

Perancangan Sistem *Dual Tracker* Untuk Mencari Kondisi Optimal Modul *Photovoltaic*

Siti Fatimatus Zahroh¹, Donny Radianto², Muhammad Khairuddin³

e-mail: fatimatuszahroh18@gmail.com, donny.radianto@polinema.ac.id, khairuddin@polinema.ac.id

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Jalan Soekarno Hatta No.9 Malang, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diterima 8 November 2022

Direvisi 30 Maret 2023

Diterbitkan 31 Mei 2023

Kata kunci:

Photovoltaic

Photodiode

Dual Tracker

Keywords:

Photovoltaic

Photodiode

Dual Tracker

ABSTRAK

Indonesia memiliki potensi energi surya sangat besar yaitu sekitar 4.8KWh/m² atau sebanding dengan 112.000 GWp, akan tetapi yang sudah dimanfaatkan baru sekitar 10MWp. Maka dari itu energi surya merupakan energi alternatif yang banyak dikembangkan, karena jumlahnya yang tidak terbatas dan penggunaannya yang ramah lingkungan. Cahaya matahari dapat diubah menjadi energi listrik menggunakan sel surya atau photovoltaic. Pada umumnya sel surya atau *photovoltaic* yang terpasang hanya berorientasi ke satu arah saja, sehingga kurang optimal untuk menyerap cahaya matahari. Salah satu cara untuk mengoptimalkan penyerapan energi matahari pada *photovoltaic* adalah dengan selalu menempatkan bidang modul *photovoltaic* selalu tegak lurus dengan arah datangnya sinar matahari sehingga menyerap lebih banyak cahaya. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat sistem *dual tracker* agar *photovoltaic* otomatis mengikuti arah datangnya cahaya matahari. Sistem *dual tracker* ini menggunakan sensor cahaya photodiode agar mampu bergerak mengikuti arah cahaya matahari dan dapat mencari kondisi optimal, sehingga daya output yang dihasilkan dapat maksimal. Dari pengujian sistem *dual tracker* ini menghasilkan sistem *tracker* yang mampu bergerak mengikuti cahaya matahari, dan mendeteksi kondisi optimal sesuai karakteristik *photovoltaic*. Selisih energi yang didapatkan dari pengujian sistem statis dan *tracker* sebesar 142Wh yang artinya dapat meningkatkan efisiensi energi sebesar 97% dari penggunaan statis terhadap *tracker*.

ABSTRACT

Indonesia has a very large potential for solar energy, which is around 4.8KWh/m² or equivalent to 112,000 GWp, but only about 10MWp has been utilized. Therefore, solar energy is an alternative energy that is widely developed, because of its unlimited number and environmentally friendly use. Sunlight can be converted into electrical energy using solar cells or photovoltaic. In general, the installed solar or photovoltaic cells are only oriented in one direction, so that they are less optimum for absorbing sunlight. One way to optimize the absorption of solar energy in photovoltaic is to always place the photovoltaic module plane perpendicular to the direction of the sun's rays so it absorbs more light. The aim of this research is made a dual tracker system so that the photovoltaic automatically follows the direction of the sun's rays. This dual tracker system uses a photodiode light sensor to be able to follow the sunlight and can find optimal conditions, so that the output power generated can be maximized. From testing this dual tracker system, it resulted tracker system can follow the sunlight, and detects optimal conditions according to photovoltaic characteristics. The difference in energy obtained from testing the static system and tracker is 142Wh, which means it can increase energy efficiency by 97% from static use of the tracker.

Penulis Korespondensi:

Siti Fatimatus Zahroh,

Jurusan Teknik Elektro



Politeknik Negeri Malang
Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Jawa Timur, Indonesia, 65141
Email: fatimatusszahroh18@gmail.com
Nomor HP/WA aktif: +62 813-9135-8244

1. PENDAHULUAN

Potensi energi surya di Indonesia sangat besar yaitu sekitar 4.8 KWh/m² atau setara dengan 112.000 GWp, tetapi yang telah dimanfaatkan baru sekitar 10 MWp. Saat ini, pemerintah sudah menerbitkan *roadmap* pemanfaatan energi surya dengan tujuan meningkatkan kapasitas PLTS yang terpasang sebesar 0.87 GW atau sekitar 50 MWp/tahun pada tahun 2025. Angka ini merupakan gambaran potensi pasar yang signifikan untuk pengembangan energi surya di masa depan. Pemanfaatan energi matahari sebagai sumber energi alternatif untuk mengatasi krisis energi yang terjadi sejak tahun 1970-an khususnya minyak bumi telah mendapat perhatian yang cukup besar di banyak negara di dunia. Selain jumlahnya yang tidak terbatas, penggunaannya juga tidak menimbulkan pencemaran yang dapat merusak lingkungan. Cahaya atau sinar matahari dapat diubah menjadi listrik menggunakan sel surya atau *photovoltaic*. [1]

