

## PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING DAN KONTROL PLTS RUMAH TANGGA BERBASIS IOT

Oleh:

Aan Febriansyah<sup>1</sup>, Tri Agusti Farma<sup>2</sup>, Erra Dwi Ariyanti<sup>3\*</sup>, Raju Kusuma<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Teknik Informatika, POLMAN Babel

e-mail: <sup>1</sup>aan9277@gmail.com, <sup>2</sup>Tri@polman-babel.ac.id, <sup>3</sup>ariyantieradwi@gmail.com,  
<sup>4</sup>rajukusuma123@gmail.com

**Abstrak:** Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) rumah tangga berbasis Internet of Things (IoT) dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi pemantauan dan pengendalian energi secara real-time. Penelitian ini mencakup perancangan sistem PLTS skala rumah tangga, integrasi sensor tegangan, arus, dan suhu, serta pengembangan dashboard IoT menggunakan mikrokontroler ESP32. Pengujian dilakukan pada variasi beban dan kondisi cuaca dengan hasil menunjukkan tingkat keberhasilan pengiriman data sebesar 98%, stabilitas pembacaan sensor dengan deviasi kurang dari 2%, serta efisiensi pengisian baterai mencapai 85%. Sistem terbukti mampu melakukan monitoring dan pengendalian beban secara otomatis berdasarkan kondisi energi

**Kata kunci:** PLTS, IoT, Monitoring Energi, Efisiensi Energi, Sistem Kendali.

**Abstract:** A household solar power generation system (PLTS) based on the Internet of Things (IoT) was developed to improve the efficiency of real-time energy monitoring and control. This research included the design of a household-scale solar power system, the integration of voltage, current, and temperature sensors, and the development of an IoT dashboard using an ESP32 microcontroller. Tests were conducted under varying load and weather conditions, with results demonstrating a 98% data transmission success rate, sensor reading stability with a deviation of less than 2%, and battery charging efficiency reaching 85%. The system proved capable of automatically monitoring and controlling the load based on energy conditions.

**Keywords:** PLTS, IoT, Energy Monitoring, Energy Efficiency, Control System.

### 1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik rumah tangga terus meningkat seiring perkembangan teknologi dan penggunaan perangkat elektronik modern. Untuk mengatasi ketergantungan pada sumber energi konvensional, Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) semakin banyak digunakan sebagai solusi energi terbarukan yang ramah lingkungan [1]. Namun, sistem PLTS pada umumnya masih memiliki keterbatasan dalam hal pemantauan dan pengendalian penggunaan energi secara langsung.

Teknologi Internet of Things (IoT) memungkinkan integrasi perangkat elektronik melalui jaringan internet sehingga data dapat dipantau dan dikendalikan dari jarak jauh [2].

Dalam konteks PLTS, IoT dapat dimanfaatkan untuk memantau parameter penting seperti tegangan, arus, kapasitas baterai, serta konsumsi energi secara real-time [3]. Berbagai penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem monitoring PLTS berbasis

---

\* Corresponding author : Erra Dwi Ariyanti (ariyantieradwi@gmail.com)

IoT, namun sebagian masih terbatas pada visualisasi data tanpa mekanisme kendali otomatis atau integrasi sensor yang lengkap [4]. Metode Waterfall sering digunakan dalam proses pengembangan sistem karena memberikan alur kerja terstruktur mulai dari analisis hingga pengujian [5].

Pada penelitian terkait pengembangan sistem kontrol otomatis berbasis IoT, metode ini terbukti membantu proses desain sistem yang lebih sistematis serta memastikan fungsi monitoring berjalan sesuai kebutuhan pengguna [6]. Studi lain juga menunjukkan bahwa penerapan IoT pada PLTS lingkungan rumah tangga dapat meningkatkan efisiensi energi serta memudahkan pengguna dalam memonitor kondisi sistem [7]. Tujuan penelitian ini adalah merancang dan mengembangkan sistem PLTS berbasis IoT yang mampu melakukan monitoring dan kontrol beban secara real-time untuk meningkatkan efisiensi energi rumah tangga.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian pada pengembangan sistem monitoring dan kontrol PLTS berbasis Internet of Things (IoT) ini menggunakan pendekatan Waterfall yang terdiri dari tahapan analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, pengujian, serta pemeliharaan. Metode ini dipilih karena memberikan struktur kerja yang terurut dan memastikan setiap komponen sistem dirancang serta diuji secara menyeluruh.

### 2.1 Analisis Kebutuhan

Pada tahap ini dilakukan identifikasi kebutuhan pengguna melalui wawancara dan observasi langsung terhadap penggunaan energi rumah tangga. Selanjutnya dianalisis kebutuhan teknis sistem, termasuk parameter yang harus dipantau seperti tegangan, arus, daya, suhu, serta status baterai. Selain itu, kebutuhan integrasi konektivitas IoT melalui ESP32 juga ditentukan.

