

Analisa Penggunaan Panel Surya Untuk Modul Trainer Praktikum Energi Baru Terbarukan

Haryanto^{1*}, Vivi Damayanti², Miftachul Ulum³, Deni Tri Laksono⁴, Koko Joni⁵,
Dian Neipa Purnamasari⁶, Diana Rahmawati⁷

Teknik Elektro, Universitas Trunojoyo Madura, Bangkalan

¹ haryanto@trunojoyo.ac.id, ² 170431100026@student.trunojoyo.ac.id, ³ miftachul.ulum@trunojoyo.ac.id,

⁴ deni.laksono@trunojoyo.ac.id, ⁵ kokojoni@trunojoyo.ac.id, ⁶ dian.neipa@trunojoyo.ac.id, ⁷ diana.rahmawati@trunojoyo.ac.id

Abstract - Electricity demand that is not balanced by adequate electricity supply will result in a shortage of electricity supply. The imbalance between increasing energy needs and the availability of energy sources as previously explained requires a solution. One thing that many countries in the world have done is direct their country's energy policy to a new spectrum. One example is the use of energy that is significant, environmentally friendly and whose existence has not yet been utilized optimally, namely the Solar Electricity Center (PLTS), converting solar radiation energy into electrical energy. Regarding solar energy, as a tropical country, Indonesia has quite large solar energy potential. In this research, a solar panel trainer module was created. solar panels or solar cells as a source to supply all the components that will be used. Solar panels are used to receive and convert sunlight energy into electrical energy. Then proceed to the SCC (Solar Charge Controller) as a charge regulator from the solar panels on the battery to prevent overcharging and extend the battery life. SCC also regulates the power coming out of the battery to the load, and cuts off the load power from the battery if the battery voltage drops below a certain level. The dc to ac inverter is used to convert dc voltage (12v) into ac voltage (220v) because the electrical voltage from the SCC and from the battery is 12 Volts. After the electrical energy voltage has been converted to 220 Volts, the electrical energy will be used as power for the output load. This solar panel trainer has two outputs, namely an electrical terminal (socket) and a light.

Keywords: Solar Cell, Electricity, Solar Charge Controller, Inverter, Solar Panel Trainer.

Abstrak— Permintaan listrik yang tidak diimbangi oleh suplai listrik yang memadai akan berdampak pada kurangnya pasokan listrik. Ketidak seimbangan antara peningkatan kebutuhan energi dan ketersediaan sumber energi seperti yang telah dipaparkan sebelumnya membutuhkan sebuah solusi. Salah satu yang telah dilakukan banyak negara di dunia adalah mengarahkan kebijakan energi negaranya pada sebuah spektrum baru. Salah satu contohnya adalah penggunaan energi yang signifikan, ramah lingkungan dan keberadaannya belum dimanfaatkan secara maksimal yaitu Pusat Listrik Tenaga Surya (PLTS), mengonversikan energi radiasi cahaya matahari menjadi energi listrik. Terkait dengan energi surya, sebagai negara tropis, Indonesia mempunyai potensi energi surya yang cukup besar. Pada penelitian ini dibuat modul trainer panel surya. panel surya atau solar cell sebagai sumber untuk menyuplai semua komponen yang akan digunakan. Panel surya digunakan untuk menerima dan mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Kemudian dilanjutkan pada SCC (Solar Charge Controller) sebagai pengatur charge dari panel surya pada baterai

agar mencegah terjadinya *overcharging* dan memperlama masa pakai baterai. SCC juga mengatur daya yang keluar dari baterai ke beban, dan memutus daya beban dari baterai apabila tegangan dari baterai turun dibawah tingkat tertentu. *Inverter dc to ac* digunakan untuk mengkonversi tegangan dc (12v) menjadi tegangan ac (220v) karena tegangan listrik dari SCC maupun dari baterai adalah 12 Volt. Setelah tegangan energi listrik sudah dikonversi ke 220 Volt, energi listrik tersebut akan digunakan sebagai daya untuk beban output. Pada trainer panel surya ini memiliki dua output, yaitu terminal listrik (stop kontak) dan lampu.