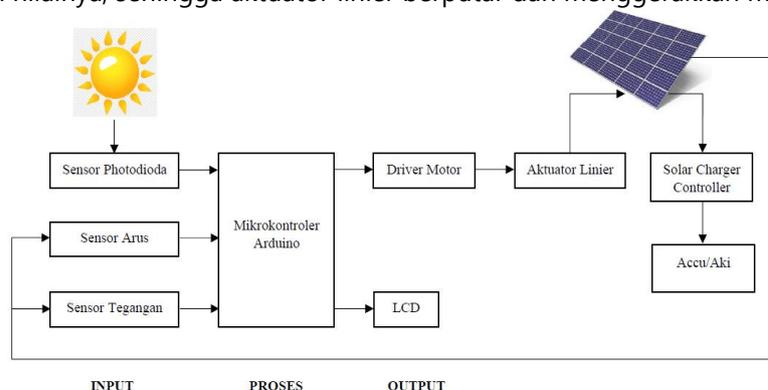
Energi listrik yang dihasilkan oleh *photovoltaic* bergantung dengan beberapa faktor yaitu bahan yang digunakan, intensitas cahaya matahari, suhu dan posisi *photovoltaic* terhadap arah datangnya sinar matahari. Biasanya, penampang dari modul sel surya terpasang menghadap ke satu arah saja. Karena gerak semu harian matahari mengakibatkan matahari mengalami posisi yang berubah- ubah setiap harinya. Sehingga modul sel surya tidak selalu menerima intensitas cahaya yang maksimal, sehingga mengakibatkan listrik yang dihasilkan juga kurang maksimal. Berdasarkan permasalahan kurang optimalnya energi listrik yang dihasilkan, maka dirancang sistem *dual tracker* yang secara otomatis menggerakkan panel surya tegak lurus dengan arah datangnya matahari.

Ada beberapa sistem *tracking* panel surya yang telah dirancang sebelumnya diantaranya yaitu penelitian yang melakukan studi bagaimana cara untuk membuat sistem *single tracking* yang bisa menggerakkan bidang penampangnya mendekati sejajar dengan arah datangnya cahaya matahari dan menggunakan sensor LDR sebagai sensor cahayanya. [2] Disisi lain ada yang melakukan studi bagaimana merancang *prototype solar tracker* dua sumbu menggunakan Arduino nano. [3] Selain itu beberapa penelitian melakukan studi bagaimana merancang *solar tracking dual axis* menggunakan motor dc sebagai penggerakannya. [4] [5] Sejalan dengan informasi tersebut, maka pada penelitian ini mengembangkan rancang bangun sistem *dual tracker* dengan menggunakan photodiode sebagai sensor cahaya, Arduino uno r3 sebagai mikrokontroler dan aktuator linier sebagai penggerak. Sehingga dapat mengoptimalkan arah modul *photovoltaic* mengikuti posisi arah datangnya cahaya matahari yang berubah – ubah. Hasil dari rancang bangun alat ini diharapkan dapat mendeteksi posisi yang optimal pada modul *photovoltaic* berdasarkan karakteristik *photovoltaic*.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Diagram Blok Sistem

Dari diagram blok pada gambar 1, dapat dilihat bahwa sensor photodiode berfungsi untuk mendeteksi cahaya matahari yang paling tinggi nilainya, sehingga aktuator linier berputar dan menggerakkan modul *photovoltaic*.



