



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 4 Nomor 4 Tahun 2024 Page 15142-15155

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

Sistem *Monitoring* Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis *Internet of Things*

Muhamad Ramdan^{1✉}, Eva Damayanti²

Politeknik TEDC Bandung

Email: mramdan0502@gmail.com^{1✉}

Abstrak

IoT atau *Internet of Things* merupakan sebuah konsep untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang selalu terhubung. Diantaranya adalah kemampuan berbagi data, pengendalian jarak jauh dan juga membaca sensor yang terhubung dengan perangkat. Penerapannya salah satunya digunakan untuk memantau kondisi panel surya. Pemantauan terhadap panel surya diperlukan karena kebanyakan panel surya hanya berakhir menjadi pajangan, bisa karena rusak atau karena baterainya dicuri. Pencegahan bisa dilakukan dengan selalu memantau kondisi baterai dan tegangan keluaran dari panel surya. Proses pembuatan alat telemetri PLTS berbasis IoT secara keseluruhan melalui 5 tahapan : (1) studi literatur (2) identifikasi kebutuhan alat dan bahan dalam merancang alat telemetri (3) merancang alat telemetri (4) implementasi alat yang telah di rancang; dan (5) pengujian dan evaluasi alat. Komponen alat telemetri ini terdiri dari INA219 DC, PZEM-004 AC, Modul ESP32, Metode penelitian yang digunakan adalah experiment, yaitu menguji implementasi alat telemetri yang telah dirancang pada sistem PLTS. Penelitian ini hanya fokus untuk menguji 3 parameter- parameter komponen PLTS yang terdiri dari tegangan, arus dan daya. Alat telemetri ini dapat menampilkan dan menyimpan data parameter komponen PLTS dalam data numerik dan grafik pada aplikasi blynk. Pada saat pengujian alat telemetri pada sistem PLTS hasil perbandingan pembacaan nilai (tegangan, arus dan daya) antara alat telemetri dan alat validasi standar (multimeter) memiliki rata-rata tingkat kesalahan pengukuran tegangan sebesar 3,4%, arus sebesar 2,8% dan daya sebesar 3,2%.

Kata Kunci: *Telemetri, PLTS, IoT*.

Abstract

The IoT or Internet of Things is a concept to expand the benefits of Internet connectivity that is always connected. These include the ability to share data, remote control and also read the sensors connected to the device. One application is used to monitor the condition of the solar panel. Monitoring of solar panels is necessary because most of the panels only end up being exposed, it may be because they are broken or because the battery is stolen. Prevention can be done by always monitoring the state of the batteries and the output voltage of the panel. The process of making a PLTS telemetry tool based on the IoT as a whole through five stages: (1) a literature study (2) the identification of the need for tools and materials in designing a telemetric tool (3) the design of a telemetric tool (4) the implementation of a device that has been designed; and (5) the testing and evaluation of an instrument. The telemetri tool component consists of INA219 DC, PZEM-004 AC, ESP32 module, the research method used is an experiment, i.e. testing the implementations of telemetries that have been designed on the PLTS system. The study is focused only on testing the 3 parameters- PLTS component parameters consisting of voltage, current and power. This telemetrian tool can display and store the data of the parameters of PLTs components in numerical data and on blynk applications. At the time of testing the telemetria tool on PLTS systems, the comparison of the readings values (voltage, current, and power) between the device and the valid telmetry of the standard device (multimeter) has an average voltage error rate of 3.4%, current of 2.8% and power of 3.2%.

Keyword: *Telemetry, PLTS, IoT.*

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara kepulauan yang dilalui oleh garis khatulistiwa 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 di manfaatkan 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 perharinya. Kondisi cerah di Indonesia sekitar 2975 jam atau 124 hari dengan rata-rata penyinaran matahari sekitar 8,2 jam per harinya. Komponen utama dalam PLTS adalah solar cell yang mampu mengkonversi energi surya menjadi energi listrik (Anhar,dan Siregar, 2020).

Pengembangan teknologi *solar cell* terus mengalami kemajuan, tetapi tidak untuk teknologi optimasi, monitoring dan manajemennya, sehingga tidak heran jika terdapat

suatu PLTS dapat mengalami penurunan performansi dan kehilangan kemampuan konversinya. Monitoring secara real-time sangat diperlukan untuk mengetahui performa dari sistem PLTS, mengingat bahwa efisiensi dari *solar cell* ini sangat dipengaruhi oleh radiasi matahari dan kondisi *solar cell* itu sendiri (Muttaqin, 2020).