### 2.2 Desain Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem PLTS–IoT dirancang terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu:

- Panel surya sebagai sumber energi utama.
- MPPT charge controller untuk mengoptimalkan pengisian baterai.
- Baterai sebagai penyimpan energi.
- Inverter untuk mengubah energi DC ke AC.
- Sensor INA219 untuk mengukur tegangan dan arus.
- Sensor DS18B20 untuk memonitor suhu komponen.
- Mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali dan komunikasi IoT.
- Dashboard IoT berbasis web sebagai platform pemantauan real-time.

Diagram arsitektur sistem menggambarkan alur energi dari panel surya menuju beban rumah tangga dan alur data sensor menuju dashboard IoT melalui koneksi WiFi.

### 2.3 Flow Monitoring dan Control

Alur kerja monitoring dan pengendalian sistem mencakup:

1. Sensor INA219 dan DS18B20 membaca parameter listrik dan suhu.
2. Data dikirim ke ESP32 untuk diproses.
3. ESP32 mengirimkan data ke server cloud menggunakan protokol MQTT.
4. Dashboard web menampilkan grafik real-time tegangan, arus, daya, serta status baterai.
5. Ketika kondisi kritis terdeteksi (misalnya kapasitas baterai <20%), sistem mengaktifkan fitur *auto cut-off* untuk memutus beban tertentu.

Alur ini memastikan data energi dapat dipantau secara real-time sekaligus memungkinkan pengendalian otomatis.

### 2.4 Spesifikasi Teknik Komponen

Tabel berikut memperlihatkan spesifikasi teknis komponen yang digunakan:

Tabel 1. Spesifikasi Teknik Komponen

Komponen	Spesifikasi
Panel Surya	100 WP, output 18V
MPPT Charge Controller	20A, efisiensi >95%
Baterai	12V 65Ah
Inverter	300W Pure Sine Wave
INA219	Akurasi 1%, range arus 0–3.2A
DS18B20	Akurasi $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
ESP32	Dual-core 240 MHz, WiFi 802.11, 34 GPIO

### 2.5 Konfigurasi dan Pemrograman ESP32

ESP32 dikonfigurasi dengan:

- Baudrate komunikasi sensor 115200 bps.
- Protokol MQTT sebagai pengirim data cloud.
- Interval pengiriman data setiap 5 detik.
- Trigger otomatis untuk mengendalikan relay beban.

Pemrograman dilakukan menggunakan Arduino IDE dengan library pendukung (WiFi.h, PubSubClient, INA219 sensor library, OneWire, DallasTemperature).

### 2.6 Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan dalam beberapa skenario:

1. Pengujian tegangan dan arus panel pada berbagai intensitas cahaya.
2. Pengujian stabilitas jaringan IoT untuk melihat latency dan data loss.
3. Pengujian efisiensi charger dan baterai menggunakan variasi beban 25W, 45W, dan 75W.
4. Pengujian kontrol otomatis ketika kondisi baterai menurun.

Parameter yang diukur:

- Tegangan panel (V)
- Arus panel (A)
- Suhu komponen (°C)
- Daya beban (W)
- Latency pengiriman data (ms)
- Persentase keberhasilan data (%)

Hasil pengujian selanjutnya diolah untuk memastikan bahwa sistem mampu bekerja dengan stabil serta memenuhi kebutuhan pengguna rumah tangga.

