



Rancang Bangun Sistem Telemetri Parameter Multi Lokasi Panel Surya Berbasis Komunikasi Jarak Jauh Dan IoT

Devisius Odo¹, Jannus Marpaung², Redi Ratiandi Yacoub³

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, Universitas Tanjungpura

Email: d1021221078@student.untan.ac.id¹ jannusmarpaung@ee.untan.ac.id² rediyacoub@ee.untan.ac.id³

Article Info

Article history:

Received September 3, 2025

Revised Desember 3, 2025

Accepted Desember 24, 2025

Keywords:

Telemetry
Internet of Things
Solar Panel
Multi-Location

ABSTRACT

This study aims to develop a telemetry system for monitoring solar panel performance at multiple locations using long-range communication and an Internet of Things (IoT) platform. Conventional monitoring methods are limited in providing real-time data over wide areas, making remote performance evaluation inefficient. To address this issue, a monitoring system was designed using an ESP32 microcontroller, an INA219 sensor for measuring voltage and current, a Neo-M8 GPS module for location identification, a DS3231 real-time clock (RTC) for time recording, and a LoRa RA-02 module for wireless data transmission. Each transmitter node is equipped with a MicroSD module to store measurement data locally. The collected data are transmitted via LoRa to a receiver and displayed in real time on the Thingier.io platform. Calibration results show that the INA219 sensor has an average error of 0.71% for current measurement and 0.1% for voltage measurement. GPS testing indicates stable coordinate readings with accuracy ranging from approximately ± 3 to ± 8 meters. All measurement data were successfully transmitted, stored, and visualized without significant data loss. The results demonstrate that the developed system is capable of providing reliable and efficient remote monitoring of solar panel parameters in real-world conditions.

Corresponding Author:

Devisius Odo

Universitas Tanjungpura

Jl. Prof. Dr. H. Jl. Profesor Dokter H. Hadari Nawawi, Bansir Laut,

Email: d1021221078@student.untan.ac.id



1. INTRODUCTION

Indonesia merupakan negara kepulauan yang dilalui oleh garis khatulistiwa dan beriklim tropis sehingga potensi yang dihasilkan dari energi matahari cukup tinggi. Potensi sumber daya matahari di Indonesia sangat besar apabila dimanfaatkan dengan cara yang tepat. Energi matahari dapat dimanfaatkan dengan bantuan solar cell atau yang biasa disebut dengan panel surya, dengan bantuan dari solar cell sinar matahari dapat dikonversi menjadi energi listrik yang dapat digunakan oleh manusia sebagai energi alternatif pada tempat yang sulit terjangkau oleh PLN. Energi matahari yang mencapai bumi hanya 30% dan energi yang dihasilkan hanya dapat terpancar selama 30 menit saja namun mampu memenuhi kebutuhan energi di bumi selama setahun Indonesia memiliki sumber energi matahari yang berlimpah dengan rata-rata intensitas yang dihasilkan sekitar 4,8 kWh/m² per harinya. Kondisi cerah di Indonesia sekitar 2975 jam atau 124 hari dengan rata-rata penyinaran matahari sekitar 8,2 jam per harinya.[1]

Suatu Pembangkit Listrik Tenaga Surya atau disingkat dengan PLTS dibangun dari komponen utama berupa panel surya (solar panel), penyimpan energi berupa baterai, dan pengatur arus pengisian-pengosongan baterai yang disebut dengan Solar Charge Controller (SCC). Baterai sedang diisi atau charging dengan sumber energi berasal dari panel surya sedang saat mengeluarkan arus ke beban (misalkan lampu-lampu) disebut discharging. Terminologi charging dan discharging adalah tentang arus yang masuk dan keluar dari baterai, proses ini diatur oleh SCC. Proses mengkonversi energi listrik sel surya adalah salah satu bentuk pemanfaatan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan (energi terbarukan). Sistem konversi ini berupa panel PV yang dipasang di lokasi yang terpapar sinar matahari dan tidak terhalang. Monitoring dilakukan ketika matahari bersinar dari pagi hingga sore.[2][3]

Penerapan IoT dalam telemetri panel surya juga memberikan peluang untuk memantau lebih dari satu panel sekaligus (multi panel monitoring). Hal ini penting terutama pada instalasi PLTS berskala besar, karena data performa dari setiap panel dapat dianalisis untuk meningkatkan efisiensi energi serta mendeteksi dini apabila terjadi gangguan.

