

Sistem Data Logger Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis IoT Menggunakan Sensor PZEM- 004T

Gimel Fratama Putra¹, Muhammad Fajar², Herman Nauwir³, Andreas Pangkung⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar 90245, Indonesia

*E-mail korespondensi: andreas_pangkung@poliupg.ac.id

Abstract: Monitoring of parameters in solar power plants (PLTS) is very necessary to assess the performance of a plant. To meet these monitoring needs, a system needs to be created to monitor and real-time saving monitoring data by utilizing the Internet of Things (IoT). The purpose of this thesis is expected to facilitate the process of monitoring and data logger system of solar power plants by using IoT facilities, namely Thingspeak platform that displays the results of sensor readings in accordance with the programming script. The methodology of this study is an experimental method consisting of several stages: (1) design of solar power generation system and monitoring system; (2) testing on system monitoring tools and data loggers. In testing the monitoring and data logger system of solar power plant, pzem-004T sensor is used that can measure AC voltage, AC current, frequency, power factor, energy, power and temperature around the solar panel area. The results of the sensor readings connected to the Arduino Uno will send a signal to the WiFi module NodeMCU ESP8266 connected via the internet can be monitored using the LCD and can also be monitored and stored in the platform Thingspeak. This saved Data can later be downloaded and viewed in Microsoft excel.

Keywords: Solar Power Plant; Data Logger; PZEM-004T; Internet of Things; NodeMCU ESP8266.

Abstrak: Pemantauan terhadap parameter pada pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) sangat perlu dilakukan untuk menilai kinerja sebuah pembangkit. Untuk memenuhi kebutuhan pemantauan tersebut perlu dibuatkan sebuah sistem untuk melakukan monitoring dan menyimpan data hasil pemantauan secara real-time dengan memanfaatkan Internet of Things (IoT). Tujuan dari skripsi ini diharapkan dapat memudahkan proses sistem monitoring dan data logger pembangkit listrik tenaga surya dengan menggunakan sarana IoT yakni platform Thingspeak yang menampilkan hasil pembacaan sensor sesuai dengan script pemrograman. Metodologi penelitian ini adalah metode eksperimen yang terdiri dari beberapa tahapan yang dilakukan: (1) perancangan sistem pembangkit listrik tenaga surya dan sistem monitoring; (2) pengujian pada alat sistem monitoring dan data logger. Pada pengujian alat yaitu sistem monitoring dan data logger pembangkit listrik tenaga surya, digunakan sensor PZEM-004T yang dapat mengukur tegangan AC, arus AC, frekuensi, faktor daya, energi, daya dan suhu di sekitar area panel surya. Hasil dari pembacaan sensor yang terhubung ke Arduino Uno akan mengirim sinyal ke modul wifi NodeMCU ESP8266 yang terhubung melalui internet dapat dipantau menggunakan LCD dan juga dapat dipantau serta disimpan dalam platform Thingspeak. Data yang disimpan ini nantinya bisa didownload dan dilihat pada Microsoft excel.

Kata kunci : Pembangkit Listrik Tenaga Surya; Data Logger, PZEM-004T, Internet of Things, NodeMCU ESP8266.

I. PENDAHULUAN

Salah satu jenis pembangkit listrik yang memanfaatkan energi alam yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). PLTS memanfaatkan teknologi sel surya (fotovoltaik) untuk menghasilkan energi listrik yang akan digunakan untuk kebutuhan sehari-hari [1]. PLTS memiliki kapasitas tertentu dan besar daya keluaran yang berubah-ubah, hal ini terjadi karena factor kondisi lingkungan seperti intensitas cahaya, debu, temperatur dan perubahan cuaca yang tidak menentu.. Maka dari itu untuk mengetahui setiap perubahan yang terjadi kita perlu memonitoring kinerja PLTS. Saat ini monitoring masih dilakukan secara konvensional menggunakan tenaga manusia sehingga terdapat kendala seperti kerusakan alat, kekeliruan dalam pengukuran, dan data tidak dapat diperoleh secara kontinyu atau terus-menerus. Maka dari itu monitoring harus dilakukan dengan memanfaatkan sebuah sistem monitoring menggunakan data logger. Dalam penggunaanya, data logger memiliki berbagai metode pemrograman dan penyimpanan data seperti SD Card, SMS Gateway, sistem LAN (Local Area

Network), SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*), dan yang terbaru menggunakan *Internet Of Things (IoT)* [2].