Sistem pembangkit listrik tenaga surya dibedakan menjadi tiga yaitu sistem PLTS yang langsung dihubungkan ke jaringan PLN disebut sistem PLTS *On-grid*. Sistem PLTS yang tidak dihubungkan langsung ke jaringan PLN disebut PLTS *Off-grid* dan PLTS yang sistemnya di gabung dengan jenis pembangkit yang lain dinamakan sistem PLTS *Hybrid* (Latasya et al, 2019)

Dalam sistem PLTS *hybrid* ada beberapa parameter yang di pantau secara rutin yaitu parameter pada komponen *photovoltaic* (PV) yang dimana kinerja dari komponen *photovoltaic* tersebut dapat bekerja dengan baik atau tidak, serta menentukan kualitas dari komponen *photovoltaic* tersebut. Apabila suatu komponen *photovoltaic* memiliki efisiensi yang baik, maka daya yang dihasilkan akan maksimal dan rugi-ruginya semakin kecil. Efisiensi pada suatu komponen *photovoltaic* dapat dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu, radiasi dan matahari. Tidak kalah penting komponen baterai yang harus di perhatikan untuk mengetahui kondisi umur baterai dengan memperhatikan daya pengurusan dan daya yang tersimpan saat melakukan pengisian, serta parameter pada komponen beban di pantau untuk mengetahui kondisi maksimal penggunaan beban agar baterai tidak cepat terkuras habis energinya. Oleh karena itu, pada penelitian ini telah dibuat sebuah alat telemetri PLTS yang dapat memonitoring sistem PLTS yang berbeda-beda dan hasil pengukurannya akan tampil pada aplikasi blynk secara *real-time* menggunakan sistem *IoT* sehingga ketika ada kerusakan atau penurunan performa yang terjadi pada sistem PLTS akan segera diketahui.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dan pembuatan tugas akhir dilaksanakan mulai Desember tahun 2023 sampai Maret 2024, bertempat CV. Sinar Barokah Sadaya dan Ruang Praktek Teknik Elektro/Otomasi Industri Politeknik TEDC Bandung.

Alat dan Bahan

Berikut adalah perangkat yang digunakan dalam membuat dan menguji coba alat Sistem Monitoring PLTS :

1. Modul Esp 32 yang memiliki wifi + bluetooth.
2. Sensor INA219
3. PZEM-004 *communication module*.

4. Sensor DHT 11
5. Modul Relay Channel 4.
6. Baterai 12v
7. DC buck-converter 12-5 v
8. Kabel NYAF 0.75 mm.
9. Terminal block
- 10.Box Panel ukuran 30 x 40 x 20 cm.

Metode Penelitian

Jenis penelitian yang di ambil merupakan penelitian experiment, dimana penelitian dilakukan pengujian alat telemetri (monitoring jarak jauh) Sistem Monitoring PLTS dan alat ukur (multimeter) sebagai acuan validasi dari alat yang dibuat. Dimana objek yang akan diamati adalah, parameter komponen baterai saat pengisian tanpa beban dan parameter komponen baterai serta parameter komponen beban saat beban aktif pada pembangkit listrik tenaga surya dengan sistem hybrid, parameter disini mencakup Tegangan AC dan DC, Arus AC dan DC, serta Frekunsinya.

Dalam perancangan Alat Sistem Monitoring PLTS, terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan mulai dari studi literatur sampai penulisan skripsi. tahapan penelitian yang menjelaskan langkah-langkah penelitian dari awal hingga penelitian ini berakhir agar penelitian ini dapat berjalan secara sistematis.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Bab ini, menjelaskan pengujian pada keseluruhan sistem. Dengan ini dapat diketahui apakah sistem yang dibuat sesuai dengan rencana, apakah dapat dianalisis untuk

pengembangan lebih lanjut dan apakah sistem dapat berjalan sesuai yang diinginkan. Berdasarkan informasi yang diperoleh, dapat dianalisis proses kegiatan alat tersebut, yang selanjutnya digunakan untuk menarik kesimpulan akhir.

