

## Monitoring Tegangan, Arus, dan Daya Pada PLTS 20WP Berbasis *Internet of Things* (IoT)

Deyi<sup>1</sup>; Satriyo<sup>2</sup>; Mariana Syamsudin<sup>3</sup>; Rianda<sup>4</sup>; Mohd. Ilyas Hadikusuma<sup>5</sup>

Jurusan Elektro, Politeknik Negeri Pontianak ; Jl. Jend. Ahmad Yani,  
Bansir Laut, Kota Pontianak Telp: (0534) 303686  
deyideyi93@gmail.com<sup>1</sup>

### ABSTRACT

*Solar Power Plants (PLTS) have great potential in Indonesia due to the year-round sunshine. To monitor the performance of solar panels, which are the main component of PLTS, an effective monitoring system is required. However, there are several challenges in remote monitoring of PLTS. The solution is to use a device that helps humans monitor PLTS performance and send notifications to phones or computers via the internet. One platform that can be used is Adafruit, an IoT platform that offers remote monitoring via the internet with hardware support and a broad community. The obtained data show that the measurement values of current, voltage, and power from the battery, solar panels, and inverter have relatively small deviations, with a Relative Deviation Average (RSR) of 4.4676%. The Overall Accuracy Rate, reaching 95.5324%, indicates that the system is reliable in providing accurate measurements, closely matching the expected reference values.*

**Keywords :** *Monitoring System, Internet of Things (IoT), Adafruit.*

### ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) memiliki potensi besar di Indonesia karena matahari bersinar sepanjang tahun. Untuk memantau kinerja panel surya yang menjadi komponen utama PLTS, diperlukan sistem monitoring yang efektif. Namun, ada beberapa tantangan dalam pemantauan jarak jauh PLTS. Solusinya adalah dengan menggunakan perangkat yang mampu membantu manusia memantau kinerja PLTS, serta mengirimkan notifikasi ke ponsel atau komputer melalui internet. Salah satu platform yang bisa digunakan adalah Adafruit, platform IoT yang menawarkan pemantauan jarak jauh melalui internet dengan dukungan perangkat keras dan komunitas yang luas. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai-nilai pengukuran arus, tegangan, dan daya dari baterai, panel surya, dan inverter memiliki deviasi relatif kecil, dengan Rata-rata Selisih Relatif (RSR) sebesar 4,4676%. Tingkat Akurasi Keseluruhan yang mencapai 95,5324% menandakan bahwa sistem ini dapat diandalkan dalam memberikan pengukuran yang akurat, mendekati nilai referensi yang diharapkan.

**Kata kunci :** *Sistem Monitoring PLTS, Internet of Things, Adafruit.*

### 1. PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Surya memiliki potensi besar sebagai sumber energi listrik di Indonesia, karena matahari bersinar sepanjang tahun. Selama proses pembangkitan listrik, diperlukan sistem monitoring PLTS untuk mengawasi kinerja panel surya yang menjadi komponen utama dalam PLTS. Namun, terdapat beberapa tantangan yang harus diatasi dalam penggunaan PLTS, terutama dalam hal pemantauan PLTS jarak jauh. Metode pemantauan konvensional seperti pemeriksaan

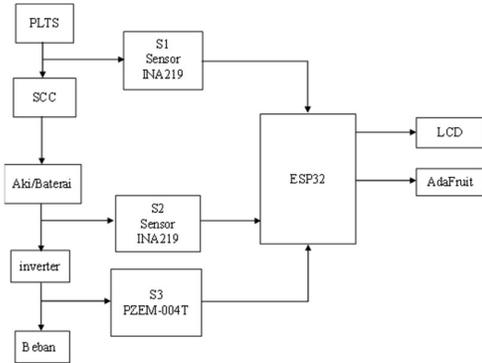
manual atau jaringan komunikasi kabel memiliki keterbatasan dalam hal efisiensi biaya, dan penanganan masalah. Permasalahan tersebut sering terjadi akibat lokasi tidak memiliki potensi energi alternatif atau memiliki sumber energi alternatif yang jauh dari pemukiman.