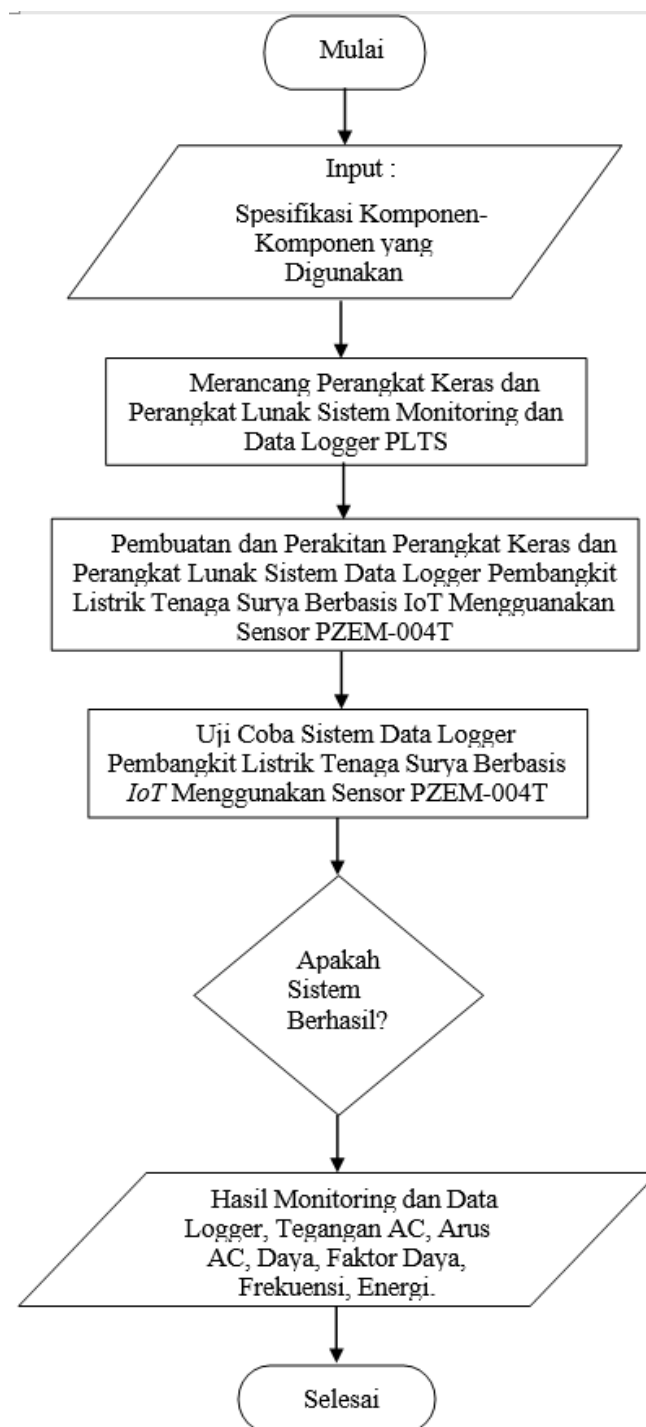
IoT merupakan suatu media yang menghubungkan perangkat dengan perangkat lain untuk bertukar data melalui internet [3-5]. Salah satu platform IoT yang digunakan pada penelitian ini yaitu Thingspeak yang diharapkan dapat memudahkan monitoring dan penyimpanan data pada PLTS.

Pada hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh [6], dengan judul “Sistem Monitoring Dan Data Logger Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Arduino Uno Dengan Menggunakan Thingspeak” telah berhasil membuat suatu sistem monitoring dan *data logger* yang baik. Sistem ini memanfaatkan tiga sensor, yaitu sensor suhu, arus dan tegangan. Pada pengujian yang telah dilakukan sistem dapat mengukur tegangan keluaran panel, tegangan beban, arus keluaran panel, arus beban dan suhu di area sekitar panel surya. Adapun hasil dari pembacaan sensor ditampilkan pada LCD, data dipantau serta disimpan pada platform Thingspeak berupa grafik dan tabel dengan format Microsoft excel [7].

Namun pada penelitian kali ini akan dikembangkan alat sensornya menggunakan sensor PZEM-004T. Dimana sensor ini memiliki tingkat keakuratan dalam mengukur sumber AC dengan beberapa parameter pengukuran seperti tegangan, arus, daya, frekuensi, energi, dan power faktor yang lebih baik dibanding sensor yang digunakan sebelumnya.

II. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan beberapa metode yang di mana perancangan perangkat keras (*hardware*) yaitu dan perancangan perangkat lunak (*software*). Untuk perancangan perangkat keras terdiri dari beberapa komponen, yaitu panel surya, *solar charge controller*, baterai inverter. Untuk pembebanan digunakan lampu AC 15 Watt dan kipas angin 25 Watt, sedangkan untuk mikrokontrolernya yaitu Arduino Uno, NodeMCU ESP8266, laptop, sensor PZEM-004T, sensor suhu DS18B20, dan LDC. Untuk perangkat lunak yaitu pembuatan program di Arduino IDE untuk mikrokontroler Arduino Uno dan NodeMCU ESP8266. *Script* yang dibuat berisikan *library Thingspeak*, *lcd*, *wifi*, dan *Json*. Bagian *void setup* berisikan perintah untuk inisialisasi *lcd*, *Thingspeak*, dan *serial*. Sedangkan untuk *void loop* berisikan perintah untuk menerima hasil pembacaan sensor yang dikirim dari Arduino Uno dan juga berisikan perintah untuk menampilkan hasil pembacaan pada *lcd*. Pada *script* ini juga berisikan perintah untuk terhubung ke jaringan *wifi* untuk mengirim data ke platform *Thingspeak*. Untuk metode pembuatan dan perakitan akan dibuat sebuah rangka panel surya dimana akan menjadi dudukan panel surya itu sendiri. Selanjutnya akan dibuat rangkaian untuk sistem pembangkit listrik tenaga surya dan rangkaian untuk sistem monitoring.



Gambar 1. Flowchart Prosedur Kerja

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas hasil dan pembahasan pada sistem data logger pembangkit listrik tenaga surya berbasis IoT menggunakan sensor PZEM-004T yang terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak.

A. Hasil Pengujian Perangkat Keras (*Hardware*)

1. Pengujian Sensor PZEM-004T

Pengujian sensor PZEM-004T dilakukan untuk mengetahui kinerja sensor. Sensor PZEM- 004T yang digunakan dapat mengukur beberapa variabel seperti Tegangan, Arus, Daya, Energi, Frekuensi, dan Power Faktor. Sensor yang digunakan hanya 1 buah yang dimana untuk mengukur keluaran dari inverter yaitu sumber AC. Pengujian sensor ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil pembacaan sensor dengan hasil pembacaan alat ukur multimeter dan Clamp Meter digital. Pengujian ini dilakukan dengan selang waktu 10 menit sekali.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor PZEM-004T

No	Waktu	Sensor PZEM-004T			Multimeter			Beban
		V	A	Hz	V	A	Hz	
1	10:50	228.2	0.12	49.9	225	0.14	49.49	Kipas Angin 25 W
2	11:00	228.1	0.12	49.9	224	0.13	49.49	
3	11:10	228.2	0.12	49.9	224	0.13	49.49	
4	11:20	228.2	0.12	49.9	224	0.14	49.49	
5	11:30	228.2	0.12	49.9	224	0.12	49.49	
6	11:40	228.3	0.08	49.9	224	0.09	49.49	Lampu 15 W
7	11:50	227.8	0.08	49.9	224	0.08	49.49	
8	12:00	228.6	0.08	50	224	0.08	49.49	
9	12:10	228.7	0.08	49.9	224	0.08	49.49	
10	12:20	228.6	0.08	49.9	224	0.08	49.49	

2. Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Pengujian sensor suhu DS18B20 ini dilakukan untuk mengetahui kinerja sensor. Sensor suhu yang digunakan dipasang di area sekitar panel surya (sisi atas panel surya). Pengujian sensor ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil pembacaan sensor dengan hasil pembacaan alat ukur digital Clamp meter. Pengujian dilakukan dengan rentang waktu pengambilan data setiap 10 menit sekali.

