

Sistem Monitoring Daya Output Photovoltaic Berbasis IoT

Rouhillah¹, Rachmad Ikhsan², Furqan Farih³

^{1,2,3} Program Studi Mekatronika Politeknik Aceh

Jl. Politeknik Aceh, Pango Raya, Banda Aceh 23119

¹rouhillah@politeknikaceh.ac.id, ²rachmad.ikhsan@politeknikaceh.ac.id, ³furqan.farih@gmail.com

ABSTRACT

Solar panel monitoring systems are generally done manually or through the installed tool on the solar panel unit so that the parameters and data obtained are limited, moreover information cannot be obtained at any time. The purpose of this study is to create a system that can monitor the performance of solar panels so that the utilization of solar panels becomes more effective, because through this monitoring system the early symptoms of damage can be detected early by humans. This tool is equipped with an INA219 sensor as a voltage and current detector, then the data is processed by the NodeMCU ESP8266 microcontroller and then sent to the firebase. The data from the sensor readings will be displayed on the smartphone and can be viewed through the MIT APP application. This tool will also apply IoT technology as a monitoring method so that the data received will be displayed on the smartphone in real-time. The percentage of INA219 sensor error with a comparison of Multimeter measurements to photovoltaic voltage testing is 0.50% while current testing is 22.7%.

Keywords : ESP8266, MIT App, IoT, Photovoltaic, Traffic, Sensor INA2.

ABSTRAK

Pemantauan daya panel surya pada umumnya dilakukan secara manual atau melalui alat yang terpasang pada unit *solar charger controller* sehingga parameter dan data yang diperoleh terbatas, dan tidak dapat memperoleh informasi setiap saat. Tujuan proyek akhir ini demi mewujudkan terciptanya suatu sistem yang dapat memantau kinerja dari panel surya sehingga pemanfaatan panel surya tersebut menjadi lebih efektif, karena melalui sistem *monitoring* tersebut gejala awal kerusakan dapat diketahui lebih dini oleh manusia. Alat ini dilengkapi sensor INA219 sebagai pendeteksi tegangan dan arus kemudian data tersebut akan diolah oleh mikrokontroler NodeMCU ESP8266 lalu dikirimkan ke *firebase*. Data dari pembacaan sensor akan ditampilkan pada *smartphone* dan dapat dilihat melalui aplikasi MIT APP. Alat ini juga akan menerapkan teknologi IoT sebagai metode pemantauan sehingga data yang diterima akan ditampilkan pada *smartphone* secara *real-time*. Persentase *error* sensor INA219 dengan perbandingan pengukuran Multimeter terhadap pengujian tegangan *photovoltaic* yaitu senilai 0,50 % sedangkan terhadap pengujian arus yaitu senilai 22,7%.

Kata kunci : ESP8266, MIT APP, Panel Surya, Sensor INA219.

I. PENDAHULUAN

Pemantauan daya panel surya pada umumnya dilakukan secara manual atau melalui alat yang terpasang pada unit *solar charger controller* sehingga parameter dan data yang diperoleh terbatas, dan tidak dapat memperoleh informasi setiap saat.

Besarnya daya keluaran yang dihasilkan oleh panel surya itu sendiri dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitar dimana sebuah panel surya dipasang. Kondisi lingkungan yang mempengaruhi besarnya daya keluaran panel surya adalah intensitas cahaya matahari, suhu, arah datangnya sinar matahari dan spektrum cahaya matahari, sehingga diperlukan pemantauan arus dan tegangan panel surya.

Indonesia memiliki potensi energi matahari sangat besar mencapai 4,8kWh/m²/hari [1]. Energi matahari yang nantinya diuji performansi panel surya menggunakan sistem off-grid dilakukan melakukan pemantauan daya output dengan kemiringan solar cell 30⁰ untuk membandingkan data yang dirilis Global Solar Atlas [2]. Pemantau performansi panel surya sangat perlu dilakukan untuk menilai kinerja sebuah panel surya pada kondisi yang nyata dalam hal mengukur tegangan, arus, dan dilengkapi pengiriman data dengan menggunakan internet [3].