Diantara mikrokontroler yang digunakan ada banyak jenis mikrokontroler seperti arduino uno, arduino nano, ESP32 dan ESP8266, pada penelitian ini digunakan ESP32 karena ESP32 sangat ideal untuk proyek IoT yang membutuhkan koneksi WiFi atau bluetooth, memiliki kapasitas memori yang lebih besar dan lebih banyak fitur tambahan dan harga yang cukup terjangkau.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Diagram Blok

Diagram blok ini membantu memvisualisasikan alur kerja sistem secara keseluruhan dan memberikan gambaran tentang bagaimana setiap komponen saling terhubung dan berinteraksi dalam sistem monitoring PLTS. Diagram Blok yang digunakan seperti yang dapat dilihat pada gambar 3.7. berikut:



Gambar 1. Diagram Blok

Pada bagian pertama, panel surya berfungsi sebagai sumber energi utama yang menghasilkan energi alternatif. Energi yang dihasilkan oleh panel surya melewati *Solar Charge Controller* (SCC) untuk diatur dan dioptimalkan pengisian daya baterai aki. Selanjutnya, energi dialirkan dari aki ke inverter untuk diubah menjadi energi AC yang dapat digunakan oleh beban.

Pada bagian kedua terdiri dari sensor INA219 yaitu untuk mengukur tegangan DC, dan arus DC, dan daya keluaran dari panel surya dan aki/baterai, Sementara sensor PZEM mengukur keluaran beban AC seperti tegangan, arus, dan daya. Data dari kedua sensor ini akan dikirim ke bagian proses.

Bagian proses menggunakan ESP32 sebagai

ESP32 dan menyimpannya di *cloud* untuk pemantauan dan analisis lebih lanjut.

Diagram blok diatas memberikan gambaran tentang alur kerja sistem secara keseluruhan. Data dari sensor-sensor input dikumpulkan dan diolah oleh ESP32, kemudian ditampilkan tegangan, arus dan daya ke LCD *Display* dan dikirim ke platform komunikasi Adafruit dan dapat dipantau dari jarak jauh dengan memanfaatkan internet. Dengan demikian, sistem monitoring PLTS ini memungkinkan pemantauan yang efektif dan analisis data yang lebih lanjut untuk mengoptimalkan kinerja PLTS.

### 2.2 Metode Proses Monitoring Secara IoT

Alat ini bekerja dengan mengandalkan IoT yang terhubung dengan internet. Data hasil pembacaan alat ini bisa dilihat dan dibaca melalui platform adafruit yang sudah dibuat sebelumnya. Data akan ditransmisikan dari esp32 ini melalui jaringan internet menuju ke adafruit. Pertama-tama, sensor akan membaca tegangan, arus dan daya dari rangkaian listrik. Kemudian meneruskan informasi tersebut melalui sinyal ke perangkat mikrokontroler. Berikutnya, mikrokontroler ESP32 menerjemahkan informasi yang diperoleh dari sensor. Setelah itu, ESP32 menggunakan *Wi-Fi* untuk berkomunikasi dengan internet dan mengirimkan data ke platform *cloud*. Data melewati MQTT dan sampai ke platform cloud, dalam kasus ini, Adafruit Sebagai hasilnya, data dari sensor alat tersebut sekarang berada di Adafruit. Data parameter telah diukur oleh sensor dapat dilihat melalui dashboard adafruit. Dengan begitu, alat ini memberikan kemampuan untuk melakukan pengukuran dan perhitungan parameter yang telah ditentukan, yaitu daya, tegangan, dan arus di jaringan listrik sistem pembangkit listrik tenaga surya dengan cara yang mudah diakses.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis deskriptif dari data pengukuran disajikan pada tabel berikut:

Tabel 1. Analisis Deskriptif Dari Data Pengukuran

Nilai	Pengukuran								
	Baterai			Panel			AC		
	Arus mA	Tegangan V	DayaW	Arus mA	TeganganV	Daya mW	Arus A	Tegangan V	Daya W
Mean	1870,55	11,89	22279,78	81,83	9,88	1209,67	0,07	212,85	15,65
Max	3909,15	13,13	51192,49	302,67	16,58	5008,65	0,16	220,70	32,82
Min	242,20	10,92	2775,61	0,00	4,20	0,00	0,02	203,05	4,36

mikrokontroler yang bertugas mengambil data dari sensor-sensor input dan melakukan pengolahan data. ESP32 mengambil data dari sensor tegangan, sensor arus dan PZEM, kemudian mengirimkannya ke blok *output*.