1. Hasil Perancangan Alat Telemetry PLTS

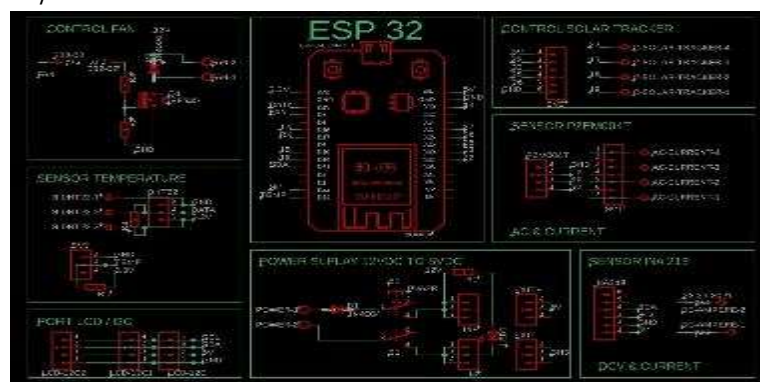


Gambar 2. Alat PLTS dan box Panel Sistem Monitoring.

Sumber : Foto alat dari kamera *handphone*

Pada Gambar 1 hasil dari perancangan Alat telemetry sistem PLTS berbasis *IoT* telah berhasil dibuat dan dapat dioperasikan sesuai rencana dan yang kita harapkan, Pada rangka alat terdapat sebuah roda agar mempermudah mobilitas alat. Dan juga terdapat dua panel box control dimana box control pertama untuk mengontrol secara manual, dan box panel yang kedua terdapat sistem monitoring secara otomatis.

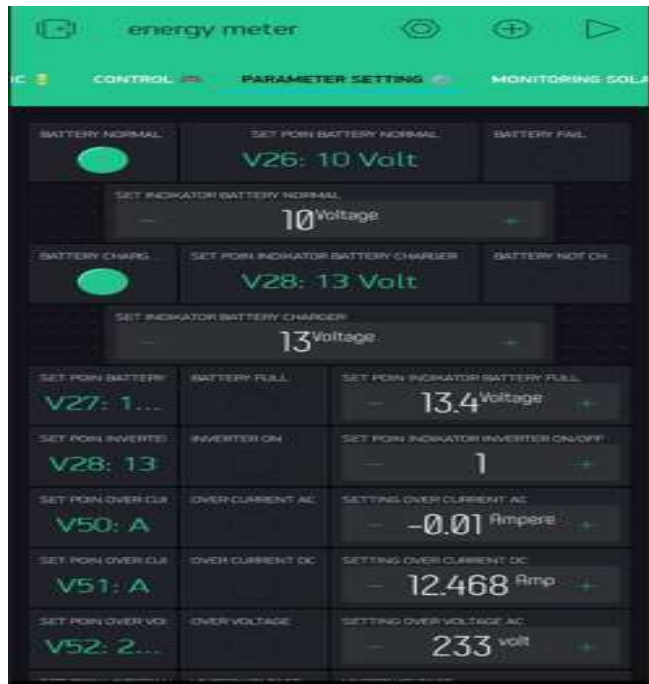
a. Layout Komponen pada PCB



Gambar 3. Layout dan Data Alamat Sensor

Sumber : [Users/OneDrive/Documents/EAGLE/projects/ESP32 MONI](#)

Berikut gambaran data dari Layout komponen dari sistem monitoring yang kita lihat pada Gambar 4.2 ada Mikrokontroler ESP32 sebagai inti dari alat ini, modul PZEM-004T sebagai sensor AC dan Sensor INA219 sebagai sensor DC Serta beberapa data alamat komponen lainnya. Ketika kita sudah tau data alamat komponen lanjut kita rangkai ke PCB dengan kita mengetahui alamat data komponen kita akan mudah dalam merangkainya.



Gambar 8. Parameter seting sistem monitoring

Sumber: Screenshot Aplikasi blynk by phone.