Sistem monitoring dengan memanfaatkan *Internet of Things (IoT)* pada era sekarang sangat lebih cepat dan efisien. Saat ini semua orang pasti memiliki *smartphone*, dengan begitu berkembangnya *IoT* dapat memudahkan pengguna *smartphone* dapat berkoneksi dari objek ke perangkat melalui jaringan

internet. Penelitian ini dikembangkan sistem monitoring melalui *smartphone* dengan memanfaatkan aplikasi Blynk untuk monitoring melalui *smartphone* [4][5].

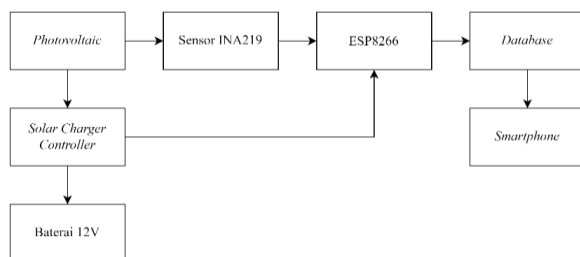
Beberapa penelitian yang terkait monitoring daya listrik yang telah dilakukan. Antara lain adalah monitoring jarak jauh dengan mengukur tegangan dan arus dengan proses pengiriman data melalui *thingier.io* sebagai perangkat internet of thing [6][7], dan masih menggunakan *thiger.io* dalam hal mendeteksi kondisi PLTS secara real berupa suhu, intensitas cahaya, kelembapan, arus, tegangan, dan daya keluaran dari panel PLTS [8]. Disamping itu, sistem monitoring daya baterai dan kontrol beban dibangun dengan tujuan mempermudah pengguna dalam mengelola konsumsi daya yang digunakan sekaligus mencegah kerusakan baterai sehingga masa pakai baterai dapat bertahan lebih lama dan penggunaan PLTS menjadi lebih optimal [9].

Pada penelitian ini dirancang sistem monitoring daya *photovoltaic* secara *realtime* dengan sensor INA219 yang terhubung dengan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler yang berfungsi untuk mengolah dan mengirim data dengan teknologi IoT secara nirkabel ke server *firebase* sebagai penyimpanan *database* dan ditampilkan di MIT APP yang nantinya dapat dilihat pada *smartphone*.

II. METODE PENELITIAN

1. Perancangan Sistem Pemantauan Daya

Pembuatan diagram blok pada Gambar 1 bertujuan untuk memudahkan dalam memahami prinsip kerja dari alat yang akan dibuat. Diagram blok perancangan sistem ini terdiri dari beberapa bagian, dimana setiap bagian memiliki fungsi yang berbeda-beda. PV (*photovoltaic*) berfungsi sebagai penerima paparan sinar matahari yang daya keluarannya akan dimonitoring menggunakan IoT. Sensor INA219 berfungsi untuk membaca daya keluaran dari PV yang berupa tegangan dan arus. Modul NodeMCU berfungsi untuk mengolah data yang diterima dari sensor lalu dikirimkan ke-*smartphone* berupa tampilan data dari daya *output* PV tersebut. Baterai berfungsi sebagai sumber untuk mengaktifkan *Solar Charger Controller*.