2. METHOD

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Telekomunikasi Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, Pontianak Kalimantan Barat.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

2.1. Alat dan Bahan

Dalam upaya pembuatan sistem telemetri parameter multi panel surya berbasis komunikasi jarak jauh dan IoT, terdapat komponen-komponen yang diperlukan, komponen-komponen tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Table 1. Komponen Yang Digunakan

No	Bahan	Jumlah
1.	NodeMCU ESP32	4
2.	Solar Panel 50 Watt	3
3.	Modul XL4015E1	3
4.	Lampu DC 5W	2
5.	Lampu DC 10W	2
6.	Lampu DC 15W	2
7.	Modul Step Up Down 8 A	3
8.	Sensor INA219	3
9.	Lora Ra-02	4
10.	Modul GPS NEO-M8	3
11.	Toggle Switch	6
12.	Printed Circuit Board	4
13.	Box Project	4
14.	Modul SD Card	3
15.	Modul RTC DS3231	3
16.	Antena Omni directional	4

2.2. Perangkat Lunak Digunakan

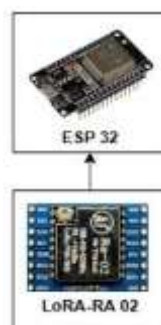
Perancangan sistem monitoring juga membutuhkan perangkat lunak untuk mendukung proses pembuatan alat. Berikut adalah perangkat lunak beserta fungsinya yang digunakan dalam implementasi sistem komunikasi jarak jauh dan monitoring pada penelitian ini, yang dapat dilihat di Tabel 2.2 dibawah ini.

Table 2. Perangkat Lunak yang Digunakan

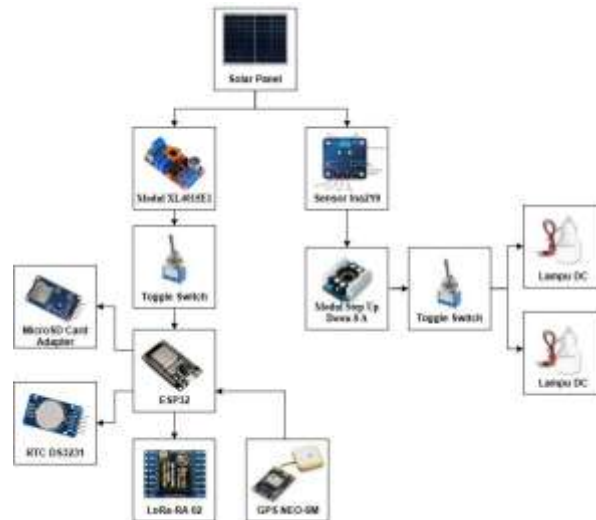
No	Perangkat Lunak	Fungsi
1.	Arduino IDE	Aplikasi yang digunakan untuk merancang program melalui arduino untuk membuat program dan mengolah data.
2.	Thingier.io	sebagai platform Internet of Things open-source berbasis cloud sebagai penghubung, pengelola, dan memantau perangkat IoT, digunakan untuk mengumpulkan data dari dekat maupun jarak jauh secara real-time melalui dashboard.
3.	Fritzing	Aplikasi yang membuat perancangan skematik perangkat keras.

2.3. Perancangan Perangkat Keras

Gambar di bawah merupakan diagram perancangan perangkat keras untuk pengelolaan panel surya yang melibatkan beberapa komponen elektronik, secara umum proses perancangan sistem panel surya berbasis komunikasi jarak jauh dan IoT dapat dilihat pada Gambar 2.2 dan Gambar 2.3



Gambar 2. Diagram Blok Perancangan Perangkat Keras Penerima



Gambar 3. Diagram Blok Perancangan Perangkat Keras Penerima

Sistem ini bertujuan untuk mengotomatiskan proses pembacaan tegangan dan arus dengan memanfaatkan sensor INA219 sebagai pengukur. Kemudian ada pula modul XL4015E1 sebagai penurun tegangan DC yang berguna sebagai sumber tegangan ESP32, modul step up down 8 A sebagai penurun tegangan DC untuk sumber tegangan lampu DC, serta modul RTC DS3231 yang berfungsi sebagai penunjuk waktu nyata (real time clock) untuk memberikan informasi waktu dan tanggal secara akurat pada setiap data pengukuran. Selain itu, terdapat juga MicroSD Card Adapter yang berfungsi untuk menyimpan hasil pengukuran tegangan, arus, daya, energi, waktu, dan koordinat GPS secara lokal sebagai cadangan data ketika koneksi komunikasi terputus. Toggle switch berguna untuk mematikan dan menyalakan ESP32 dan lampu, LoRa digunakan sebagai komunikasi pengiriman data dari Tx menuju Rx, dan GPS berfungsi sebagai pemberi informasi koordinat lokasi pada Tx. Data yang dikumpulkan juga dapat dipantau secara real-time melalui platform Thinger.io.