Tabel 2. Hasil pengujian sensor suhu DS18B20 pada area sekitar panel surya (sisi atas panel surya)

No	Waktu	Sensor DS18B20 (°C)	Clamp Meter (°C)	Selisih	Presentase Akurasi (%)
1	10:50	56.31	56	0.31	0.55
2	11:00	53	54	1	1.85
3	11:10	56.19	56	0.19	0.34
4	11:20	56.19	56	0.19	0.34
5	11:30	54.94	56	1.06	1.89
6	11:40	53.44	53	0.44	0.83
7	11:50	52.38	54	1.62	3
8	12:00	56	57	1	1.75
9	12:10	55.5	58	2.5	4.31
10	12:20	59.81	60	0.19	0.32
Rata-rata presentase akurasi					1.52

B. Hasil Pengujian Pemrograman Perangkat Lunak (Software)

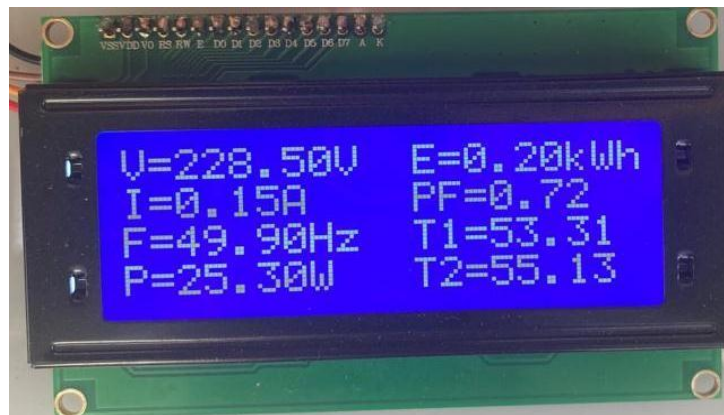
1. Pengujian Pemrograman Arduino Uno

Pada pemrograman untuk sistem data logger ini berisikan script yang berfungsi untuk menjalankan setiap sensor yang digunakan. Sehingga ketika program berhasil di upload dari software Arduino IDE ke Arduino Uno maka selanjutnya akan menjalankan setiap sensor sesuai dengan perintah yang telah dibuat. Hasil dari pembacaan sensor akan dikirim ke NodeMCU ESP8266 yang tersambung dengan wifi yang selanjutnya dapat ditampilkan pada LCD dan platform Thingspeak.

2. Pengujian Pemrograman NodeMCU ESP8266

Pemrograman ini berisikan script lanjutan yang dimana hasil dari pembacaan sensor pada arduino uno yang telah diterima oleh NodeMCU ESP8266 akan diolah, untuk selanjutnya ditampilkan pada LCD dan platform Thingspeak. Pada script program ini berisikan user atau nama wifi dan juga password dari jaringan wifi yang akan digunakan. Untuk terhubung ke platform *Thingspeak* pada program ini harus dimasukkan “myChannelNumber” dan “myWriteAPIKey”. “myChannelNumber” dan “myWriteAPIKey” dapat dilihat pada akun *Thingspeak* sesuai dengan channel yang digunakan.

Hasil pembacaan sensor akan ditampilkan pada dalam bentuk nilai yang dibaca oleh sensor. Berikut tampilan pada lcd ketika program telah berhasil di upload.



Gambar 2 Tampilan LCD

Pada Gambar 2 dapat dilihat tampilan LCD yang menampilkan parameter-parameter yang didapatkan dari hasil pembacaan sensor yang digunakan. Pada tampilan LCD terlihat dimana (V) merupakan tegangan, (I) arus beban, (F) merupakan frekuensi, (P) merupakan daya, (E) merupakan energi, (PF) merupakan power faktor, dan (T1 dan T2) merupakan suhu sekitar panel. Nilai pembacaan sensor dari tampilan LCD sama dengan nilai pada platform *Thingspeak* yang akan ditampilkan dalam bentuk grafik dengan waktu pengiriman data setiap 15 detik serta data yang tersimpan nantinya dapat diunduh dalam format excel. Berikut tampilan hasil pembacaan sensor di platform *Thingspeak*.

3. Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem Monitoring dan Data Logger