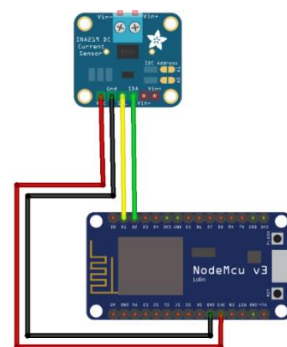


Gambar 1. Diagram Blok Perancangan Sistem Monitoring Daya PV

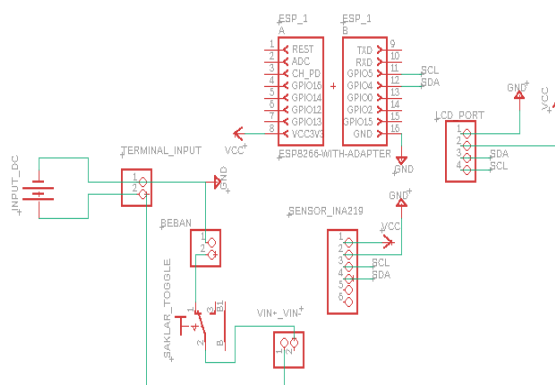
Pada *Solar Charger Controller* terdapat *port* USB dengan *output* tegangan 5 V 2 A yang berguna untuk sumber tegangan masukan ESP8266 dan sensor INA219.

2. Perancangan Rangkaian Elektronika

Perancangan elektronika yakni rangkaian sensor INA219 dan LCD 12C. Sensor INA219 menggunakan jenis komunikasi I2C, pembacaan nilai arus dan tegangan tersebut dikirim ke-NodeMCU melalui pin SCL dan SDA, masing-masing dihubungkan ke pin D1 (SCL) dan D2 (SDA) pada NodeMCU. Sedangkan pin VCC dan GND sensor INA219 masing-masing dihubungkan ke pin 3 V dan GND pada NodeMCU. Untuk lebih jelas dapat dilihat wiring sensor INA219 pada Gambar 2 dan skematik rangkaian keseluruhan dari sistem monitoring daya PV dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Rangkaian Sensor INA219

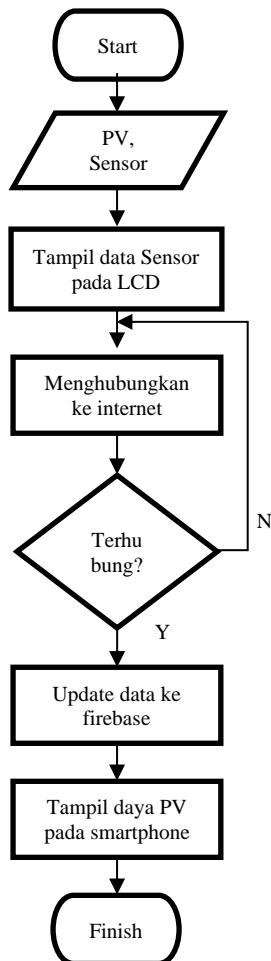


Gambar 3. Skematik Rangkaian Keseluruhan

3. Flowchart Sistem Monitoring

Pada *flowchart* sistem pada Gambar 4 bagaimana sistem *monitoring* daya *output photovoltaic* berjalan. Saat sistem dimulai, panel surya yang menerima radiasi dari sinar matahari akan menghasilkan daya *output* berupa tegangan dan arus, kemudian daya *output* tersebut akan dibaca oleh sensor INA219, data tersebut akan ditampilkan pada LCD yang ada pada alat. Selanjutnya NodeMCU ESP8266 yang berfungsi sebagai *controller* akan

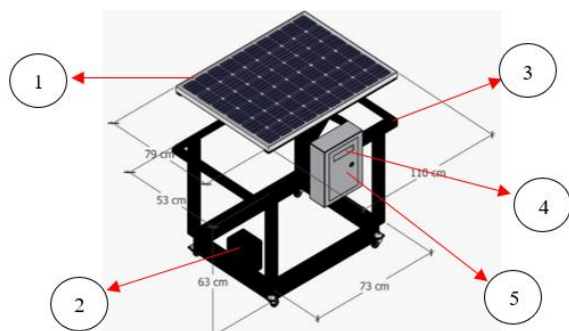
menunggu koneksi internet, saat internet terhubung maka selanjutnya data sensor akan di *update ke firebase* dan data sensor tersebut akan ditampilkan pada aplikasi MIT App yang ada pada *smartphone*.