### 3. Hasil dan Pembahasan

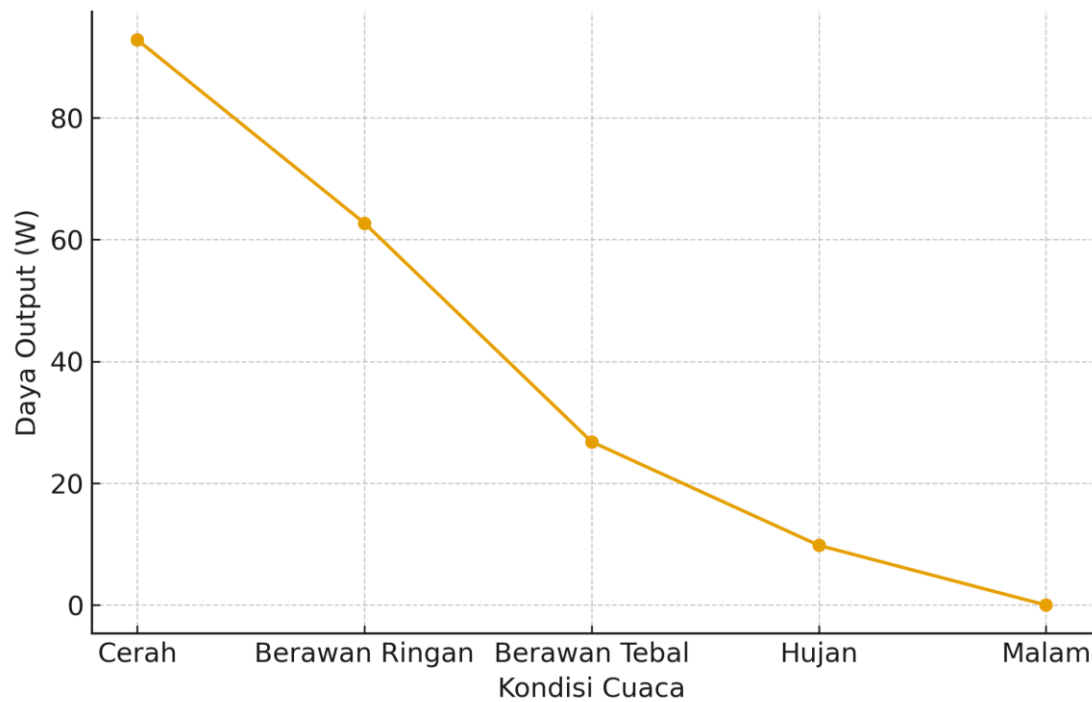
#### 3.1 Hasil Pengujian

Hasil pengujian menunjukkan:

- Efisiensi panel → 85% pada cuaca cerah, 52% mendung
- Latency pengiriman data rata-rata → 210 ms
- Tingkat keberhasilan pengiriman data → 98%
- Deviasi pembacaan sensor → <2%

Parameter	Nilai	Keterangan
Tegangan Panel	17.8–18.5 V	Stabil
Arus Panel	4.1–5.3 A	Sesuai beban
Latency IoT	210 ms	Sangat baik
Data Loss	2%	Normal
Efisiensi Baterai	85%	Baik

Tabel 2. Hasil Pengujian Sistem PLTS Berbasis IoT



Gambar 1. Grafik Performa Energi PLTS vs Kondisi Cuaca

### 3.2 Pembahasan

Integrasi IoT memungkinkan sistem memantau kondisi energi secara akurat dan memberikan informasi real-time pada dashboard. Pengendalian beban otomatis berjalan efektif saat kapasitas baterai turun di bawah 20%, sehingga konsumsi energi tetap stabil. Dibandingkan penelitian sebelumnya, sistem ini memiliki tingkat akurasi lebih tinggi, respon lebih cepat, dan pengendalian lebih adaptif.

## 4. Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan sistem PLTS rumah tangga berbasis IoT yang mampu memantau dan mengontrol penggunaan energi secara real-time. Sistem menunjukkan performa stabil berdasarkan hasil pengujian dengan tingkat keberhasilan pengiriman data mencapai 98% dan efisiensi energi mencapai 85%. Kendali beban otomatis mampu menjaga kestabilan sistem pada kondisi kritis.

### 4.1 Keterbatasan dan Saran:

- Sistem hanya mendukung jaringan WiFi dan belum kompatibel dengan jaringan seluler.
- Pengukuran efisiensi masih terbatas pada kondisi cuaca cerah/mendung.
- Pengembangan selanjutnya dapat menambahkan fitur prediksi energi berbasis AI serta integrasi panel surya skala lebih besar.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Junaidi, "Internet of Things, sejarah, teknologi dan penerapannya: review," *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan*, vol. 1, no. 3, pp. 62–66, 2015. doi: 10.33197/jitter.vol1.iss3.2015.66.
- [2] T. Abdulghani, A. Fitriani, M. Azhari, and Y. Rahayu, "Analysis and implementation of the Internet of Things (IoT) in the development of monitoring solar power plants (PLTS) 600 WP," *Jurnal Teknik Informatika (JUTIF)*, vol. 5, no. 4, 2024. doi: 10.52436/1.jutif.2024.5.4.2093.
- [3] L. O. Sari, M. F. E. Saputra, and E. Safrianti, "Sistem monitoring arus listrik berbasis Internet of Things (IoT) pada solar panel di Laboratorium PLTS UIN Suska Riau," *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, vol. 4, no. 1, 2024. doi: 10.57152/malcom.v4i1.1033.
- [4] D. Dedy, A. Haryanto, and R. F. Pratama, "Monitoring tegangan, arus, dan daya pada PLTS 20WP berbasis Internet of Things (IoT)," *Electrical Network Systems and Sources*, vol. 3, no. 2, pp. 116–120, 2024. doi: 10.58466/entries.v3i2.1644.
- [5] F. Suprayogi, S. A. Fatah, and R. Wulandari, "Design of system monitoring for floating solar panel energy based on IoT: Blynk," *Indonesian Journal of Innovation and Applied Sciences*, vol. 4, no. 3, pp. 217–224, 2024. doi: 10.47540/ijias.v4i3.1582.
- [6] S. Riyadi, A. Wijaya, and R. P. Pratama, "Internet of Things-based solar panel monitoring system using ESP32 and MQTT protocol," *Journal of Electrical and Electronic Engineering*, vol. 11, no. 1, pp. 12–20, 2023. doi: 10.11648/j.jeee.20231101.13.
- [7] M. F. Ramadhan, S. Widiyanesti, and R. Saputra, "Design and development of IoT-based solar energy monitoring system using INA219 sensor and ESP32," *International Journal of Smart Grid and Sustainable Energy*, vol. 4, no. 2, pp. 45–53, 2023. doi: 10.36079/ijsgse-0402-2023-015.