

Design And Construction of an IoT-Based Solar Panel Battery Monitoring System for Household Needs

Kevin Ardiyanto^{1*}, Joni Maulindar², Ridwan Dwi Irawan³

^{1,2,3} Teknik Informatika, Ilmu Komputer, Universitas Duta Bangsa, Surakarta, 57154, Indonesia

Informasi Artikel

Diterima : 19 Juni 2025
Revisi : 17 Juli 2025
Publikasi : 30 September 2025

Kata Kunci:

Internet of Things (IoT),
Panel Surya,
Pemantauan Baterai,
Energi Terbarukan

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem monitoring dan pengendalian beban berbasis IoT menggunakan sumber energi panel surya untuk kebutuhan rumah tangga. Sistem ini memantau performa baterai panel surya dengan sensor arus ACS712 dan mengelola beban listrik berupa pompa air 5V, yang dikendalikan melalui modul ESP32. Data penggunaan energi serta status beban divisualisasikan melalui tampilan dot matrix secara real-time. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan efisiensi penggunaan air hingga 30% melalui pengaturan frekuensi penyiraman yang lebih optimal. Meskipun terdapat kendala dalam konektivitas internet, sistem ini menunjukkan potensi besar dalam integrasi teknologi IoT dengan energi terbarukan, serta memberikan landasan untuk pengembangan sistem otomatisasi rumah tangga yang hemat energi.

ABSTRACT

This study aims to design an IoT-based load monitoring and control system using solar panel energy sources for household needs. This system monitors the performance of the solar panel battery with an ACS712 current sensor and manages the electrical load in the form of a 5V water pump, which is controlled via an ESP32 module. Energy usage data and load status are visualized via a real-time dot matrix display. The results of the study show an increase in water use efficiency of up to 30% through more optimal watering frequency settings. Despite the constraints in internet connectivity, this system shows great potential in the integration of IoT technology with renewable energy, and provides a foundation for the development of energy-efficient household automation systems.

This is an open-access article under the [CC BY-SA](#) license



*Penulis Koresponden

Email: kevinardiyanto02@gmail.com

Cara sitasi IEEE::

K. Ardianto, J. Maulindar, & R. D. Irawan, "Design And Construction of an IoT-Based Solar Panel Battery Monitoring System for Household Needs," *Journal of Artificial Intelligence and Software Engineering (J-AISE)*, vol. 5, no. 3, pp. 1037-1044, September 2025, doi: 10.30811/jaise.v5i3.7206

1. PENDAHULUAN

Penggunaan energi terbarukan, khususnya energi matahari, semakin mendapatkan perhatian di seluruh dunia. Dengan pertumbuhan populasi yang pesat dan meningkatnya permintaan energi, tantangan dalam

memenuhi kebutuhan energi menjadi semakin kompleks. Di banyak negara, ketergantungan pada sumber energi fosil yang tidak terbarukan menyebabkan masalah lingkungan yang serius, seperti polusi dan perubahan iklim. Oleh karena itu, pemanfaatan solar panel sebagai sumber energi alternatif menjadi salah satu solusi yang prospektif [1].

Meskipun teknologi solar panel telah berkembang pesat, masih terdapat kendala signifikan dalam sistem pengelolaan dan pemantauan energi, khususnya pada baterai penyimpanan energi. Ketidadaan sistem monitoring yang efektif menyebabkan pengguna tidak mengetahui status baterai secara akurat, seperti jumlah energi yang dihasilkan, disimpan, dan digunakan. Hal ini dapat memicu pemborosan atau bahkan kerusakan komponen sistem [2].

GAP Analysis menunjukkan bahwa meskipun telah ada beberapa solusi yang dikembangkan untuk pemantauan sistem energi terbarukan, masih terdapat kekurangan dalam integrasi teknologi Internet of Things (IoT) dalam pengelolaan energi rumah tangga[3]. Banyak sistem yang ada masih bersifat statis dan tidak menyediakan pembaruan real-time. Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem yang lebih canggih yang dapat memberikan informasi secara langsung kepada pengguna, memungkinkan mereka untuk membuat keputusan yang lebih tepat mengenai penggunaan energi. Analisis terhadap literatur dan teknologi yang ada menunjukkan masih minimnya implementasi sistem monitoring baterai solar panel berbasis IoT secara menyeluruh pada rumah tangga. Banyak sistem bersifat statis dan tidak mendukung visualisasi data atau kontrol jarak jauh secara real-time, sehingga pengguna tidak dapat mengambil keputusan berbasis data [4].