Blok *output* terdiri dari LCD *Display* yang menampilkan informasi seperti tegangan, arus dan daya keluaran dari panel surya, aki/baterai, dan beban AC. Selain itu, ada juga platform komunikasi Adafruit yang menerima data dari

Data pengukuran yang disajikan memberikan gambaran performa sistem pembangkit listrik yang terdiri dari baterai, panel surya, dan inverter. Rata-rata arus baterai mencapai 1870,55 mA dengan tegangan 11,89 V dan daya 22,28 W. Pengukuran maksimum menunjukkan arus 3909,15 mA, tegangan 13,13 V, dan daya 51,19 W, sementara hasil minimum adalah arus 242,20 mA, tegangan 10,92 V, dan daya 2,78 W. Panel

surya menunjukkan rata-rata arus 81,83 mA, tegangan 9,88 V, dan daya 1,21 W, dengan variasi yang signifikan pada arus dan tegangan maksimum juga minimum. Inverter, sebagai sumber daya AC, memiliki rata-rata arus 0,07 A, tegangan 212,85 V, dan daya 15,65 W.

Tabel 2. Performa Sistem Pembangkit Listrik

Nilai	Pembacaan								
	Baterai			Panel			AC		
	Arus mA	Tegangan V	Daya mW	Arus mA	Tegangan V	Daya mW	Arus A	Tegangan V	Daya W
Mean	1877,79	11,83	22241,05	81,85	9,85	1202,49	0,07	212,80	15,54
Max	3685,15	12,71	46211,78	303,70	16,52	4975,82	0,15	220,10	30,72
Min	242,10	10,91	2776,89	0,00	4,19	0,00	0,03	203,50	6,52

Berdasarkan data pembacaan yang disajikan, performa sistem pembangkit listrik dengan melibatkan baterai, panel surya, dan inverter dapat diinterpretasikan. Rata-rata arus baterai sekitar 1877,79 mA dengan tegangan 11,83 V dan daya sekitar 22,24 W. Panel surya memiliki rata-rata arus 81,85 mA, tegangan 9,85 V, dan daya 1,20 W. Inverter menunjukkan rata-rata arus sekitar 70 mA, tegangan 212,80 V, dan daya sekitar 15,54 W. Data maksimum dan minimum juga disajikan untuk masing-masing parameter.

### 3.1 Analisis data

Seperti yang ditampilkan diatas, dilakukan analisis deskriptif untuk merinci distribusi data pada setiap parameter, baik rata-rata, maksimum, dan minimum. Langkah ini bertujuan untuk memberikan konteks yang lebih khusus terhadap karakteristik pengukuran pada masing-masing komponen sistem. Setelah itu, dilakukan perhitungan statistik seperti rata-rata selisih relatif dan tingkat akurasi keseluruhan untuk mengukur tingkat validitas dan reliabilitas sistem dalam kondisi berbeda.

Dalam penelitian ini, metode analisis yang digunakan adalah melalui perhitungan Rata-rata Selisih Relatif untuk mengukur tingkat akurasi keseluruhan dari sistem pembangkit listrik. Rata-rata Selisih Relatif digunakan sebagai indikator untuk membandingkan perbedaan antara nilai-nilai pengukuran aktual dan nilai-nilai referensi yang diharapkan.