Kata kunci: solar cell, listrik, solar charge controller, inverter, trainer panel surya.

I. Pendahuluan

Seiring pertambahan jumlah penduduk di Indonesia, pertumbuhan ekonomi, serta peningkatan berbagai aktivitas dan penggunaan sarana kehidupan yang membutuhkan listrik, maka pemakaian energi listrik akan terus mengalami peningkatan. Konsumsi listrik nasional pada tahun 2004 yaitu sebesar 100,1 terawatt hours (TWh) dan meningkat mencapai 198,6 TWh di tahun 2014, sehingga dalam periode tersebut terjadi kenaikan konsumsi listrik sebesar 98,4% dengan rata-rata pertumbuhan 7,2% per tahun. Dalam rentang waktu tahun 2004- 2010 pertumbuhan kapasitas pembangkit cenderung lambat dan baru mulai tampak peningkatannya setelah tahun 2010. Dalam periode tahun 2010-2014 pertumbuhan rata-rata kapasitas pembangkit listrik berkisar 6,5% per tahun. Sementara kapasitas total pembangkit yang ada hingga tahun 2014 adalah 53,6 gigawatt (GW). Permintaan listrik yang tidak diimbangi oleh suplai listrik yang memadai akan berdampak pada kurangnya pasokan listrik. Hal ini tentunya akan mengganggu aktivitas perekonomian dikarenakan kebutuhan listrik di berbagai sektor pengguna tidak dapat tercukupi secara optimal. Oleh sebab itu, pertumbuhan pemakaian energi listrik harus dapat dikelola dengan baik. Hal tersebut dilakukan untuk menjaga keseimbangan antara penyediaan pasokan listrik dengan pertumbuhan permintaan listrik, sehingga kesinambungan pasokan listrik lebih terjamin guna menunjang perekonomian nasional [1]. Ketidak seimbangan antara peningkatan kebutuhan energi dan ketersediaan sumber energi seperti yang telah dipaparkan sebelumnya membutuhkan sebuah solusi. Salah satu yang telah dilakukan banyak negara di dunia adalah mengarahkan kebijakan energi negaranya pada sebuah spektrum baru. Salah satu contohnya adalah penggunaan energi yang signifikan, ramah lingkungan dan keberadaannya belum dimanfaatkan secara maksimal yaitu Pusat Listrik Tenaga Surya (PLTS), mengonversikan energi radiasi cahaya matahari menjadi

energi listrik. Terkait dengan energi surya, sebagai negara tropis, Indonesia mempunyai potensi energi surya yang cukup besar. Pemasangan PLTS dapat dilakukan hingga ke daerah yang sangat terpencil sekalipun sebagai solusi dari keterbatasan jangkauan jaringan listrik. Namun di Indonesia, perkembangan PLTS yang pesat belum sepenuhnya didukung dengan kemampuan pengetahuan mengoptimalkan energi yang dihasilkan oleh sel surya, khususnya pada instalasi. Pemanfaatan potensi energi surya tersebut, membutuhkan wahana sebagai peralatan media pembelajaran. Media dalam perspektif pendidikan merupakan instrumen yang sangat strategis dalam ikut menentukan keberhasilan proses belajar mengajar, sebab keberadaannya secara langsung dapat memberikan dinamika tersendiri terhadap peserta didik. Media tersebut adalah Trainer Pembangkit Listrik Tenaga Surya, yang berfungsi sebagai sistem kecil. Fungsi sistem tersebut adalah membantu pekerjaan instalasi dalam skala kecil, serta analisis kerja pembangkit listrik tenaga surya sebelum diterapkan pada instalasi yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat.