Dalam konteks ini, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem monitoring baterai solar panel berbasis IoT yang dapat memenuhi kebutuhan rumah tangga[5]. Dengan memanfaatkan berbagai komponen seperti sensor ACS712 untuk memantau arus listrik, sensor water pump 5V untuk mengatur penggunaan air, serta ESP32 sebagai pusat kontrol, sistem ini diharapkan dapat memberikan solusi yang holistik. Selain itu, penggunaan baterai 18650 sebagai penyimpan energi dan step down untuk menstabilkan tegangan semakin meningkatkan efisiensi sistem.

Melalui implementasi sistem ini, diharapkan pengguna dapat memantau status baterai dan penggunaan energi dengan mudah melalui aplikasi berbasis web atau mobile. Dengan demikian, pengguna tidak hanya akan lebih sadar akan penggunaan energi mereka, tetapi juga dapat mengoptimalkan pemanfaatan energi terbarukan dalam kehidupan sehari-hari. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan teknologi IoT di bidang energi terbarukan, serta membuka peluang bagi penelitian lebih lanjut untuk aplikasi serupa di berbagai konteks lainnya [6].

2. METODE

Metodologi penelitian ini dirancang untuk mengembangkan sistem monitoring baterai solar panel berbasis IoT yang efektif dan efisien untuk kebutuhan rumah tangga. Penelitian ini mencakup beberapa aspek penting, termasuk jenis dan sumber data, metode pengumpulan data, serta metode pengembangan sistem [7]. Berikut adalah penjelasan rinci mengenai masing-masing aspek tersebut.

A. Jenis dan Sumber Data

Dalam penelitian ini, data yang digunakan terbagi menjadi dua kategori utama:

1. Data Primer: Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari hasil pengujian sistem yang telah dikembangkan. Pengujian dilakukan dalam kondisi nyata untuk mengukur kinerja sistem, termasuk efisiensi solar panel, tingkat pengisian baterai, dan penggunaan energi oleh perangkat rumah tangga. Data ini sangat penting untuk memberikan gambaran akurat mengenai efektivitas sistem yang dirancang, serta untuk menilai apakah sistem tersebut memenuhi kebutuhan pengguna[8].
2. Data Sekunder: Data sekunder dikumpulkan dari berbagai literatur dan sumber informasi yang relevan, seperti artikel ilmiah, buku, dan studi kasus yang membahas teknologi energi terbarukan dan *Internet of Things* (IoT)[9]. Data ini digunakan untuk memperkuat argumen dalam penelitian, memberikan konteks yang lebih luas, serta mendukung pengambilan keputusan dalam proses perancangan dan pengembangan sistem.

B. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa langkah sistematis:

1. **Observasi Langsung:** Pengamatan dilakukan selama pengujian sistem di lapangan. Peneliti mencatat berbagai parameter seperti arus, tegangan, dan kondisi operasional solar panel dan baterai. Observasi ini membantu dalam memahami interaksi antara komponen sistem dan kinerja keseluruhan.
2. **Pengukuran:** Sensor ACS712 digunakan untuk mengukur arus listrik yang mengalir dalam sistem. Pengukuran ini dilakukan secara real-time dan data yang diperoleh dicatat untuk analisis lebih lanjut. Informasi ini penting untuk mengevaluasi efisiensi pengisian dan penggunaan energi.
3. **Kuesioner dan Wawancara:** Umpan balik dari pengguna sistem dikumpulkan melalui kuesioner yang dirancang untuk mengevaluasi kemudahan penggunaan sistem dan aplikasi. Selain itu, wawancara dilakukan untuk mendapatkan informasi lebih mendalam mengenai pengalaman pengguna, tantangan yang dihadapi, dan saran perbaikan.
4. **Analisis Data Sekunder:** Data sekunder yang diperoleh dari literatur dianalisis untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang tren dan teknologi terkini dalam bidang energi terbarukan dan IoT. Analisis ini juga mencakup studi kasus yang relevan untuk memberikan perspektif tambahan dalam pengembangan sistem.