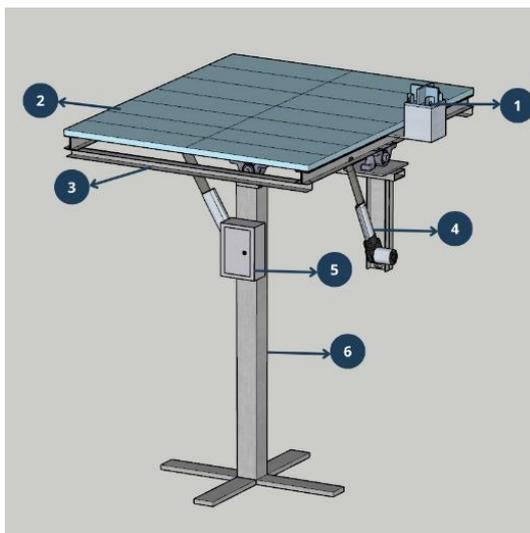
Gambar 1: Diagram Blok Sistem



2.2 Cara Kerja Sistem

Pada penelitian ini dibuat sistem *dual tracker*, alat ini dirancang menggunakan photodiode sebagai sensor untuk mengikuti arah datangnya cahaya matahari secara otomatis. Menggunakan mikrokontroler Arduino uno sebagai pengolah data yang diperoleh dari sensor photodiode dan memberi input ke driver motor untuk menggerakkan aktuator linier. Kemudian aktuator linier tersebut akan menggerakkan modul *photovoltaic* mengarah ke sensor photodiode yang paling tinggi nilainya, apabila sudah mengarah ke sensor tersebut maka aktuator linier akan berhenti bergerak. Untuk sensor arus dan tegangan difungsikan sebagai pendeteksi nilai arus dan tegangan pada modul *photovoltaic*, yang nantinya akan diproses oleh mikrokontroler Arduino uno kemudian ditampilkan pada LCD.

2.3 Perancangan Mekanik



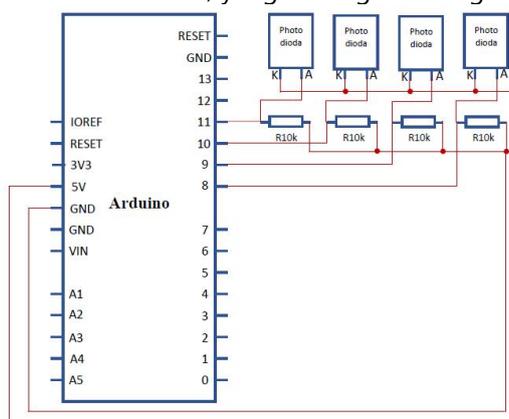
Gambar 2: Perancangan Mekanik

Pada gambar 2 ditunjukkan perancangan mekanik dari alat ini, yang terdiri dari beberapa bagian yaitu:

1. Sensor photodiode
2. Modul *Photovoltaic*
3. Penampang modul *photovoltaic*
4. Aktuator Linier
5. *Box Panel*
6. Tiang Penyangga

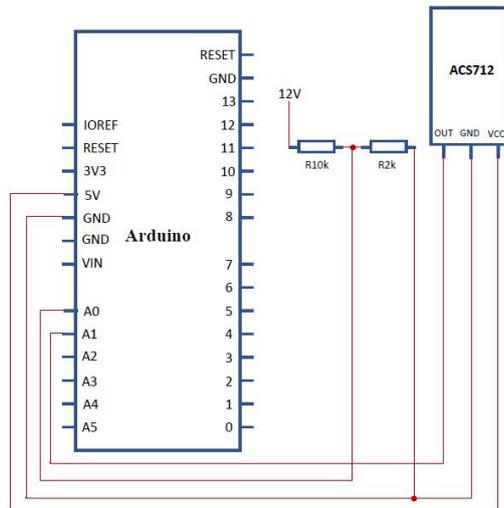
2.4 Perancangan Elektronik

Pada perancangan elektronik akan ditunjukkan pengkabelan dan konfigurasi antara pin Arduino dengan sensor photodiode, Arduino dengan ACS712, Arduino dengan Pembagi Tegangan dan Arduino dengan Aktuator linier yang merupakan komponen bagian dari sistem *dual tracker*, yang masing – masing ditunjukkan pada gambar 3,4,5 dan 6.