Trainer sistem pembangkit listrik tenaga surya ini dirancang dengan konsep modular yaitu masing-masing komponen dikemas dan dibuat secara terpisah dengan desain yang menarik, dilengkapi dengan nama komponen dan berbagai keterangan tentang komponen tersebut sehingga akan dapat dengan mudah dalam penggunaan, perawatan dan yang terpenting adalah dapat mempermudah pemahaman konsep dari sistem dan instalasi unit sistem pembangkit listrik tenaga surya karena dapat diinstal dan dirangkai secara berulang-ulang. Minyak bumi yang dewasa ini menjadi bahan bakar untuk menghasilkan energi listrik semakin berkurang sehingga perlu menggunakan alternative lain untuk menghasilkan energi listrik tanpa menggunakan minyak bumi. Melihat fungsi, manfaat dan semakin berkembangnya sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya membuat pengetahuan tentang PLTS ini menjadi suatu pokok bahasan yang wajib dimengerti dan dipahami oleh mahasiswa jurusan teknik elektro Universitas Trunojoyo Madura. Perlu adanya sebuah modul trainer tentang sistem pembangkit listrik tenaga surya dengan konsep yang tepat dan layak digunakan sebagai media pembelajaran baik secara teknis, fungsi dan unjuk kerja serta ergonomis untuk digunakan [2].

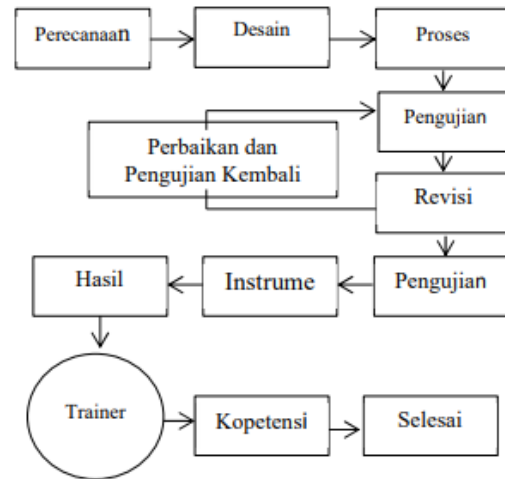
Berdasarkan latar belakang di atas penulis merancang sebuah trainer sistem pembangkit listrik tenaga surya yang harapannya dapat menjadi media pembelajaran Praktik Penyediaan Tenaga Listrik sehingga mampu menambah pengetahuan mahasiswa tentang Pembangkit Listrik Tenaga Surya.

II. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan penelitian daan pengembangan (research and development). Metode R & D ini merupakan metode yang digunakan untuk menghasilkan produk dan untuk menguji keefektifan produk tersebut. Untuk penelitian analisis kebutuhan sehingga mampu dihasilkan produk yang bersifat hipotetik sering digunakan penelitian dasar (basic research). Selanjutnya untuk menguji produk yang masih bersifat hipotetik digunakan eksperimen, atau action research.

A. Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini ada beberapa tahapan yang harus dilakukan sebelum menciptakan sistem. Berikut adalah flowchart tahapan penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 2.1 di bawah ini

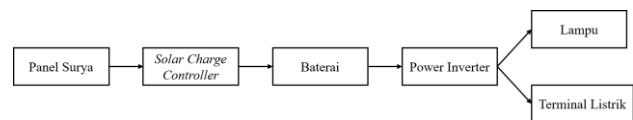


Gambar 1. Tahapan Penelitian

Dari Gambar 1 dapat dijelaskan bahwa pengerjaan penelitian ini diawali dengan tahapan persiapan yaitu tahapan pencarian data lapangan dengan melakukan survey secara langsung dan pengumpulan data melalui studi literatur. Tahapan kedua setelah semua data persiapan didapatkan adalah tahap perancangan sistem yaitu tahap yang berisikan perancangan kebutuhan software dan hardware. Tahapan berikutnya adalah tahapan pembuatan sistem yaitu tahapan inti dimana penulis mulai membuat prototipe. Setelah prototipe dan software tercipta langkah selanjutnya adalah pengujian sistem secara keseluruhan mulai dari percobaan skala kecil hingga skala besar. Terakhir adalah pengolahan data hasil dari pegujian dan ditutup dengan analisa untuk mendapatkan kesimpulan.