Tahap awal melibatkan pengumpulan data hasil pengukuran dari masing-masing komponen sistem, yaitu baterai, panel surya, dan inverter. Data ini kemudian dibandingkan dengan nilai referensi atau nilai yang dianggap sebagai standar. Awalnya akan dihitung selisih relatif antara setiap nilai pengukuran dan nilai referensi, kemudian dibandingkan dengan nilai referensi yang kemudian dirata-rata kepada seluruh nilai yang ada untuk mendapatkan Rata-rata Selisih

Relatif. Dan dari rata-rata ini kita bisa mendapatkan nilai Tingkat Akurasi Keseluruhan. Berikut adalah hasil rumus yang diperlukan:

$$RSR = \frac{\sum \left( \frac{X_i - Y_i}{Y_i} \right)}{n} \times 100\% \dots$$

sedangkan untuk Tingkat Akurasi Keseluruhan (TA) dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

Keterangan :

- RSR : Rata-rata Selisih Relatif
- TA : Tingkat Akurasi
- $X_i$  : Nilai pembacaan alat
- $Y_i$  : Nilai pengukuran referensi
- $\sum$  : Jumlah dari semua pengukuran
- $n$  : Banyaknya data

Pertama, melakukan pengukuran Y dan punya nilai bacaan alat X. Setiap kali kita melakukan pengukuran, akan melihat seberapa jauh perbedaan antara pengukuran dan nilai yang seharusnya dengan mencari perbedaan nilai atau selisih antara keduanya. Perbedaan ini disebut sebagai Selisih Absolut. Kemudian, kita bagi perbedaan tersebut dengan nilai dari hasil pengukuran. Hasil pembagian ini kita namakan sebagai Selisih Relatif.

Kemudian, dilakukan hal yang sama untuk setiap pengukuran yaitu menghitung untuk masing-masing data pengukuran. kemudian, kita menjumlahkan semua Selisih Relatif ini. Setelah kita mendapatkan jumlah tersebut, kita bagi dengan banyaknya data hasil pengukuran (disebut n). Dan kali hasilnya dengan 100% agar dapat melihat hasilnya dalam bentuk persentase. Jadi, RSR memberikan kita gambaran seberapa dekat atau seberapa jauh pengukuran dari nilai yang seharusnya. Semakin kecil nilai RSR, semakin baik akurasi pengukuran kita. Sebaliknya, semakin besar RSR akan berarti semakin besar deviasi hasil pembacaan alat. Itu artinya, kita dapat memperoleh gambaran seperti apa tingkat perbedaan hasil pembacaan tersebut dengan hasil pengukuran.

Dari hasil RSR yang didapat, bisa ditentukan berapa besaran tingkat akurasi alat yang sudah dibuat. Caranya adalah dengan menghitung berapa hasil dari 100% dikurangi dengan nilai RSR. Dari sini dapat ditemukan nilai dari seberapa baik atau seberapa mirip hasil pembacaan alat yang sudah dibuat dibandingkan dengan nilai pengukuran.

Metode ini memberikan gambaran yang lebih spesifik tentang sejauh mana nilai-nilai pengukuran mengalami deviasi dari nilai referensi. Tingkat akurasi keseluruhan sistem

dapat diinterpretasikan dari seberapa kecil atau seberapa besar Rata-rata Selisih Relatif yang diperoleh. Hasil analisis ini dapat memberikan pandangan yang lebih mendalam tentang performa sistem pembangkit listrik, khususnya dalam konteks akurasi pengukuran yang dicapai. Berikut adalah hasil perhitungannya:

Tabel 3. Tabel Perhitungan Rata-Rata Selisih Relatif Dan Tingkat Akurasi Keseluruhan

Rata-rata Selisih Relatif	3,3528 %
Tingkat Akurasi Keseluruhan	96,6472 %

Rata-rata Selisih Relatif (RSR) sebesar 3,3528 % dan Tingkat Akurasi Keseluruhan mencapai 96,6472 %, memberikan gambaran terinci tentang akurasi sistem pembangkit listrik. RSR yang relatif kecil mengindikasikan bahwa nilai-nilai pengukuran dari baterai, panel surya, dan inverter cenderung mendekati nilai referensi atau standar yang diharapkan. Dengan kata lain, hasil pengukuran memiliki keseluruhan akurasi yang baik, hanya mengalami deviasi sekitar 3,3528% dari nilai referensi.