Gambar 4. Flowchart Sistem Daya Output PV

4. Mekanik Keseluruhan

Perancangan mekanik keseluruhan ini merupakan gambaran fisik dari sistem daya output PV berbasis IoT terlihat pada Gambar 5. Pada bagian ini telah mencakup tiang lampu, kotak lampu, penghalang cahaya matahari, dudukan solar cell, serta dudukan dan kotak baterai.



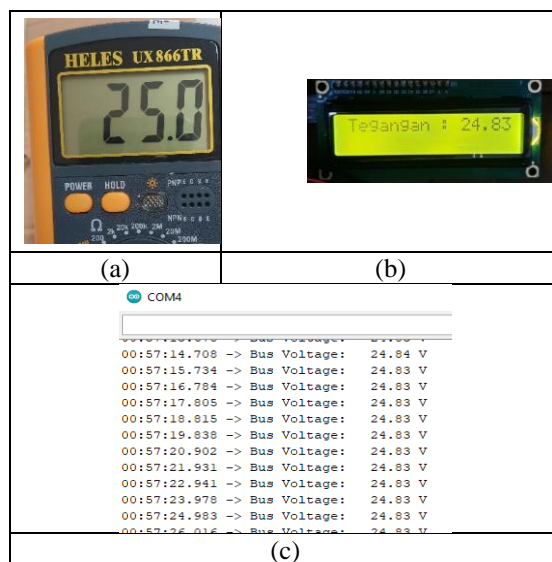
Gambar 5. Perancangan mekanik keseluruhan

Gambar 5 merupakan mekanik ataupun rangka housing sistem monitoring daya PV dengan teknologi IoT. Adapun penjelasan Gambar 7 mengenai monitoring daya PV yaitu :

- 1) Panel Surya merupakan unsur utama sistem pemantauan daya *output* tersebut. Kinerja panel surya akan dipantau menggunakan jaringan IoT berupa tampilan data *real-time* sensor yang akan ditampilkan pada *smartphone*.
- 2) *Housing* Baterai berfungsi sebagai wadah untuk penempatan baterai sehingga baterai terhindar dari air dan panas matahari.
- 3) Rangka *Housing* berfungsi sebagai alas untuk penempatan panel surya dan *box* panel serta baterai.
- 4) LCD terpasang pada *box* panel untuk menampilkan daya *output* panel surya yang berfungsi untuk perbandingan dengan tampilan yang ada pada *smartphone*.
- 5) *Box* Panel berfungsi sebagai tempat diletakkannya beberapa komponen utama antara lain, sensor INA219, NodeMCU ESP8266, solar charger controller, dan LCD 16x2.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sensor INA219 terhadap tegangan bertujuan untuk mengetahui apakah sensor dapat bekerja sesuai inputan sesuai tegangan yang diberikan. Gambar 6 merupakan salah satu pengukuran tegangan dengan menggunakan multimeter digital dan output sensor INA219.



Gambar 6. Pengujian tegangan, (a) multimeter, (b) output sensor INA219 pada LCD, (c) sensor INA219 pada serial monitor

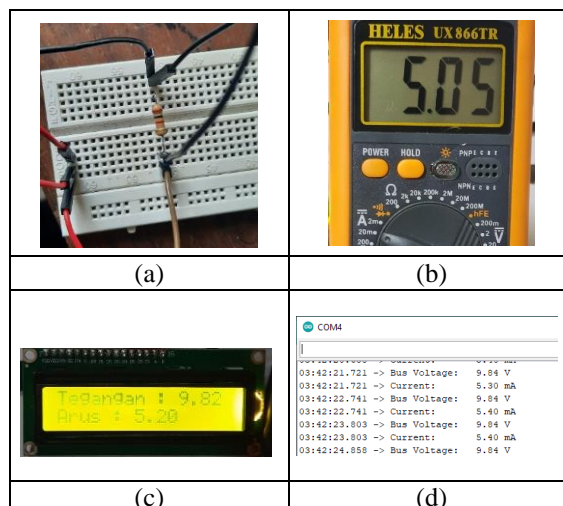
Tabel 1. Hasil pengujian tegangan dengan multimeter dan sensor INA219