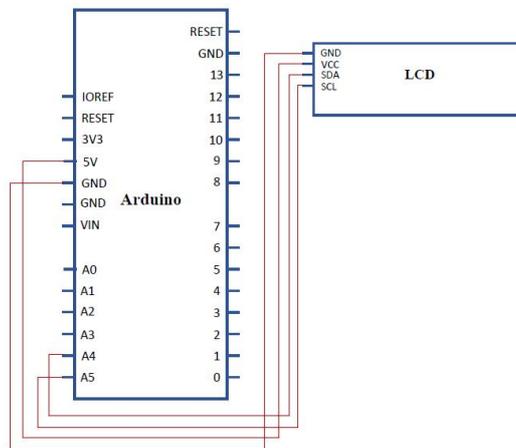


Gambar 3: Rangkaian Sensor Photodiode

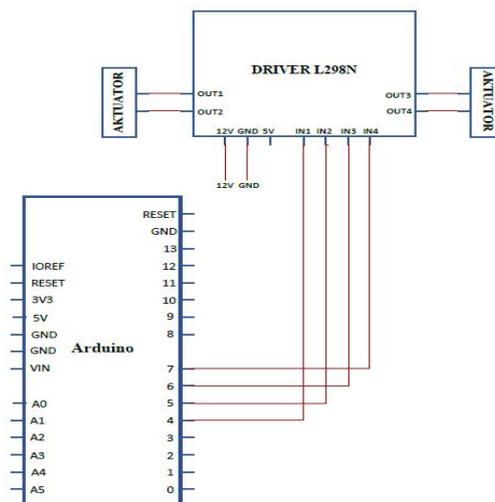




Gambar 4: Rangkaian ACS712 dan Pembagi Tegangan



Gambar 5: Rangkaian LCD

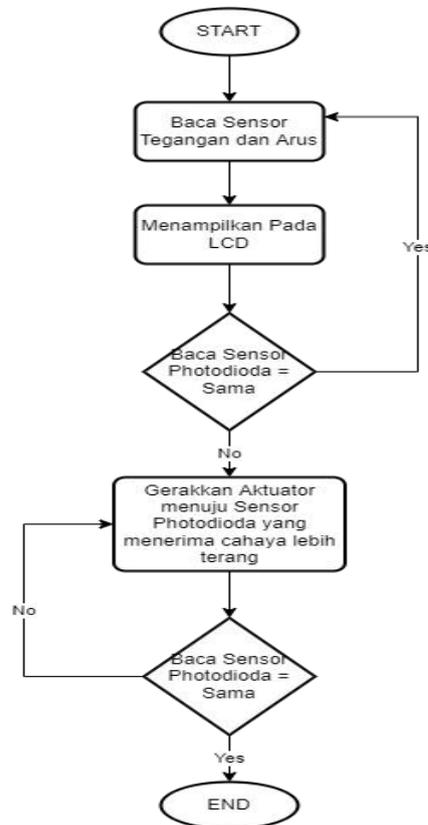


Gambar 6: Rangkaian Aktuator Linier



2.6 Perancangan Software

Pada gambar 7 di bawah ini dapat kita lihat bahwa urutan sistem ini yaitu di mulai dari pembacaan sensor arus dan tegangan kemudian ditampilkan pada LCD. Selanjutnya yaitu pembacaan sensor photodiode apakah cahaya yang diterima oleh keempat sensor photodiode sama atau tidak. Jika sama maka akan kembali ke pembacaan sensor dan tegangan, apabila salah satu photodiode menerima cahaya matahari yang lebih terang maka aktuator akan berputar dan menggerakkan modul *photovoltaic* ke arah sensor photodiode yang menerima cahaya yang lebih terang. Setelah itu, pada saat sensor photodiode sudah menerima cahaya yang sama maka aktuator akan berhenti bergerak.



Gambar 7: Flowchart Sistem

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sistem dapat dilihat pada gambar 8 dan 9, yang dilakukan dengan membandingkan antara modul *photovoltaic* dalam keadaan statis (diam) pada sudut 0° dan dalam keadaan *tracker* (bergerak). Ini bertujuan untuk melihat apakah sistem yang telah dibuat dapat mencari kondisi optimal modul *photovoltaic* pada jam – jam tertentu dan memaksimalkan *output* daya. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada tabel I dan gambar 10.