Berikut adalah perhitungan selisih antara hasil dari pengukuran dibandingkan dengan pembacaan ditampilkan dalam tabel berikut:

Tabel 4. Pengukuran dan Pembacaan

Selisih (Pengukuran - Pembacaan)					
Baterai		Panel		AC	
Arus	Tegangan	Arus	Tegangan	Arus	Tegangan
mA	V	mA	V	A	V
2,00	0,04	0,00	0,18	0,00	0,60
1,30	0,00	0,20	0,01	0,00	0,50
6,50	0,14	0,10	0,03	0,00	0,60
1,70	0,01	0,10	0,03	0,00	0,70
4,20	0,09	0,00	0,08	0,00	1,50

Tabel 5. Selisih Relatif Antara Pengukuran Multimeter dan Pembacaan Adafruit

Selisih Relatif ( Selisih / Pengukuran)					
Baterai		Panel		AC	
Arus	Tegangan	Arus	Tegangan	Arus	Tegangan
mA	V	mA	V	A	V
0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00
0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00
0,01	0,01	0,25	0,01	0,00	0,00
0,00	0,00	0,33	0,01	0,00	0,00
0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01

#### 4. KESIMPULAN

Data disimpan dan dapat diakses oleh pengguna melalui antarmuka pengguna Adafruit yang dapat memudahkan pemantauan pengecekan sistem pembangkit listrik tenaga surya. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai-nilai pengukuran arus, tegangan, dan daya dari baterai, panel surya, dan inverter memiliki deviasi relatif kecil, dengan Rata-rata Selisih Relatif sebesar 4,4676 %. Tingkat Akurasi Keseluruhan yang mencapai 95,5324 % menandakan bahwa sistem ini dapat diandalkan dalam memberikan pengukuran yang akurat, mendekati nilai referensi yang diharapkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adafruit Industries. (2021). *Adafruit IO Documentation*.
- [2] Arya, D., Widodo, G., & Wulandari, A. (2020). Analisis Performa Solar Charge Controller Berbasis Maximum Power Point Tracking (MPPT) Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *Jurnal Teknik Elektro*, 20(1), 1–9. <https://doi.org/10.25077/jte.20.1.1-9>
- [3] DFRobot. (2021). *LCD1602 I2C Module (SKU: DFR0063) Datasheet*.
- [4] Espressif Systems. (2023). *ESP32 Series Datasheet*.
- [5] Gunawan, H., & Ula, H. (2017). Prinsip Kerja Inverter. *Jurnal Sains Dan Teknologi Indonesia*, 19(1), 1–5. <https://doi.org/10.20527/jsti.v19i1.3673>
- [6] Hermanto, I. D. W. (2022). Sistem Monitoring dan Pengukuran Pembangkit Listrik Surya dan Angin Berbasis Internet of Things Sistem Monitoring dan Pengukuran Pembangkit Listrik Surya dan Angin Berbasis Internet Things (IoT). *Jurnal Teknik Elektro*, 11(3), 371–378.
- [7] Peacefair Electronic. (2018). *PZEM-004T V3.0 AC Digital Multifunction Power Monitor Module*.
- [8] Pratama, S. B. (2022). SISTEM MONITORING PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) BERBASIS INTERNET OF THINGS. *SKRIPSI*.
- [9] Putri, M. R., Setyawan, F. X. A., & Sumadi, S. (2022). Sistem Kontrol Beban Dan Monitoring Daya Baterai Pada Panel Surya 50Wp Untuk Aplikasi Penerangan Berbasis Internet of Things. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*,(3).<https://doi.org/10.23960/jitet.v10i3.2640>
- [10] Silva, A. F., Ferreira, C. M., Lopes, A. C., Afonso, A. P., & Silva, C. (2020). Energy storage systems for solar photovoltaic applications. *A Review. Energies*, 13(22), 5947. <https://doi.org/10.3390/en13225947>
- [11] Sparkfun. (n.d.). *Serial Enabled I2C LCD*. 10–11. <https://www.sparkfun.com/products/93>
- [12] Sutikno, T., Alfahri, J., & Purnama, H. S. (2023). Monitoring Tegangan dan Arus Pada Panel Surya Menggunakan IoT. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 22(1), 153. <https://doi.org/10.24843/mite.2023.v22i01.p20>
- [13] Texas Instruments. (2016). *INA219: High-Side Measurement, Bi-Directional Current/Power Monitor With*