No.	Tegangan Pengujian	Pembacaan		% Error
		Multimeter	Sensor INA219	
	1	2	3	4
1.	0 V	0 V	0.00 V	0 %
2.	1.2 V	1.2 V	1.24 V	3.33 %
3.	2 V	2 V	1.76 V	12 %
4.	1	2	3	4
5.	3 V	3 V	2.67 V	11 %
6.	4 V	4 V	3.82 V	4.5 %
7.	5 V	5 V	4.80 V	4 %
8.	6 V	6 V	5.72 V	4.7 %
9.	7 V	7 V	6.93 V	1 %
10.	8 V	8 V	7.92 V	1 %
11.	9 V	9 V	8.90 V	1.1 %
12.	10 V	10 V	9.98 V	0.2 %
13.	11 V	11 V	11.00 V	0 %
14.	12 V	12 V	11.98 V	0.2 %
15.	13 V	13 V	12.94 V	0.4 %
16.	14 V	14 V	13.91 V	0.6 %
17.	15 V	15 V	14.92 V	0.5 %
18.	16 V	16 V	15.87 V	0.8 %
19.	17 V	17 V	16.86 V	0.8 %
20.	18 V	18 V	17.92 V	0.4 %
21.	19 V	19 V	18.90 V	0.5 %
22.	20 V	20 V	19.71 V	1.4 %
23.	21 V	21 V	20.89 V	0.5 %
24.	22 V	22 V	21.87 V	0.6 %
25.	23 V	23 V	22.87 V	0.6 %
26.	24 V	24 V	23.88 V	0.5 %
27.	25 V	25 V	24.83 V	0.7 %
Total error %				44.7 %
Rerata error %				1.71 %

Pada pengujian sensor INA219 terhadap tegangan dapat di lihat pada Tabel 1, sensor mampu mendeteksi tegangan mulai dari 0 Volt DC sampai dengan 26 Volt DC. Semua hasil pengujian keseluruhan tegangan input memperoleh nilai akurasi sebesar 98,29 %. Menentukan nilai akurasi dari data sensor dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Nilai Akurasi \%} = 100 - \text{Rerata error} \dots\dots\dots(1)$$

Pengujian sensor INA219 terhadap arus bertujuan untuk mengetahui apakah sensor berfungsi dengan baik dan dapat mendeteksi *input* arus sesuai yang di berikan. Gambar 6 merupakan salah satu pengukuran arus dengan menggunakan multimeter digital dan output sensor INA219.



Gambar 7. Pengujian tegangan, (a) resistor 330 Ω, (b) multimeter, (c) Output sensor INA219 pada LCD, (b) Sensor INA219 pada serial monitor.

Tabel 2. Hasil pengujian arus dengan multimeter dan sensor INA219

No.	Nilai		Pembacaan		% Error
	Resistor	Tegangan	INA219	Multimeter	
1.	10 V	330 Ω	29.20 mA	29.8 mA	2 %
2.	10 V	2 KΩ	5.20 mA	5.05 mA	2,9 %
3.	10 V	10 KΩ	1.20 mA	1.00 mA	20 %
Total error %					24,9 %
Rerata error %					8,3 %

Pada pengujian sensor INA219 terhadap arus, dapat dilihat pada Tabel 2 sensor mampu mendeteksi arus dari beban yang di berikan berupa resistor. Untuk melihat perubahan arus, lakukan penggantian resistor dengan nilai 330Ω, 2KΩ, dan 10KΩ. Hasil pengujian memperoleh error 2% untuk tahanan 330Ω. Jadi dari hasil pengujian sensor sangat baik digunakan untuk mengukur arus diatas 5 mA. Sensor INA219 mampu mengukur arus hingga ±3,2 A.