2. Berapakah Akurasi Hasil Pengukuran Alat Telemetri PLTS

Hasil perbandingan pengukuran dengan menggunakan alat telemetri dan multimeter, dari gambar 4.8 dan gambar 4.9 dapat dilihat bahwa hasil pembacaan tegangan dan arus yang menggunakan alat sistem monitoring adalah 220,3V dan 0,33A dan menggunakan multimeter adalah 220.9V dan 0,39A dan dari segi parameter komponen baterai tegangan yang terbaca pada alat adalah 11,54V dan pada multimeter adalah 11,52V.



Gambar 9. Perbandingan Pengukuran Tegangan AC

Sumber: Screenshot Aplikasi Blynk By Phone dan foto by Phone



Gambar 10. Perbandingan Pengukuran Tegangan DC

Sumber : Screenshot Aplikasi Blynk By Phone dan foto by Phone

Berikut tabel data dan grafik hasil perbandingan pengukuran komponen alat telemetri dan multimeter, pengujian ini dilakukan pada pukul 07.00 – 17.00 WIB.

Tabel 1. Data perbandingan Tegangan Arus dan Daya

Multimeter (Alat Ukur)				Alat Telemetri			
Jam	Daya	Tegangan	Arus	Jam	Daya	Tegangan	Arus
07.00.00	98,3	12,24	8,03	07.00.00	97,9	12,22	8,01
08.00.00	101,2	12,54	8,07	08.00.00	100,8	12,52	8,05
09.00.00	105,8	13,09	8,08	09.00.00	105,3	13,07	8,06
10.00.00	126,3	14,05	8,99	10.00.00	125,6	14,03	8,95
11.00.00	165,9	15,05	11,02	11.00.00	161,0	15,02	10,72
12.00.00	176,0	15,96	11,03	12.00.00	174,0	15,92	10,93
13.00.00	154,2	14,07	10,96	13.00.00	153,3	14,03	10,93
14.00.00	151,8	13,95	10,88	14.00.00	150,9	13,91	10,85
15.00.00	132,0	13,54	9,75	15.00.00	131,3	13,51	9,72
16.00.00	95,9	12,05	7,96	16.00.00	95,1	12,02	7,91
17.00.00	86,1	11,97	7,19	17.00.00	85,4	11,94	7,15



Gambar 9. Perbandingan Pengukuran Tegangan DC

Sumber: Screenshot Aplikasi by Phone

Dan berikut juga tabel data rata-rata error hasil dari perbandingan pengukuran alat telemetri dan multimeter yang dilakukan pada pukul 07.00 – 17.00 WIB, dimana hasil yang didapatkan cukup memuaskan tidak beda jauh antara alat telemetri dan multimeter.

Tabel 2. Data Persentase Rata-Rata Error

Error % Arus	Error % Tegangan	Error % Daya
0,25	0,16	0,4
0,25	0,16	0,4
0,25	0,15	0,4
0,44	0,14	0,6
2,72	0,20	2,9
0,91	0,25	1,2
0,27	0,28	0,6
0,28	0,29	0,6
0,31	0,22	0,5
0,63	0,25	0,9
0,56	0,25	0,8
Rata-Rata Error		
0,62%	0,21%	0,8%

3. Hasil Kelayakan Pengukuran Alat Telemetri PLTS saat Inverter dan beban aktif

Hasil pengujian alat telemetri dan multimeter yang terjadi pada parameter komponen baterai nilai tegangan dan arus yang terbaca di alat adalah 11,82V dan 0,47A dan yang terbaca pada multimeter digital 11,9V dan 0,475A. Berikut ini adalah tabel perbandingan

hasil pengukuran alat telemetri dan multimeter saat pengujian dengan beban dan inveter:

Tabel 3. Data Pengukuran Tegangan pada saat beban aktif

Jenis Beban	Tegangan		Selisih	Error (%)
	Alat Telemetri	Multimeter		
Lampu 10 Watt	12,28	13,30	0,02	0,15
Lampu 15 Watt	12,06	12,10	0,04	0,33
Lampu 30 Watt	12,02	12,80	0,78	6,09
Charger Laptop	12,01	12,07	0,06	0,50
Kipas Angin	11,38	11,75	0,37	3,15
Rata-Rata				2,04%

Dari data tabel pengukuran tegangan hasil rata-rata error, antara alat telemetri dan multimeter adalah 2,04% .