Gambar 8: Pengujian Sistem Keadaan Statis

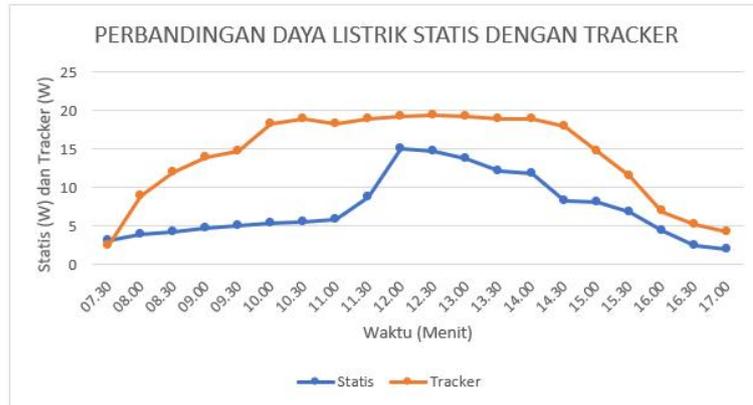


Gambar 9: Pengujian Sistem Keadaan *Tracker*

TABEL I : PENGUJIAN SISTEM KEADAAN STATIS DAN TRACKER

Pengujian Sistem Keadaan Statis				Pengujian Sistem Keadaan Tracker			
Waktu	V (Volt)	I (Ampere)	P (Watt)	Waktu	V (Volt)	I (Ampere)	P (Watt)
07.30	12,84	0,24	3,08	07.30	14,15	0,61	8,63
08.00	14,36	0,27	3,87	08.00	14,17	0,63	8,92
08.30	14,36	0,30	4,30	08.30	14,15	0,85	12,02
09.00	14,56	0,33	4,80	09.00	14,48	0,96	13,90
09.30	14,57	0,35	5,09	09.30	14,23	1,03	14,65
10.00	14,57	0,37	5,39	10.00	14,48	1,26	18,24
10.30	14,57	0,38	5,53	10.30	14,48	1,30	18,82
11.00	14,57	0,40	5,82	11.00	14,44	1,26	18,19
11.30	14,56	0,60	8,73	11.30	14,58	1,30	18,95
12.00	14,58	1,03	15,01	12.00	14,58	1,32	19,24
12.30	14,58	1,01	14,72	12.30	14,59	1,33	19,40
13.00	14,32	0,96	13,74	13.00	14,58	1,32	19,24
13.30	14,25	0,85	12,11	13.30	14,55	1,30	18,91
14.00	13,97	0,85	11,87	14.00	14,53	1,30	18,89
14.30	13,82	0,60	8,29	14.30	14,34	1,25	17,92
15.00	13,62	0,60	8,17	15.00	14,32	1,03	14,75
15.30	13,55	0,50	6,77	15.30	14,29	0,80	11,43
16.00	13,30	0,33	4,38	16.00	13,80	0,50	6,90
16.30	11,44	0,21	2,40	16.30	12,95	0,40	5,18
17.00	10,80	0,18	1,94	17.00	12,80	0,33	4,22
Total Energi Listrik			146 Wh	Total Energi Listrik			288 Wh





Gambar 10: Grafik Perbandingan Daya Listrik Statis Dengan Tracker

3.1 Perhitungan

Dari yang diperoleh melalui hasil pengujian, maka selanjutnya dilakukan perhitungan daya, serta perhitungan peningkatan daya dan arus listrik yang dihasilkan antara sistem dalam keadaan statis dan keadaan *tracker*.

Untuk menghitung daya yang dihasilkan yaitu:

a. Sistem dalam keadaan statis

$$\begin{aligned}
 P &= V \times I \\
 &= 14,22 \times 1 \\
 &= 14,22 \text{ W}
 \end{aligned} \tag{1}$$

b. Sistem dalam keadaan *tracker*

$$\begin{aligned}
 P &= V \times I \\
 &= 13,85 \times 0,51 \\
 &= 7,06 \text{ W}
 \end{aligned} \tag{2}$$

Untuk menghitung persentase arus dan daya listrik yaitu:

$$\begin{aligned}
 \text{a. Arus} &= (\text{Arus Tracker} - \text{Arus Statis}) / (\text{Arus Tracker}) \times 100\% \\
 &= (1 - 0,51) / 1 \times 100\% = 49\%
 \end{aligned} \tag{3}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. Daya} &= (\text{Daya Tracker} - \text{Daya Statis}) / (\text{Daya Tracker}) \times 100\% \\
 &= (14,22 - 7,06) / 14,22 \times 100\% = 50\%
 \end{aligned} \tag{4}$$

Dari perhitungan diatas didapat selisih arus dan daya antara sistem dalam keadaan statis dengan dalam keadaan *tracker*, yaitu selisih arus sebesar 49% dan selisih daya sebesar 50%. Berdasarkan Gambar 10 dan Tabel I di atas, menunjukkan total energi listrik yang dihasilkan yaitu dalam keadaan statis sebesar 146Wh dan dalam keadaan *tracker* sebesar 288Wh selama 10,5 jam dengan 20 kali data pengujian. Energi tersebut mempunyai selisih sebesar 142Wh, atau dengan presentase perhitungan:

$$\text{Perhitungan Persentase Energi} = \frac{E_s}{E_{tot}} \times 100\% \tag{5}$$

Dimana E_s adalah selisih energi yang nilainya 142Wh kemudian dibagi dengan E_{tot} yaitu total energi yang dihasilkan oleh sistem pada saat statis dengan nilai 146Wh, kemudian dari hasil tersebut dikalikan dengan 100% yang sama dengan 97%. Jadi, dengan pemakaian *tracker* dapat meningkatkan efisiensi energi sebesar 97% dari penggunaan statis terhadap *tracker*.

4. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan, pembuatan alat dan pengujian alat sistem dual *tracker* sudah dilakukan, bisa disimpulkan bahwa sistem *dual tracker* sudah dapat memposisikan bidang modul *photovoltaic* mengikuti arah



datangnya cahaya matahari dan mencari kondisi optimal. Pengujian sistem statis dan tracker menghasilkan total energi listrik yaitu dalam keadaan statis sebesar 146Wh dan dalam keadaan tracker sebesar 288Wh. Energi tersebut mempunyai selisih sebesar 142Wh dan dapat meningkatkan efisiensi energi sebesar 97% dari penggunaan statis terhadap tracker.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. E. D. S. D. MINERAL, "Matahari Untuk PLTS di Indonesia," KEMENTERIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL, 19 June 2012. [Online]. Available: <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/matahari-untuk-plts-di-indonesia>. [Accessed 16 July 2022].
- [2] D. E. Myori, R. Mukhaiyar and E. Fitri, "Sistem Tracking Cahaya Matahari pada Photovoltaic," *Jurnal Inovasi Vokasional dan Teknologi*, vol. 19, pp. 9-16, 2019.
- [3] J. Asmi and O. Candra, "Prototype Solar Tracker dua sumbu berbasis Microcontroller Arduino Nano dengan sensor LDR," *JURNAL TEKNIK ELEKTRO DAN VOKASIONAL*, vol. 06, pp. 54-63, 2020.
- [4] R. Syafrialdi and W. , "RANCANG BANGUN SOLAR TRACKER BERBASIS MIKROKONTROLER ATmega8535 DENGAN SENSOR LDR DAN PENAMPIL LCD," *Jurnal Fisika Unand*, vol. 4, pp. 113-122, 2015.
- [5] H. Zuddin and S. I. Haryudo, "PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM INSTALASI SOLAR TRACKING DUAL AXIS UNTUK OPTIMASI PANEL SURYA," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 8, pp. 563-570, 2019.
- [6] A. V. Fadilla, M. A. H. Prakoso, N. M. N. Hidayat and A. Hermawan, "Rancang Bangun Passive Photovoltaic 50 Wp Di Laboratorium Energi Terbarukan Politeknik Negeri Malang," *Jurnal Sistem Kelistrikan*, vol. 7, pp. 21-26, 2020.
- [7] P. P. T. D. Priatam, M. F. Zambak, S. and P. Harahap, "Analisa Radiasi Sinar Matahari Terhadap Panel Surya 50 WP," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 4, pp. 48-54, 2021.
- [8] A. Shodiqin and A. Yani, "ANALISA CHARGING TIME SISTEM SOLAR CELL MENGGUNAKAN PENCARI ARAH SINAR MATAHARI YANG DILENGKAPI DENGAN PEMFOKUS CAHAYA," *Jurnal Teknik Mesin Univ. Muhammadiyah Metro*, vol. 5, pp. 1-7, 2016.
- [9] R. AR, G. N and C. B, "Analisa Performansi dan Monitoring Solar Photovoltaic System (SPS) Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Tuban Jawa Timur," *JURNAL TEKNIK POMITS*, pp. 1-8, 2014.
- [10] Y. W. J. Kusuma, N. Soedjarwanto, A. Trisanto and D. Despa, "Rancang Bangun Penggerak Otomatis Panel Surya Menggunakan Sensor Photodiode Berbasis Mikrokontroler Atmega 16," *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, vol. 9, pp. 12-20, 2015.
- [11] B. H. Purowoto, M. A. F and I. F. Huda, "EFISIENSI PENGGUNAAN PANEL SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 18, pp. 10-14, 2018.
- [12] P. Gunoto and S. Sofyan, "PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA 100 Wp UNTUK PENERANGAN LAMPU DI RUANG SELASAR FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS RIAU KEPULAUAN," *Sigma Teknika*, vol. 3, pp. 90-106, 2020.