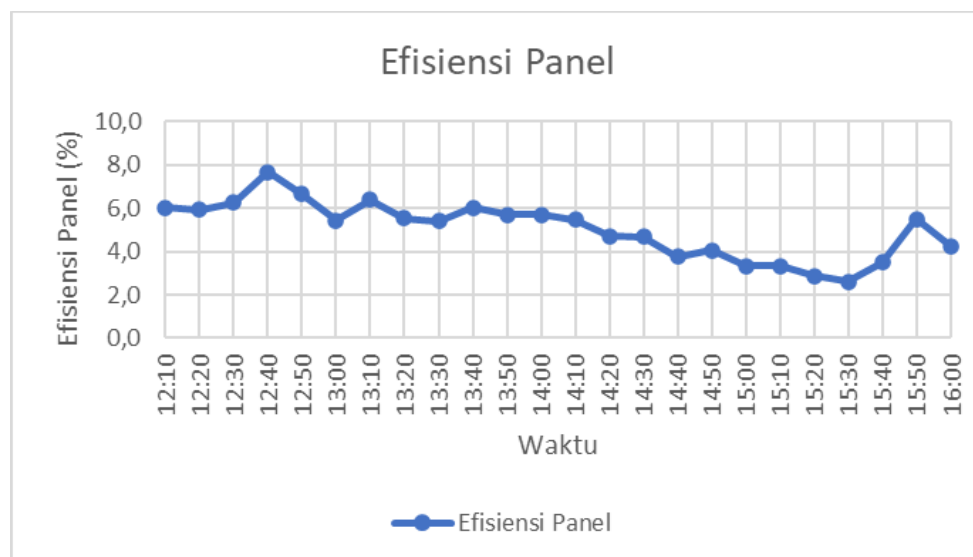
Pengujian keseluruhan alat ini meliputi pengujian hardware dan pengujian software yang telah dirancang. Pengujian yang dilakukan yaitu pembacaan Watt Meter pada keluaran yang meliputi Daya panel, Tegangan panel, Arus panel, Arus peak, Tegangan max, Watt peak, Ampere Hours dan sensor PZEM-004T pada keluaran inverter yang meliputi Tegangan, Arus, Daya, Energi, Frekuensi, dan Power faktor, sensor Suhu DS18B20 untuk mengukur suhu di sekitar panel surya, serta mengukur intensitas cahaya matahari secara langsung dengan alat ukur digital.

Pengujian ini dilakukan di jurusan teknik mesin politeknik negeri ujung pandang selama dua hari dengan mengambil sampel pencatatan data setiap 10 menit, sehingga data yang dimasukkan dalam tabel hasil data adalah data per 10 menit dari hasil pengujian keseluruhan sistem. Selama pengujian

sistem monitoring dan data logger ini, untuk pengambilan data juga dilakukan pengambilan data menggunakan alat ukur digital. Berikut data hasil pengujian keseluruhan sistem.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sistem Data Logger Hari Pertama Menggunakan Sensor PZEM- 004T dengan Beban Lampu AC 15 Watt

No	Waktu WITA	Tegangan (V)	Arus (A)	Frekuensi (Hz)	Daya (W)	Energi (kWh)	Power Faktor	Suhu 1 (°C)	Suhu 2 (°C)	Efisiensi Sistem (%)
1	12:10	224.9	0.08	49.9	15.8	0.03	0.88	61.13	59.94	3.1
2	12:20	224.8	0.08	49.9	15.8	0.03	0.88	61.19	62.31	3.1
3	12:30	225	0.08	50	15.8	0.04	0.88	60.94	62.13	3.5
4	12:40	224.9	0.08	49.9	15.8	0.04	0.88	62	63.63	4.3
5	12:50	224.9	0.08	49.9	15.8	0.04	0.88	62.81	65.06	3.8
6	13:00	225	0.08	49.9	15.7	0.04	0.88	60.31	61.69	3.1
7	13:10	225.1	0.08	50	15.8	0.05	0.88	60.38	61.13	3.8
8	13:20	225.3	0.08	50	15.8	0.05	0.88	60.13	60.88	4.3
9	13:30	225.4	0.08	49.9	15.8	0.05	0.88	58.81	59.25	3.3
10	13:40	225.4	0.08	50	15.8	0.05	0.88	58.44	58.5	3.9
11	13:50	225.5	0.08	49.9	15.7	0.06	0.87	57.94	57.69	3.9
12	14:00	225.5	0.08	49.9	15.8	0.06	0.88	57.5	56.63	3.9
13	14:10	225.5	0.08	49.9	15.8	0.06	0.88	57.38	56.81	4.0
14	14:20	225.6	0.08	49.9	15.8	0.06	0.88	56.44	56.38	3.6
15	14:30	225.6	0.08	49.9	15.9	0.07	0.88	57.25	57.38	3.8
16	14:40	225.7	0.08	49.9	15.9	0.07	0.88	57.5	56.31	3.4
17	14:50	225.8	0.08	49.9	15.8	0.07	0.87	58.5	57.63	3.6
18	15:00	225.8	0.08	49.9	15.8	0.08	0.87	59	57	3.4
19	15:10	225.9	0.08	49.9	15.9	0.08	0.88	57.63	55.5	3.7
20	15:20	226	0.08	49.9	15.9	0.08	0.88	57.5	55.38	3.5
21	15:30	226.2	0.08	49.9	15.8	0.09	0.87	55.88	54.63	3.7
22	15:40	226.3	0.08	49.9	15.9	0.09	0.88	54	53.5	5.3
23	15:50	226.3	0.08	49.9	15.9	0.09	0.88	53.94	51.5	9.4
24	16:00	226.5	0.08	49.9	15.9	0.09	0.88	49.94	48.13	11.7