Tabel 3. Pengujian tegangan *photovoltaic*

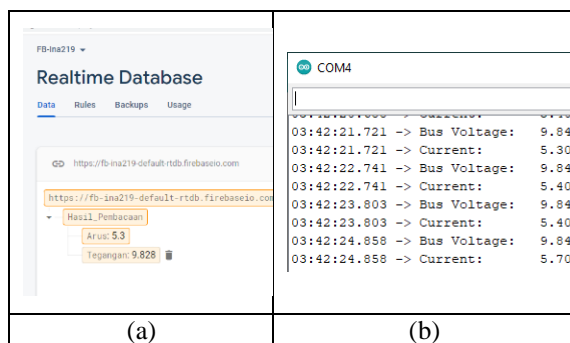
Jam	Multimeter (V)	Sensor INA219 (V)	% Error
08:00	20,7	20,76	0,28
09:00	20,7	20,7	0
10:00	20,4	20,18	1
11:00	20	20,05	0,25
12:00	19,7	19,65	0,25
13:00	19,9	19,87	0,15
14:00	20,7	20,64	0,28
15:00	20,2	19,92	1,38
16:00	20,2	20,04	0,79
Total Error			4,32
Rata-rata Error			0,48

Kemudian pengujian sensor INA219 terhadap daya *output photovoltaic* ialah untuk mengetahui ke ketepatan sensor dalam membaca tegangan dan arus dari *photovoltaic* yang mengalami perubahan secara berkala.

Tabel 4. Pengujian arus *photovoltaic*

Jam	Multimeter (mA)	Sensor INA219 (mA)	% Error
08:00	2,09	2,6	24,4
09:00	2,09	2,7	29,1
10:00	2,04	2,6	27,4
11:00	2,02	2,5	23,7
12:00	2,01	2,5	24,3
13:00	2,01	2,7	34,3
14:00	2,06	2,8	35,9
15:00	2,08	2,7	29,8
16:00	2,06	2,5	21,3
Total Error			250,2
Rata-rata Error			27,8

Berdasarkan Tabel 3 dan Tabel 4 pengujian sensor INA219 terhadap daya *output photovoltaic* dapat dianalisisakan bahwasanya sensor INA219 mampu membaca tegangan dan arus dari *photovoltaic* yang nilai pembacaannya tidak terlalu jauh berbeda dengan nilai pengukuran multimeter. Hasil pembacaan sensor INA219 terhadap daya *output photovoltaic* yang memiliki rerata *error* pembacaan tegangan yaitu 0,48 % sedangkan pada pembacaan arus yaitu 27,8 %. Pada pembacaan nilai arus, persentase *error* nya besar dikarenakan beban dari *solar charger controller* terpengaruh terhitung sebagai beban.

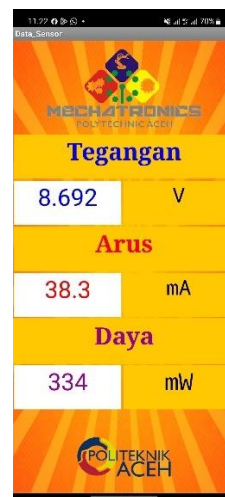


Gambar 8. Pengujian data sensor INA219 ke firebase, (a) realtime data firebase, (b) serial monitor.

Gambar 8 menunjukkan mengirimkan data pembacaan sensor INA 219 ke-*firebase*, yang bertujuan untuk mengetahui apakah data dapat dikirim secara *realtime* melalui internet, dan melihat apakah data yang dikirim oleh NodeMCU ESP8266 hasilnya sama dengan yang diterima oleh *firebase*. Dari hasil pengujian diperoleh data yang diterima

oleh *firebase* juga secara *realtime* mengikuti hasil pembacaan sensor.

