkat ketinggian air sudah mencapai 5%, maka pompa air akan otomatis dimatikan. Hal ini juga akan menjadi acuan untuk membuka pintu irigasi jika kondisi aliran irigasi kekurangan air atau menutup pintu irigasi jika

sudah cukup air, alat untuk membuka dan menutup pintu irigasi digerakan oleh servo motor SG90 secara manual berdasarkan perintah yang dikirimkan dari aplikasi Blynk. Keunggulan prototype yang telah berhasil dirancang terdapat proteksi ketika sensor ketinggian air mencapai 5% dan pompa masih aktif maka akan otomatis dimatikan, dan begitu juga dengan sensor kelembaban tanah akan mematikan pompa air otomatis jika kondisi kelembaban tanah yang dibaca sensor mencapai 100% atau kondisi tanah tergenang air.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Z. Rahmah, Y. Prasetyo, and N. Bashit, "Analisis Sebaran Tingkat Kelembaban Tanah terhadap Lahan Sawah di Kabupaten Pati Menggunakan Citra," vol. 25, no. 1, pp. 53–65, 2024.
- [2] Afif F. and Martin A., "Tinjauan Potensi dan Kebijakan Energi Surya di Indonesia," *J. Engine Energi, Manufaktur, dan Mater.*, vol. 6, no. 1, pp. 43–52, 2022.
- [3] F. Ferdyson and J. Windarta, "Overview Pemanfaatan dan Perkembangan Sumber Daya Energi Surya Sebagai Energi Terbarukan di Indonesia," *J. Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 4, no. 1, pp. 1–6, Sep. 2023, doi: 10.14710/jebt.2023.15714.
- [4] Shahzada fahad, "Capacitive Soil Moisture Sensor Arduino Circuit diagram and programming," 21 mei 2020. Accessed: Jul. 09, 2025. [Online]. Available: <https://www.electronicclinic.com/capacitive-soil-moisture-sensor-arduino-circuit-diagram-and-programming/>
- [5] J. Harie Satiyadi, R. Muhamad Hudan, and A. Asrori, "Analisis Pengaruh Suhu Panel Surya Terhadap Output Panel Performance," *J. Mech. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 42–51, 2024, doi: 10.47134/jme.v1i1.2189.
- [6] A. Bachri, A. B. Laksono, and A. M. Abdillah, "Rancang Bangun Smart Inverter dan ATS Tenaga Panel Surya Berbasis Internet of Things (IoT)," *JASIEK (Jurnal Apl. Sains, Informasi, Elektron. dan Komputer)*, vol. 6, no. 1, pp. 23–32, 2024, doi: 10.26905/jasiek.v6i1.11169.
- [7] Viki Nanda Saputro, "Simulasi Pompa Irigasi Sawah Otomatis Memanfaatkan Energi Matahari Dengan Panel Surya," 2022.

-
- [8] P. Energi Terbaharukan Melalui *et al.*, “Pemanfaatan Energi Terbaharukan Melalui Automatic Solar Hidroponic Untuk Mengoptimalkan Agrivoltaic Di Desa Pontang Legon,” *J. Has. Pengabd. Masy. Indones.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–108, Mar. 2023.
- [9] S. Van der Veer, R. Hamed, H. Karabiyik, and J. L. Roskam, “Mitigating the effects of extreme weather on crop yields: insights from farm management strategies in the Netherlands,” *Environ. Res. Lett.*, vol. 19, no. 10, 2024, doi: 10.1088/1748-9326/ad7308.
- [10] S. Lin, J. D. Mullen, and G. Hoogenboom, “Farm-Level Risk Management Using Irrigation and Weather Derivatives,” *J. Agric. Appl. Econ.*, vol. 40, no. 2, pp. 485–492, 2008, doi: 10.1017/s1074070800023774.
- [11] Z. Adhilihung, C. Subiyantoro, and M. A. Nugroho, “Simulasi Kontrol Dan Monitoring Rumah Pintar Dengan Teknologi Internet of Things,” *J. Inf. Syst. Manag.*, vol. 4, no. 1, pp. 16–21, 2022, doi: 10.24076/joism.2022v4i1.766.