Gambar 3. Grafik efisiensi panel terhadap waktu

Pada gambar diatas, grafik efisiensi panel terhadap waktu bersifat fluktuatif. Hal ini di sebabkan karena intensitas cahaya matahari yang dimana untuk hari pertama itu bersifat fluktuatif. Cuaca terkadang cerah dan terkadang mendung dan bisa juga di pengaruh oleh panel itu sendiri karena di atas panel yang digunakan terdapat kaca dan benda putih seperti isolasi yang melintang di atas panel yang memungkinkan terjadi bayangan di panel. Untuk mendapatkan efisiensi panel

Gambar 4. Grafik efisiensi sistem terhadap waktu

Pada gambar diatas grafik efisiensi sistem terhadap waktu bersifat fluktuatif. Hal ini disebabkan oleh intensitas cahaya matahari yang dimana pada hari pertama pengambilan data cuaca cepat berubah di mana awalnya cerah terkadang menjadi mendung walaupun perubahannya tidak terlalu signifikan dan daya yang cenderung konstan karena pembebanan yang konstan. Namun di jam 15.40 terjadi kenaikan dikarenakan intensitas cahaya matahari terjadi penurunan.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Sistem data logger yang dihubungkan pada pembangkit listrik tenaga surya dapat merekam parameter keluaran inverter dengan baik. Adapun parameter yang diukur ialah tegangan, arus, daya, energi, frekuensi, power faktor, dan suhu disekitar panel surya
2. Sensor PZEM-004T dapat berfungsi dengan baik karena dari hasil percobaan dapat mendeteksi parameter pengukuran yaitu tegangan, arus, daya, frekuensi, energi, power faktor. Hasil pembacaan sensor akan tampil dalam LCD dan platform Thingspeak yang terhubung melalui NodeMCU ESP8266 yang terhubung dengan wifi.
3. Sensor PZEM-004T dapat bekerja dengan baik ketika sumber AC menghasilkan gelombang PSW (*Pure Sine Wave*) yang dimana gelombang ini sama dengan gelombang PLN. Ketika menggunakan inverter *Modified Sine Wave* (MSW) gelombang kotak akan merusak resistor sensor.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Syahwil and N. Kadir, "Rancang Bangun Modul Pembangkit Energi Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sistem Off-grid Sebagai Alat Penunjang Praktikum di Laboratorium," *Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, pp. 26–35, 2021.
- [2] D. Singasatia and M. A. Sunandar, "Sistem Monitoring Parameter Listrik Tiga Fasa Berbasis IoT Dengan Data Logger Untuk Meningkatkan Efisiensi Energi," *Jurnal Teknologika*, vol. 15, no. 1, pp. 686-695, 2025.
- [3] F. Nahdi and H. Dhika, "Analisis Dampak Internet of Things (IoT) Pada Perkembangan Teknologi di Masa Yang Akan Datang," *INTEGER: Journal of Information Technology*, vol. 6, no. 1, 2021.
- [4] W. W. Anggoro and I. R. Widiyari, "Perancangan dan Penerapan Kendali Lampu Ruangan Berbasis IoT (Internet of Things) Android," *JATISI (Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi)*, vol. 8, no. 3, pp. 1596-1606, 2021.
- [5] S. U. Anggono, E. Siswanto, and L. R. H. A. Fajri, "User interface berbasis web pada perangkat Internet of Things," *Teknik: Jurnal Ilmu Teknik dan Informatika*, vol. 3, no. 1, pp. 35-54, 2023.
- [6] S. Y. A. Parante, *Sistem Monitoring dan Data Logger Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Arduino Uno dengan Menggunakan Thingspeak*, Makassar, Indonesia, 2022.
- [7] I. B. Kurniansya, F. Ronilaya, and M. F. Hakim, "Perencanaan dan Pembuatan Real Time Monitoring System daripada Modul Active Photovoltaic Tracker Berbasis Internet of Things," *Sistem Kelistrikan Polinemia*, vol. 7, pp. 7–13, 2020.