2.4. Skema Arsitektur Rancangan Sistem

Dalam penelitian ini adalah sejumlah pemancar Tx langsung mengirimkan datanya ke penerima Rx. Pemancar-pemancar berfungsi mentransmisikan parameter Panel Surya ke penerima. Setiap pemancar dilengkapi sensor INA219, mikrokontroler, modul radio LoRa, modul GPS, modul MicroSD Card, modul RTC DS323, modul step up down 8A, dan modul XL4015E1. Untuk membedakan antara pemancar yang satu dengan lainnya, maka pemancar dilengkapi identitas atau alamat spesifik, serta GPS untuk memberitahukan koordinat lokasi pada Tx. Hal ini disebabkan gelombang radio yang dipancarkan ke udara bersifat radial ke segala arah, alamat spesifik berfungsi mengensel (canceling) data yang tidak diinginkan.



Gambar 4. Skema Arsitektur Rancangan Sistem

3. RESULT DAN ANALISIS

Pengujian sistem secara keseluruhan bertujuan untuk mengetahui kinerja sistem telemetri pada berbagai kondisi pengukuran dan lokasi yang berbeda. Melalui pengujian ini, penulis dapat menyimpulkan kemampuan sistem dalam memantau dan mengirimkan data panel surya secara jarak jauh melalui komunikasi jarak jauh dan platform IoT.

3.1. Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian sistem keseluruhan dilakukan untuk memastikan bahwa perangkat yang dirancang bekerja secara terintegrasi sesuai alur telemetri yang ditetapkan. Sistem ini terdiri atas tiga transmitter (panel surya 1, panel surya 2, dan panel surya 3) serta satu receiver. Masing-masing panel surya menggunakan beban lampu yang berbeda, yaitu panel surya 1 menggunakan dua buah lampu dengan daya 5 W, panel surya 2 menggunakan dua buah lampu dengan daya 15 W, dan panel surya 3 menggunakan dua buah lampu dengan daya 10 W. Berikut ditampilkan peta lokasi pengujian yang menunjukkan posisi panel surya 1, panel surya 2, panel surya 3, dan receiver beserta jarak masing-masing transmitter terhadap receiver.



Gambar 5. Peta Lokasi Pengujian dan Jarak Komunikasi Lora Antara Tiga Transmitter Panel Surya dan Satu Receiver.

A). Pengujian Hari Pertama

Pengujian hari pertama dilakukan untuk melihat bagaimana kinerja awal sistem telemetri yang telah dirancang. Pada tahap ini, sistem diuji untuk memastikan bahwa setiap unit panel surya dapat membaca data tegangan, arus, daya, dan energi dengan baik, serta mampu mengirimkan data tersebut ke receiver melalui komunikasi LoRa dan menampilkannya pada platform IoT.

Table 3. Rata-rata Hasil Pengujian Hari Pertama

Unit Panel Surya	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Energi (Wh)	Latitude	Longitude	RSSI (dBm)	SNR (dB)
Panel Surya 1	16.654	0.264	4.121	14.130	-0.055442	109.347794	-92.2	8.57
Panel Surya 2	17.031	0.628	10.889	35.906	-0.056038	109.348015	-104.67	5.55
Panel Surya 3	14.486	0.732	11.582	41.093	-0.055868	109.347115	-94.7	8.08

Tabel 3. Menunjukkan rata-rata hasil pengujian pada hari pertama untuk masing-masing unit panel surya. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa seluruh unit berhasil mengirimkan data pengukuran, termasuk informasi lokasi dan kualitas sinyal komunikasi. Perbedaan nilai yang muncul pada setiap unit dipengaruhi oleh perbedaan beban yang digunakan serta jarak antara transmitter dan receiver.

B) Pengujian Hari Kedua

Pengujian hari kedua dilakukan untuk melihat kestabilan dan konsistensi sistem setelah pengujian awal. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah sistem masih dapat bekerja dengan baik dan menghasilkan data yang stabil ketika digunakan pada hari yang berbeda.