B. Blok Diagram

Berbagai desain perangkat keras dan blok pemrograman digunakan untuk memastikan pengoperasian sistem. Diagram blok terdiri dari masukan, proses, dan keluaran. Untuk blokdiagram pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2. Blok Diagram

Pada gambar 2. Dari gambar diatas dapat dijelaskan panel surya atau solar cell sebagai sumber untuk menyuplai semua komponen yang akan digunakan. Panel surya digunakan untuk menerima dan mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Kemudian dilanjutkan pada SCC (Solar Charge Controller) sebagai pengatur charge dari panel surya pada baterai agar mencegah terjadinya overcharging dan memperlama masa pakai baterai. SCC juga mengatur daya yang keluar dari baterai ke beban, dan memutus daya beban dari baterai apabila tegangan dari baterai turun dibawah

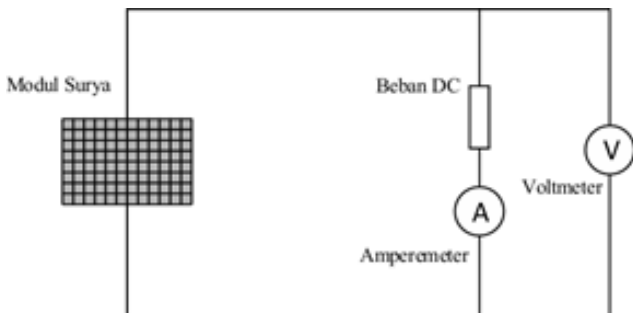
tingkat tertentu. *Inverter dc to ac* digunakan untuk mengkonversi tegangan dc (12v) menjadi tegangan ac (220v) karena tegangan listrik dari SCC maupun dari baterai adalah 12 Volt. Setelah tegangan energi listrik sudah dikonversi ke 220 Volt, energi listrik tersebut akan digunakan sebagai daya untuk beban output. Pada trainer panel surya ini memiliki dua output, yaitu terminal listrik (stop kontak) dan lampu.

III. Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian ini pemeriksaan dilakukan pada pukul 09.00 WIB hingga pukul 15.00 WIB. Hal tersebut dilakukan pengukuran arus dan tegangan pada prototype PLTS. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan arus dan tegangan pada waktu tersebut, serta mengetahui daya yang dihasilkan dari prototype Pembangkit Listrik Tenaga Surya tersebut. Sistem kerja dari alat PLTS ini adalah saat matahari bersinar pada siang hari yang menghasilkan radiasi dari sinar matahari tersebut yang ditangkap oleh panel surya, maka electron yang ada pada panel surya bergerak dari N ke P, sehingga jumlah sel yang dikombinasikan dari panel surya tersebut menghasilkan terminal yang berbeda-beda. Energy cahaya matahari yang menyinari panel surya ini akan diubah menjadi energy listrik. Output dari panel surya ini menghasilkan arus listrik searah (DC) yang besar tegangannya bergantung pada jumlah sel surya yang menyinari panel surya ini. Output dari panel surya ini dapat digunakan langsung ke beban yang memerlukan arus listrik searah (DC) dengan konsumsi arus yang kecil.

A. Pengujian Modul Surya dengan Beban

Pengujian menggunakan modul surya tipe polycrystalline 50WP kemiringan 30 derajat dalam bidang vertical dengan menggunakan beban lampu led DC 12V/5 watt.