C. Metode Pengembangan Sistem

Pengembangan sistem dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah yang sistematis dan terstruktur:

1. **Perancangan Sistem:** Tahap awal ini melibatkan analisis kebutuhan pengguna dan spesifikasi teknis. Proses desain mencakup pemilihan komponen yang tepat dan skema interkoneksi antar komponen. Diagram blok sistem dibuat untuk memberikan gambaran visual mengenai interaksi antar elemen.
2. **Pembuatan Prototipe:** Setelah perancangan selesai, semua komponen dirakit pada papan sirkuit untuk membentuk prototipe awal. Pada tahap ini, koneksi antar komponen diuji untuk memastikan bahwa semua elemen berfungsi dengan baik. Ini juga termasuk pengujian awal dari sistem pemrograman.
3. **Pemrograman ESP32:** Modul ESP32 diprogram menggunakan bahasa pemrograman Arduino untuk mengatur komunikasi antara sensor, aktuator, dan aplikasi berbasis IoT. Program ini dirancang untuk memproses data dari sensor ACS712, serta mengendalikan water pump secara otomatis berdasarkan kebutuhan.
 - a. **Diagram Blok Sistem:** Menjelaskan hubungan antara solar panel, sensor ACS712, ESP32, water pump, baterai, dan output (web/app).
 - b. **Alur Proses R&D:** Misal model Borg & Gall atau versi modifikasi 5-6 langkah.
 - c. **Tampilan Antarmuka (mockup):** Jika tersedia, tampilkan interface web/app.
 - d. **Flowchart Perangkat Lunak:** Menunjukkan alur pemrosesan data sensor → logika → output visualisasi
4. **Evaluasi dan Perbaikan:** Setelah pengujian selesai, data yang dikumpulkan dianalisis untuk mengevaluasi kinerja sistem. Evaluasi ini mencakup analisis efisiensi energi, keandalan sistem, dan umpan balik pengguna. Berdasarkan hasil analisis, langkah-langkah perbaikan dilakukan untuk meningkatkan kinerja dan keandalan sistem, seperti penyesuaian pemrograman dan pengoptimalan komponen.
 - a. Instrumen yang digunakan dalam observasi dan evaluasi sistem meliputi:
 - b. Checklist heuristic evaluation berdasarkan prinsip Nielsen (visibility, match with real world, error prevention, dll.)
 - c. Kuesioner usability berbasis skala Likert (1–5) untuk mengukur persepsi pengguna terkait kemudahan, kejelasan informasi, dan efektivitas sistem.
 - d. Lembar observasi teknis untuk mencatat performa sistem seperti waktu respons, kestabilan data real-time, dan keandalan komunikasi perangkat.

Dengan mengikuti metodologi ini, diharapkan sistem monitoring baterai solar panel berbasis IoT dapat memberikan solusi yang efektif dan efisien untuk kebutuhan energi rumah tangga. Penelitian ini juga

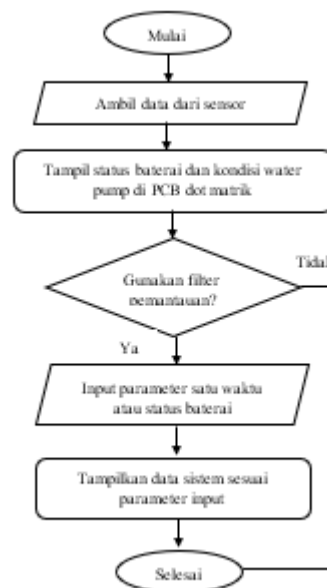
diharapkan dapat berkontribusi pada pemanfaatan energi terbarukan secara lebih berkelanjutan dan meningkatkan kesadaran masyarakat mengenai pentingnya efisiensi energi. Hasil dari penelitian ini tidak hanya diharapkan bermanfaat secara teknis, tetapi juga memberikan dampak positif bagi lingkungan dan masyarakat luas, mendorong adopsi teknologi ramah lingkungan di kalangan pengguna rumah tangga.

D. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak dimulai dengan menyusun logika pemrograman menggunakan IDE Arduino, dengan bahasa pemrograman C agar mikrokontroler ESP32 dapat menjalankan instruksi sesuai rancangan. ESP32 bertindak sebagai pusat kendali, menerima data dari sensor arus ACS712 dan mengatur perangkat seperti water pump secara otomatis.

Selanjutnya, sistem dilengkapi dengan web server pada ESP32 untuk mengirimkan data secara real-time ke antarmuka pengguna. Untuk visualisasi lokal, digunakan PCB dot matrik yang menampilkan status arus, pengisian baterai, dan kondisi pompa air secara langsung. Dalam pengembangan aplikasi Android, digunakan teknik web view agar antarmuka web dapat diakses melalui perangkat mobile secara fleksibel.