Tabel 4. Data Pengukuran Daya pada saat beban aktif

Jenis Beban	Daya		Selisih	Error (%)
	Alat Telemetri	Multimeter		
Lampu 10 Watt	18,66	18,15	0,02	0,11
Lampu 15 Watt	22,06	23,17	0,04	0,17
Lampu 30 Watt	35,93	35,46	0,78	2,20
Charger Laptop	22,57	23,80	0,06	0,25
Kipas Angin	65,89	67,33	1,44	2,14
Rata-Rata				0,97%

Dari data tabel pengukuran Daya hasil rata-rata error, antara alat telemetri dan multimeter adalah 0,97% .

Tabel 5. Data Pengukuran Arus pada saat beban aktif

Jenis Beban	Arus		Selisih	Error (%)
	Alat Telemetri	Multimeter		
Lampu 10 Watt	0,78	0,75	0,02	2,67
Lampu 15 Watt	1,19	1,23	0,04	3,25
Lampu 30 Watt	2,49	2,34	0,78	33,33
Charger Laptop	3,51	3,48	0,06	1,72
Kipas Angin	5,79	5,73	-0,06	-1,05
	Rata-Rata			7,99%

Dari data tabel pengukuran arus hasil rata-rata error, antara alat telemetri dan multimeter adalah 7,99% hasil tersebut cukup tinggi namun penelitian ini tidak mempengaruhi atau merubah hasil *realtime* sesuai hasil dari data dan pembacaan pada alat telemetri tersebut.

Pengujian menggunakan jenis beban resistif, induktif, dan kapasitif pada saat diberi beban resistif dan induktif hasil pengukuran parameter pada komponen baterai untuk tegangan mengalami penurunan, untuk arus dan daya mengalami kenaikan tetapi hal tidak berpengaruh pada beban kapasitif.

SIMPULAN

Setelah melakukan perancangan sistem serta dilakukan pengujian dan analisa, maka dapat dinyatakan alat ini telah selesai dibuat dan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat telemetri sistem monitoring PLTS berbasis IoT telah berhasil dibuat dan dapat menampilkan dan menyimpan data parameter PLTS berupa tegangan, arus, dan daya dalam data numerik serta dapat menampilkan grafik pembacaan parameternya pada aplikasi blynk.
2. Akurasi nilai Alat telemetri sistem monitoring PLTS terdapat deviasi antara sensor dan kalibrator sebesar 0.02 VDC maka dapat dipastikan pembacaan sensor akurat.
3. Dari data hasil pengujian alat telemetri ini diketahui bahwa :
 - a. Pada pengujian parameter komponen saat pengisian pada pukul 07.00-17.00 WIB nilai tegangan, arus dan daya mengalami penurunan sedangkan suhunya semakin tinggi dengan rata-rata error 0,21% untuk tegangan, 0,26% untuk arus dan 0,8% untuk daya.
 - b. Pada pengujian parameter komponen baterai saat diberi beban resistif dan induktif