Gambar 3. Skema Instalasi Pengujian Modul Surya dengan Beban



Gambar 4. Pengujian Modul Surya dengan Beban

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Modul Surya Berbeban

Pukul (WIB)	Radiasi(W/m ²)	T.Panel (°C)	V Sel Surya (Volt)	I Sel Surya (Ampere)	P out(W)	Pin(W)	μ %
09:00	104,1	44,1	19,98	1,92	37,663	38,36	10,18%
09:20	91,6	45,7	19,52	1,89	33,14	36,89	11,13%
09:40	101,4	42,2	17,87	1,85	36,686	33,05	9,01%
10:00	106,1	41,2	16,85	1,962	38,386	33,05	8,61%
10:20	110,6	41,6	19,06	1,81	40,015	34,49	8,62%
10:40	114,2	41,3	19,62	1,86	41,317	36,49	8,83%
11:00	117,5	44,2	19,13	1,82	42,511	34,81	8,18%
11:20	111,5	43,1	19,07	1,78	40,34	33,94	8,41%
11:40	104,1	44,1	19,93	1,85	37,663	36,87	9,78%
12:00	101,6	40,1	19,96	1,88	36,758	37,52	10,20%
12:20	110,4	43,2	19,87	1,62	39,942	32,18	8,05%
12:40	115,5	45,2	18,84	1,82	41,787	34,28	8,20%
13:00	106,2	45,1	19,96	1,94	38,423	38,72	10,07%
13:20	105,5	44,4	19,52	1,86	38,169	36,3	9,51%
13:40	105,1	43,3	17,85	1,82	38,025	32,48	8,54%
14:00	104,6	42,4	16,75	1,52	37,844	25,46	6,72%
14:20	103,4	42,5	19,12	1,86	37,41	35,56	9,50%
14:40	102,7	41,3	19,66	1,87	37,156	36,76	9,89%
15:00	1032	41,7	19,15	1,81	37,337	34,66	9,28%
Rata-rata	1063	42,9	19,03	1,82	38,451	34,83	9,09%

Berdasarkan table 1, modul surya menerima besarnya nilai intensitas cahaya yang dihasilkan dari sinar matahari berupa energi foton yang tidak seluruhnya diserap, sebagian energy ada yang dipantulkan tergantung ferkuensi foton dan besar energy yang dibutuhkan untuk pelepasan electron dari ikatan intensitas cahaya matahari terhadap tegangan modul surya pada gambar 4. 2. Dalam pengambilan data sel surya *polycrystalline* dilakukan uji selama 6 jam menghasilkan intensitas cahaya matahari dengan rata-rata sebesar 1063 W/m², hal ini menunjukkan bahwa intensitas cahaya cenderung menurun karena factor cuaca yang tidak menentu banyaknya terjadi hembusan angin dan berawan, dengan rata-rata tegangan yang dihasilkan sebesar 19,03 Volt dan arus yang dihasilkan sebesar 1,82 A.

Untuk mengetahui nilai persentase energi cahaya matahari yang mampu diserap modul surya memerlukan perhitungan nilai efisiensi, akan tetapi terlebih dahulu menentukan daya input dan output, berikut ini persamaan yang digunakan[3].

$$Pin = \text{Intensitas matahari} \times \text{Luas daerah modul} \quad (1)$$

$$\begin{aligned}
 &= 1041 \text{ W/m}^2 \times (67 \text{ cm} \times 54 \text{ cm}) \\
 &= 104,1 \text{ W/m}^2 \times 0,3618 \text{ m}^2 \\
 &= 37,6633 \text{ W}
 \end{aligned}$$

Sedangkan untuk daya output maksimum modul surya dihitung dengan persamaan berikut:

$$P_{out} = V_{oc} \times I_{sc} \times FF \quad (2)$$

$$= V_{oc} \times I_{sc} \frac{V_{mp} \times I_{mp}}{V_{oc} \times I_{sc}}$$

$$= V_{mp} \times I_{mp}$$

$$= 19,98 \times 1,92$$

$$= 38,3616 \text{ W}$$

Sehingga efisiensi diperoleh menggunakan persamaan (3)

$$\begin{aligned}
 \mu &= \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \\
 &= \frac{38,3616}{37,6633} \times 100\% \\
 &= 10,1853 \%
 \end{aligned} \quad (3)$$

Tegangan yang dihasilkan pada sel photovoltaic dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor termasuk intensitas cahaya pada modul surya. Variasi waktu dan kondisi cuaca sangat mempengaruhi tegangan dan kuat arus, pada saat kondisi cuaca cerah maka kuat arus semakin besar pengoptimalisasi pada pukul 12.40 WIB dedangkan waktu terhadap tegangan yaitu waktu semakin siang makna tengangan output yang dihasilkan juga semakin rendah.