Program monitoring ini dirancang untuk membaca data arus listrik dari sensor, menampilkan status sistem secara langsung, serta memberikan opsi kepada pengguna untuk melakukan pemantauan berdasarkan kondisi tertentu, misalnya status pengisian baterai atau waktu operasional pompa. Setelah pengguna menentukan parameter, sistem akan menampilkan data secara relevan.



Gambar 1. Diagram Alur Sistem Monitoring Daya

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

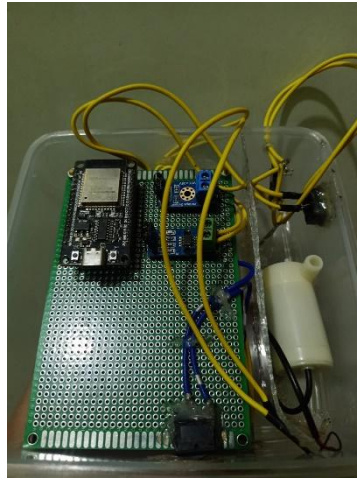
Bagian ini akan menjelaskan hasil dari pengembangan sistem monitoring baterai solar panel berbasis IoT, serta membahas analisis mendalam terkait kinerja sistem. Hasil dan pembahasan dibagi menjadi dua sub bagian, yaitu Hasil Penelitian dan Pembahasan.

A. Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini menjelaskan secara rinci komponen, fungsi, dan kinerja sistem yang telah dikembangkan. Setiap elemen dari sistem ini berkontribusi pada tujuan keseluruhan, yaitu untuk menciptakan solusi yang efisien dalam pengelolaan energi berbasis solar.

Prototipe Sistem

Sistem monitoring baterai solar panel telah dirakit menjadi prototipe yang terdiri dari beberapa komponen utama. Gambar 2 menunjukkan tampilan prototipe yang dibuat, yang mencakup semua elemen penting yang diperlukan untuk fungsi sistem [10]



Gambar 2. Prototipe Sistem Monitoring Baterai Solar Panel

Pada gambar tersebut, terlihat bahwa semua komponen, termasuk ESP32, sensor ACS712, dan water pump, terhubung dengan baik pada papan sirkuit. Desain ini dirancang untuk memudahkan interaksi antara berbagai komponen, serta memungkinkan komunikasi yang efisien. Papan sirkuit ini dibuat dengan mempertimbangkan aspek ergonomis dan kemudahan perbaikan jika diperlukan. Prototipe ini juga dirancang untuk diujicobakan dalam berbagai kondisi operasional, sehingga dapat memberikan data yang komprehensif mengenai kinerjanya.

Pengukuran Arus

Sensor ACS712 berfungsi untuk memantau arus listrik yang mengalir dari solar cell ke baterai dan beban lainnya. Selama pengujian, sensor ini berhasil mengukur arus dengan akurat, memberikan data real-time yang penting untuk analisis. Pengukuran arus yang tepat sangat penting untuk memastikan bahwa energi yang dihasilkan digunakan secara optimal dan untuk mencegah kerusakan pada baterai akibat overcharging [11]. Tabel di bawah ini menunjukkan parameter pengukuran arus yang dilakukan selama pengujian:

Tabel 1. Parameter Pengukuran Arus

Parameter	Nilai	Keterangan
Arus Maksimum	2 A	Maksimum yang dapat diukur
Arus Rata-rata	1.5 A	Penggunaan normal sehari-hari
Tegangan	5 V	Tegangan dari solar cell

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa sistem dapat mengelola arus dengan baik, memungkinkan pengguna untuk memantau kinerja solar panel secara efisien. Data ini juga memberikan informasi penting dalam menentukan waktu yang tepat untuk pengisian baterai dan penggunaan energi.