hasil pengukuran parameter pada komponen untuk tegangan mengalami penurunan, arus dan daya mengalami kenaikan tetapi hal tidak berpengaruh pada beban kapasitif dimana arus dan dayanya berbeda dari beban lainnya, dengan rata-rata error pada pengujian ini yaitu 2,77% untuk tegangan, 1,90% untuk arus dan 3,25% untuk daya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anhar A. S., Sara, I. D. And Siregar,R.H. (2017) Desain Prototype Sel Surya Terkonsentrasi Menggunakan Lensa Fresnel, *Jurnal Karya Ilmiah Teknik Elektro*, 2(3), Pp. 1–7.
- Jakarta Hardware (2021) Digital Multimeter Sanwa Cd771 Dan Analog Multimeter Sanwa Yx360trf. Available At: [Http://Www.Jakartahardware.Com/Products/Digital-Multimeter-Sanwa-Cd771-6368.Aspx#.Yvxnjpoza00](http://Www.Jakartahardware.Com/Products/Digital-Multimeter-Sanwa-Cd771-6368.Aspx#.Yvxnjpoza00) (Accessed: 20 Desember 2023).
- Jurnal, R. T. (2019) 'Kajian Sistem Kinerja Plts Off-Grid 1 Kwp Di Stt-Pln', *Energi & Kelistrikan*, 10(1), Pp. 38–44. Doi: 10.33322/Energi.V10i1.322.
- Munarso And Suryono (2014) 'Sistem Telemetry Pemantauan Suhu Lingkungan Menggunakan Mikrokontroler Dan Jaringan Wifi', *Youngster Physic Journal*, 3(3), Pp. 249– 256
- Munggaran, Z. R. (2017) 'Rancang Bangun Sistemtelemetry Gardu Distribusi Pt.Pln Berbasis Android', (May 2016). Doi: 10.13140/Rg.2.2.32501.88801.
- Muttaqin, R. (2017) 'Analisa Performansi Dan Monitoring Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Departemen Teknik Fisika Fti-Its', P. 120. Available At: [Http://Repository.lts.Ac.Id/47444/](http://Repository.lts.Ac.Id/47444/)
- Prastyo, E. A. (2019) Arsitektur Dan Fitur Esp32 (Module Esp32) Iot. Availableat: [Https://Www.Edukasielektronika.Com/2019/07/Arsitektur-Dan-Fitur-Esp32-Module-Esp32.Html](https://Www.Edukasielektronika.Com/2019/07/Arsitektur-Dan-Fitur-Esp32-Module-Esp32.Html) (Accessed: 1 March 2021).
- Prastyo, E. A. (2019) Arsitektur Dan Fitur Esp32 (Module Esp32) Iot. Available At:[Https://Www.Edukasielektronika.Com/2019/07/Arsitektur-Dan-Fitur-Esp32-Module-Esp32.Html](https://Www.Edukasielektronika.Com/2019/07/Arsitektur-Dan-Fitur-Esp32-Module-Esp32.Html) (Accessed: Desember 2023).
- Satria, H. And Syafii, S. (2018) 'Sistem Monitoring Online Dan Analisa Performansi Plts Rooftop Terhubung Ke Grid Pln', *Jurnal Rekeyasaelektrika*,14(2).Doi: 10.17529/Jre.V14i2.11141.
- Setiadi, D. And Abdul Muhaemin, M. N. (2018) 'Penerapan Internet Of Things (Iot) Pada Sistem Monitoring Irigasi(Smart Irigasi)', *Infotronik : Jurnal Teknologi Informasi Dan Elektronika*, 3(2), P. 95. Doi: 10.32897/Infotronik.2018.3.2.108.
- Sianipar, R. (2014) 'Dasar Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya',11(2), Pp. 61–78.Solar-Thailand (No Date) Pzem-003 / 017 Dc Communicationmodule.Availableat:[Https://Www.Solar-Thailand.Com/Pdf/Pzem-003-](https://Www.Solar-Thailand.Com/Pdf/Pzem-003-)

- Manual.Pdf (Accessed: 1 March 2021).
- Solar-Thailand (No Date) Pzem-003 / 017 Dc Communication Module. Available at: <https://www.solar-thailand.com/pdf/pzem-003-manual.pdf> (Accessed: Desember 2023).
- Solarduino (2020) Pzem-017 Ac Energy Meter Online Monitoring With Blynk App. Available At: <https://solarduino.com/pzem-016-ac-energy-meter-online-monitoring-with-blynk-app/> (Accessed: Desember 2023)
- Solarduino (2020a) Pzem-016 Ac Energy Meter Online Monitoring With Blynk App. Available At: <https://solarduino.com/pzem-016-ac-energy-meter-online-monitoring-with-blynk-app/> (Accessed: 1 March 2021).
- Solarduino (2020b) Pzem-017 Dc Energy Meter With Arduino. Available At: <https://solarduino.com/pzem-017-dc-energy-meter-with-arduino/> (Accessed: 1 March 2021).
- Stevens, L. (2021) Modul Antarmuka Max485 Ttl Ke Rs-485. Available At: <https://protosupplies.com/product/max485-ttl-to-rs-485-interface-module/> (Accessed: 1 March 2021).
- Syahwil, M. And Kadir, N. (2021) 'Rancang Bangun Modul Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Sistem Off-Grid Sebagai Alat Penunjang Praktikum Di Laboratorium', 3(1), Pp. 26–35.
- Ulfah Tian, S. (2017) 'Rototipe Sistem Monitoring Parameter Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Internet Of Things', Skripsi, P. 2. Doi: 10.1088/1751-8113/44/8/085201.