B. Pengujian Modul Surya Tidak Berbeban

Dalam pengujian ini metode pengukurannya menggunakan alat ukur multimeter yang terhubung di modul surya. Posisi letak modul surya diletakkan miring. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik modul surya dengan cara mengukur tegangan terbuka (Voc) dan arus hubung singkat (Isc).

Tabel 2. Data Pengujian Modul Surya Tidak Berbeban

Waktu (t)	Radiasi W/m ²	Tegangan Terbuka (V)	Arus Hubung Singkat (A)
10:15	114,6	19,65	1,9
10:20	101,6	17,9	1,89
10:25	92,1	19,41	1,75
10:30	106,4	18,76	1,71
10:35	103,1	18,8	1,89
10:40	100,9	18,33	1,88
10:45	113,6	19,43	1,67
10:50	114,9	19,66	1,98
10:55	106,2	18,55	1,82
11:00	92,7	17,42	1,77

Tegangan output modul surya ini yang dihasilkan sangat berpengaruh terhadap temperature suhu di lingkungan penelitian ini, sehingga tegangan juga akan menurun. Untuk tegangan terbuka yang terukur sesuai dengan spesifikasi yang terdapat pada modul surya. Intensitas cahaya yang dihasilkan semakin tinggi, maka tegangan terbuka juga nilainya semakin meningkat. Intensitas cahaya matahari terhadap arus hubung singkat (Isc) tertinggi terukur sebesar 1,98 A dengan nilai intensitas cahaya matahari 114,9 W/m², maka semakin besar nilai intensitas cahaya matahari maka nilai arus hubung singkat juga semakin besar.

C. Pengujian Pengisian Baterai/Aki

Pengujian disini dilakukan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan Pengisian baterai dengan kapasitas 12V 7,2 Ah dan observasi dilakukan setiap 15 menit. Di bawah ini merupakan data observasi pada waktu pengisian, yang terjadi pada siang hari mulai jam tersebut 09.00 hingga baterai penuh.

Diketahui:

$$\begin{aligned}
 \text{Baterai } 12\text{V } 7,2 \text{ Ah} &= 7,2 \text{ A/Jam} \\
 \text{Daya (P)} &= \text{Tegangan (V)} \times \text{Arus (I)} \\
 &= 12 \times 7,2 \\
 &= 86,4 \text{ Watt/jam}
 \end{aligned}$$

- Panel Surya 50WP = 50 Watt/Jam
 Waktu = 86,4 W / 50
 W = 1,728 Jam

Jadi, pengisian daya baterai kosong hingga batrai penuh membutuhkan waktu 1,44 Jam.

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Pengisian Baterai

Waktu	Status	Tegangan	Arus	Watt
09:00	Cerah	3,0	13,1	39,3
09:15	Berawan	2,4	12,3	29,52
09:30	Cerah	2,9	12,9	37,41
09:45	Cerah	3,7	13,2	48,84
10:00	Cerah	4,1	11,9	48,79
10:15	Cerah	3,9	9,4	46,06
10:30	Mendung	0,7	12,5	8,75
10.45	berawan	2,6	12,5	32,5
Rata-rata Daya Perjam				36,39



Gambar 5. Pengujian Pengisian Batrai

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dapat dianalisa kinerja dari alat modul surya ini. Pengujian yang pertama dilakukan adalah pengujian modul surya berbeban, dalam pengambilan data ini menggunakan sel surya *polycrystalline* dilakukan pengujian selama 6 jam dan menghasilkan intensitas cahaya matahari dengan rata-rata sebesar 1063 W/m², hal tersebut menunjukkan bahwa intensitas cahaya cenderung menurun dikarenakan faktor dari cuaca di lingkungan penelitian. Faktor cuaca tersebut meliputi cuaca yang tidak menentu banyaknya hembusan angin dan berawan, dengan rata-rata tegangan yang dihasilkan sebesar 19,03 Volt dan arus yang dihasilkan sebesar 1,82 A.