Pengendalian Water Pump

Water pump 5V diintegrasikan dalam sistem untuk aplikasi irigasi. Sistem ini dapat mengendalikan water pump berdasarkan tingkat kebutuhan air yang ditentukan oleh pengguna. Dengan pengendalian otomatis yang dilakukan oleh ESP32, water pump dapat dioperasikan sesuai dengan kebutuhan, sehingga mencegah pemborosan air.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa water pump dapat beroperasi dengan baik, memberikan aliran air yang stabil sesuai dengan kebutuhan yang diatur oleh pengguna. Pengguna dapat mengatur jadwal penyiraman dan memonitor kinerja water pump melalui aplikasi yang telah disediakan. Keberhasilan dalam pengendalian

Efisiensi Water Pump

Pengendalian water pump yang terintegrasi dalam sistem memberikan kemudahan bagi pengguna dalam mengelola kebutuhan air. Hasil pengujian menunjukkan bahwa water pump dapat beroperasi secara otomatis berdasarkan perintah dari aplikasi, sehingga meningkatkan efisiensi penggunaan air. Pengguna dapat dengan mudah mengatur jadwal penyiraman dan memonitor kinerja water pump melalui aplikasi yang telah disediakan. Tabel berikut menunjukkan efisiensi penggunaan air sebelum dan sesudah sistem diterapkan:

Tabel 2. Efisiensi Penggunaan Air Sebelum dan Sesudah Penerapan Sistem Monitoring

Parameter	Sebelum Sistem	Sesudah Sistem	Persentase Peningkatan
Volume Air Digunakan	100 L/hari	70 L/hari	30%
Frekuensi Penyiraman	3 kali/hari	2 kali/hari	33%

Visualisasi dan Akses Data

Visualisasi data yang ditampilkan melalui PCB dot matrik memungkinkan pengguna untuk dengan cepat memahami status sistem tanpa perlu membuka aplikasi. Ini adalah fitur yang sangat berguna, terutama bagi pengguna yang tidak terbiasa dengan teknologi. Selain itu, dengan adanya konektivitas IoT, pengguna dapat mengakses data sistem dari lokasi mana pun, memberikan fleksibilitas dan kemudahan dalam pengelolaan energi.

Pengujian Sistem Monitoring Daya

Pengujian sistem monitoring daya dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mendeteksi dan menampilkan data arus listrik secara real-time dari panel surya ke baterai dan beban lainnya. Sensor ACS712 digunakan sebagai alat utama untuk mengukur arus, dengan hasil pengujian menunjukkan bahwa arus maksimum yang dapat dicatat mencapai 2 ampere, sementara arus rata-rata harian tercatat sebesar 1,5 ampere dengan tegangan sebesar 5 volt. Hasil ini mengindikasikan bahwa sistem mampu melakukan pemantauan arus dengan cukup akurat, sesuai dengan kebutuhan operasional peralatan rumah tangga yang diuji.

Selain itu, data arus yang dikumpulkan ditampilkan secara langsung melalui modul PCB dot matrik, yang berfungsi sebagai media visualisasi utama di perangkat keras. Visualisasi ini memberikan informasi tentang status pengisian baterai dan kondisi water pump, yang secara otomatis dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32 berdasarkan parameter yang ditentukan. Sistem juga mengintegrasikan fitur pemantauan berbasis web dan mobile, sehingga pengguna dapat mengakses informasi dari jarak jauh. Seluruh hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem tidak hanya berhasil menampilkan data daya secara aktual dan stabil, tetapi juga mampu memberikan respons yang cepat terhadap perubahan kondisi arus dan tegangan, yang penting dalam menghindari overcharging atau pemborosan energi.

4. KESIMPULAN

Dalam penelitian ini, telah berhasil dirancang dan dibangun sistem monitoring baterai solar panel berbasis IoT yang efektif untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga. Sistem ini mengintegrasikan berbagai komponen seperti sensor ACS712 dan water pump 5V, serta modul ESP32, sehingga mampu memantau arus listrik secara akurat dan mengendalikan penggunaan air dengan efisien. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan kesadaran pengguna terhadap penggunaan energi dan air, serta kemampuan dalam pengelolaan sumber daya. Meski demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan, seperti ketergantungan pada konektivitas internet yang dapat menjadi kendala di daerah dengan jaringan tidak stabil. Di samping itu, uji coba sistem dalam berbagai kondisi lingkungan masih diperlukan untuk memastikan keandalannya. Untuk penelitian selanjutnya, pengembangan fitur tambahan dan integrasi dengan sumber energi terbarukan lainnya dapat dilakukan, sehingga sistem ini tidak hanya berkontribusi pada teknologi IoT, tetapi juga mendukung keberlanjutan dan efisiensi energi di masyarakat.