Selanjutnya, pengujian menampilkan data sensor INA219 pada *smartphone* melalui aplikasi MIT APP dengan komunikasi *firebase*. Hasil dapat dilihat pada Gambar 9 yaitu pembacaan sensor yang dikirimkan ke-*firebase* dapat ditampilkan pada *smartphone*. Data yang ditampilkan berupa nilai tegangan, arus, dan daya dari *output photovoltaic*.



Gambar 9. Tampilan screen MIT App pada *smartphone*

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada penelitian ini dihasilkan alat monitoring daya *output photovoltaic* dengan menggunakan teknologi *internet of things* untuk dapat memantau dimana saja secara *realtime*. Berdasarkan hasil pengujian sensor INA219 terhadap output PV memperoleh rerata *error* tegangan 0,48% dan pembacaan arus bernilai 27,8%. Pembacaan rerata *error* arus nilai yang dihasilkan besar, ini disebabkan terpengaruh oleh beban atau inputan yang masuk pada *solar charger controller*.

Berdasarkan penelitian ini, ada beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut yaitu sistem dapat menyimpan data output PV dalam rentang waktu bulanan dan membuat grafik.

DAFTAR PUSTAKA

[1] G. A. D. A. Pranitha and N. Lubis, "Studi Perencanaan Pusat Listrik Tenaga Surya Off Grid 50 kWp," *J. Penelit. dan Pengkaj. Elektro*, vol. 20, no. 3, pp. 14–20, 2018.

[2] A. STEFANIE and F. C. SUCI, "Analisis Performansi PLTS Off-Grid 600 Wp menggunakan Data Akuisisi berbasis Internet of Things," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 9, no. 4, p. 761, 2021, doi: 10.26760/elkomika.v9i4.761.

- [3] R. R. A. Siregar, N. Wardana, and Luqman, "Sistem Monitoring Kinerja Panel Listrik Tenaga Surya Menggunakan Arduino Uno, Sekolah Tinggi Teknik PLN Jakarta," *JETri J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 14, no. 2, pp. 81–100, 2017, [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.25105/jetri.v14i2.1607>
- [4] I. F. Pamungkas, U. T. Kartini, T. Wrahatnolo, and Joko, "Sistem Monitoring Daya Listrik Photovoltaic Berbasis Internet of Things (IoT)," *J. Tek. Elektro*, vol. 11, no. 2, pp. 236–245, 2022.
- [5] M. Radina, F. X. Arinto, and Sumadi, "Sistem Kontrol Beban Dan Monitoring Daya Baterai Pada Panel Surya 50Wp Untuk Aplikasi Penerangan Berbasis Internet of Things," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 10, no. 3, 2022, doi: 10.23960/jitet.v10i3.2640.
- [6] A. B. Pulungan and M. Delfitra, "Sistem Monitoring Real Time Pada Solar Panel Park," *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional)*, vol. 8, no. 1, p. 137, 2022, doi: 10.24036/jtev.v8i1.116821.
- [7] Alfith, A. Effendi, Erhaneli, Kartiria, and S. J. Cerso, "PERANCANGAN SISTEM MONITORING ENERGI BERBASIS INTERNET OF THINGS," 2019, doi: 10.21063/PIMIMD5.2019.16.
- [8] T. Hidayat and D. Firmansyah, "Rancang Bangun Smart Meter Berbasis IoT Untuk Aplikasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Microgrid," *J. Tek. Elektro ITP*, vol. 8, no. 2, pp. 87–92, 2019, doi: 10.21063/jte.2019.3133816.
- [9] R. Alfita, K. Joni, and F. D. Darmawan, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Baterai Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan Kontrol Beban Berbasis Internet of Things," *Teknik*, vol. 42, no. 1, pp. 35–44, 2021, doi: 10.14710/teknik.v42i1.29687.