Pengujian kedua yaitu pengujian modul surya tidak berbeban, tegangan output modul surya ini sangat dipengaruhi oleh temperature suhu dilingkungan penelitian, sehingga tegangan yang dihasilkan akan menurun. Intensitas cahaya matahari semakin tinggi, maka tegangan terbuka juga semakin meningkat. Intensitas cahaya matahari terhadap arus hubung singkat (*I_{sc}*) tertinggi terukur sebesar 1,98 A dengan nilai intensitas cahaya matahari 114,9 W/m².

Pengujian ketiga yaitu pengujian Pengisian Baterai/Aki dilakukan pukul 09.00 hingga pukul 10.45 lama pengisian daya yaitu 1,7 jam dan daya yang dihasilkan rata-rata 36,39 watt.

V. Daftar Pustaka

- [1] D. Mulyani and D. Hartono, "Pengaruh Efisiensi Energi Listrik Pada Sektor Industri Dan Komersial Terhadap Permintaan Listrik Di Indonesia," *J. Ekon. Kuantitatif Terap.*, P. 1, 2018, Doi: 10.24843/Jekt.2018.V11.I01.P01.
- [2] P. Harahap, M. Adam, and Balisranislam, "Implementasi Trainer Kit Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Pengembangan Media Pembelajaran Instalasi Listrik," *Abdi Sabha*
- [3] *J. Pengabd. Kpd. Masy.*, Vol. 2, No. 2, Pp. 198–205, 2021, [Online]. Available: [Http://jurnal.ceredindonesia.or.id/index.php/jas/article/view/263/277](http://jurnal.ceredindonesia.or.id/index.php/jas/article/view/263/277)
- [4] N. Fithri and C. H. D. Kusmindari, "Desain Solar Cell Trainer Dengan Analisis Morfologi," Vol. 19, No. April, Pp. 68–80, 2022.
- [5] P. Harahap, "Implementasi Karakteristik Arus Dan Tegangan Plts Terhadap Peralatan Trainer Energi Baru Terbarukan," *Semin. Nas. Tek. Uisu*, Vol. 2, No. 1, Pp. 152–157, 2019.
- [6] P. Surya and I. O. Things, "Rancang Bangun Trainer Plts Dengan Sistem Off Grid Sebagai Media Pembelajaran Di Politeknik Penerbangan," Pp. 1–7, 2022.
- [7] Y. A. Rahman, M. Pamuso, R. Fauzi, and A. Siswanto, "Performansi Grid Tie Inverter Dengan Variasi Pembebanan Pada Pv-On Grid Module Trainer," *Elkomika J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, Vol. 10, No. 2, P. 287, 2022, Doi: 10.26760/Elkomika.V10i2.287.
- [8] M. Alfarizi *Et Al.*, "Analisis Kinerja Plts 200wp Secara Realtime Menggunakan Iot Analysys Of Plts 200wp Performance In Realtime Using Iot," Vol. 8, No. 1, Pp. 71–76, 2023.
- [9] P. Pawitra, T. Dharma, M. F. Zambak, and P. Harahap, "Analisa Radiasi Sinar Matahari Terhadap Panel Surya 50 Wp," Vol. 4, No. 1, Pp. 48–54, 2021. "No Title," Pp. 1–11, 2004.
- [10] M. Umar and Mukhlisin, "Rancang Bangun Trainer Kit Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts)," *J. Electr. Eng.*, Vol. 1, No. 2, Pp. 50–53, 2020, [Online]. Available: [Http://repository.polmanbabel.ac.id/id/eprint/95/1/Rancang Bangun Trainer Kit Sistem Pembangkit.pdf](http://repository.polmanbabel.ac.id/id/eprint/95/1/Rancang%20Bangun%20Trainer%20Kit%20Sistem%20Pembangkit.pdf)
- [11] P. Akhir And Y. Rhavina, "Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dan," 2019.
- [12] R. K. Sidiq, J. T. Elektro, F. Teknik, And U. Jember, "Sistem Pengisi Baterai Mobil Listrik Berbasis Mikrokontroler Atmega16 Sistem Pengisi Baterai Mobil Listrik Berbasis," 2015.