Table 4. Rata-rata Hasil Pengujian Hari Pertama

Unit Panel Surya	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Energi (Wh)	Latitude	Longitude	RSSI (dBm)	SNR (dB)
Panel Surya 1	16.975	0.250	4.359	14.699	-0.055436	109.347778	-82.5	9.35
Panel Surya 2	16.099	0.544	9.537	37.810	-0.056019	109.348015	-100.80	6.22
Panel Surya 3	16.085	0.819	13.679	48.381	-0.055843	109.347153	-99.5	6.50

C) Tampilan Data di Platform IoT



Gambar 6. Panel Surya 1



Gambar 7. Panel Surya 2



Gambar 8. Panel Surya 3

4. DISCUSSION/CONCLUSION

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem telemetri berbasis komunikasi jarak jauh dan Internet of Things (IoT) yang dikembangkan mampu bekerja dengan baik dalam memantau parameter panel surya pada beberapa lokasi. Sistem berhasil melakukan pengukuran tegangan, arus, daya, dan energi, serta mencatat informasi lokasi dan waktu secara akurat. Data yang diperoleh dapat dikirimkan melalui komunikasi LoRa ke receiver dan ditampilkan pada platform IoT tanpa kehilangan data yang signifikan.

Hasil pengujian pada hari pertama dan hari kedua menunjukkan bahwa sistem memiliki kinerja yang stabil dan konsisten. Perbedaan nilai parameter yang terukur dipengaruhi oleh variasi beban dan kondisi lingkungan, namun tidak mengganggu proses pengiriman data. Kualitas sinyal komunikasi LoRa yang ditunjukkan oleh nilai RSSI dan SNR berada pada rentang yang dapat diterima nilai tersebut jauh lebih besar dari ambang sinyal lemah, untuk RSSI -120 dBm dan SNR -20 dB, sehingga komunikasi jarak jauh tetap berjalan dengan baik. Dengan demikian, sistem ini dapat dijadikan solusi untuk pemantauan

panel surya secara jarak jauh yang efisien dan andal, serta berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut pada skala yang lebih luas.

REFERENCES

- [1] F. Fauzy, I. S. Areni, and I. C. Gunadin, "Rancang Bangun Alat Telemetri Parameter Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis IoT," *J. EKSITASI*, vol. 1, no. 1, pp. 14–21, 2022, [Online]. Available: www.edukasiaelektronika.com
- [2] M. I. Muhammad Ivan Fadilah, M. H. Hamaluddin, U. Muhammad, and M. Mukhlisin, "Rancang Bangun Perangkat Komunikasi Wireless Menggunakan LoRa pada Sistem Monitoring Suhu, Kelembaban dan Kecepatan Angin," *Joule (Journal Electr. Eng., vol. 3, no. 2, pp. 180–185, 2022, doi: 10.61141/joule.v3i2.323.*
- [3] B. Aryanto, B. W. Sanjaya, H. Sujaini, S. D. Panjaitan, R. R. Yacoub, and N. Miharja, "Application of Photovoltaic Panels as Producers of Electrical Energy With IoT Technology Based on Programmable Logic Controller," *Elkha*, vol. 16, no. 1, p. 21, 2024, doi: 10.26418/elkha.v16i1.76663.
- [4] N. Soedjarwanto, Z. Huda, and A. Z. Kurniawan, "Perancangan Prototype Sistem Pemantauan Panel Surya Berbasis Iot," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 3, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i3.4549.
- [5] M. Ramdan and E. Damayanti, "Sistem Monitoring Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Internet of Things," *Digit. Repos. Unila*, vol. 4, no. 4, pp. 15142–15155, 2024.
- [6] R. Alfita, K. Joni, and F. D. Darmawan, "Design of Monitoring Battery Solar Power Plant and Load Control System based Internet of Things," *Teknik*, vol. 42, no. 1, pp. 35–44, 2021, doi: 10.14710/teknik.v42i1.29687.
- [7] S.- Supratno, B. Y. Habibie, and S. Sugeng, "Real-Time Monitoring of Plts Using Iot Technology Web-Based," *J. Meas. Electron. Commun. Syst.*, vol. 11, no. 1, pp. 38–45, 2024, doi: 10.25124/jmeecs.v11i1.8146.
- [8] Munarso and Suryono, "SISTEM TELEMETRI PEMANTAUAN SUHU LINGKUNGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER DAN JARINGAN WIFI," *Youngster Physic J.*, vol. 3, no. 3, pp. 249–256, 2014.