REFERENSI

- [1] I. Plauska, A. Liutkevičius, and A. Janavičiūtė, 'Performance Evaluation of C/C++, MicroPython, Rust and TinyGo Programming Languages on ESP32 Microcontroller', *Electronics (Basel)*, vol. 12, no. 1, p. 143, Dec. 2022, doi: 10.3390/electronics12010143.

- [2] K. Kuswanto, "Sistem Monitoring Produksi Gas Hidrogen dengan Elektrolisis Air Menggunakan Metode Fuzzy Berbasis Android," vol. 4, no. 2, pp. 44–89, 2021.
- [3] D. E. Myori and A. B. Pulungan, "Public Education via the Implementation of Alternative Energy Sources in Solar Water Pump Edukasi Masyarakat Melalui Penerapan Sumber Energi Alternatif Pada Pompa Air Tenaga Surya," vol. 8, no. 1, pp. 104–113, 2024.
- [4] A. Maulidi, M. Abdullah, and D. Handani, 'Virtual private network (VPN) model for AIS real time monitoring', *IOP Conf Ser Earth Environ Sci*, vol. 1081, no. 1, p. 012028, Sep. 2022, doi: 10.1088/1755-1315/1081/1/012028..
- [5] A. Maulidi, M. Abdullah, and D. Handani, 'Virtual private network (VPN) model for AIS real time monitoring', *IOP Conf Ser Earth Environ Sci*, vol. 1081, no. 1, p. 012028, Sep. 2022, doi: 10.1088/1755-1315/1081/1/012028.
- [6] W. Wang et al., 'A multi-task learning-based framework for global maritime trajectory and destination prediction with AIS data', *Maritime Transport Research*, vol. 3, p. 100072, 2022, doi: 10.1016/j.martra.2022.100072
- [7] A. A. Kurniawan and S. Rahmawati, "Jurnal KomtekInfo Smart Tong Sampah Pendeteksi Otomatis Sampah Organik &," vol. 11, no. 3, pp. 163–172, 2024, doi: 10.35134/komtekinfo.v11i3.564.163.
- [8] Agus Kiswanto, "Transformasi Proteksi Tegangan: Sistem Monitoring IoT untuk Pemantauan Real-Time," *Dielektrika*, vol. 11, no. 2, pp. 119–128, 2024, doi: 10.29303/dielektrika.v11i2.377.
- [9] W. M. P. Wiratama, "Komparasi Kestabilan Posisi Panel Surya Menggunakan Pengendali Pid (Proportional, Integral Dan Derivative) Dengan Flc (Fuzzy Logic Control)," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 14, no. 1, pp. 1–12, 2023, doi: 10.24176/simet.v14i1.4346.
- [10] D. Arianyah and I. V. Papatungan, "Jurnal Sains, Nalar, dan Aplikasi Teknologi Informasi," *J. Sains, Nalar, dan Apl. Teknol. Inf.*, vol. 3, no. 2, pp. 50–57, 2024, doi: 10.20885/snati.v4.i1.5.
- [11] A. A. Hidayah, "Monitoring Arus Dan Tegangan Pada Pengisian Lampu Penerangan," vol. 18, no. 1, pp. 48–54, 2025, doi: 10.5281/zenodo.15052833.
- [12] Ardita, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Kontrol Penyiraman Tanaman Kentang Otomatis Berbasis IoT Dengan Integrasi Bot Telegram," *J. Mhs. Tek.*, 2024.
- [13] L. O. Sari, M. F. E. Saputra, and E. Safrianti, "Electric Current Monitoring System Based on IoT (Internet of Things) On Solar Panel In Solar Electric Power Plant (PLTS) Laboratory of UIN Suska Riau Sistem Monitoring Arus Listrik Berbasis Internet of Things (IoT) pada Solar Panel di Laboratorium P," vol. 4, no. January, pp. 205–211, 2024.
- [14] N. Juli *et al.*, "Implementasi Teknologi LoRa untuk Monitoring Real-Time Lampu PJU Berbasis Solar Panel Pemerintah Daerah sesuai Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No 27 Tahun dari 0-1000V . Prinsip kerja dari sensor ini adalah dengan menurunkan tegangan," vol. 2, no. 3, 2024.
- [15] M. Yusuf, M. Sodik, S. Darussalam, K. Nganjuk, and U. Blitar, "Penggunaan Teknologi Internet of Things (Iot) Dalam Pengelolaan Fasilitas Dan Infrastruktur Lembaga Pendidikan Islam," *Prophet. J. Kaji. Keislam.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–18, 2023.