

ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN SISTEM PELACAK MATAHARI DAN LENS A FRESNEL TERHADAP DAYA KELUARAN PADA PANEL SURYA

¹Bambang Riyanto.²Ahmad Rofii

¹ Program Studi Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta, 14350

² Program Studi Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta, 14350

e-mail: rbambang99@yahoo.com^[1]rofii.rofii@gmail.com^[2]

Abstrak

Energi tidak bisa dipisahkan dari kehidupan manusia, seperti energi listrik misalnya. Energi listrik alternatif pengganti bahan bakar fosil contohnya energi surya. Panel surya yang terpasang selama ini masih bersifat diam (statis) sehingga menghasilkan daya yang kurang maksimal. Pada tugas akhir skripsi ini akan dirancang desain dan analisis panel surya dengan efisiensi menggunakan sistem tracking dan penambahan lensa fresnel yang diharapkan dapat menambah jumlah radiasi matahari yang jatuh pada permukaan panel surya sehingga bisa menambah daya keluaran panel surya. Jadwal pengambilan data dilakukan dari jam 09.00 sampai jam 16.00. Metode pengujian ada 3 yaitu panel surya sistem tracking tanpa lensa fresnel, panel surya sistem tracking dengan lensa fresnel 18 cm, panel surya sistem tracking dengan lensa fresnel 3 cm. Dari ketiga metode percobaan tersebut didapat bahwa metode pertama yaitu panel surya sistem tracking tanpa lensa fresnel mendapat nilai tertinggi dengan rata-rata daya keluaran sebesar 10,68 Watt dengan rata-rata efisiensi sebesar 16,53 %.

Kata Kunci : Panel Surya, Sistem *Tracking*, Lensa Fresnel

Abstract

Energy cannot be separated from human life, such as electrical energy for example. Alternative electrical energy is a substitute for fossil fuels, for example solar energy. The solar panels that have been released so far are still static (static) so as to produce less power. In the final project, this paper will design solar panel design and analysis with efficiency using a tracking system and the addition of Fresnel lenses which are expected to increase the amount of solar radiation that falls on the solar panel surface so that it can increase the output power of solar panels. The schedule for data collection is carried out from 09.00 to 16.00. There are 3 test methods, namely tracking system solar panel without Fresnel lens, solar tracking system with 18 cm fresnel lens, tracking system solar panel with 3 cm fresnel lens. From the three experimental methods, it was found that the first method, namely the solar tracking system without the Fresnel lens got the highest value with an average output power of 10.68 Watt with an average efficiency of 16.53%.

Key word : Solar Panels, Tracking Systems, Fresnel Lenses

Tanggal Terima Naskah : 25 September 2019

Tanggal Persetujuan Naskah : 20 Desember 2019

Tanggal Diterbitkan : 07 Februari 2020

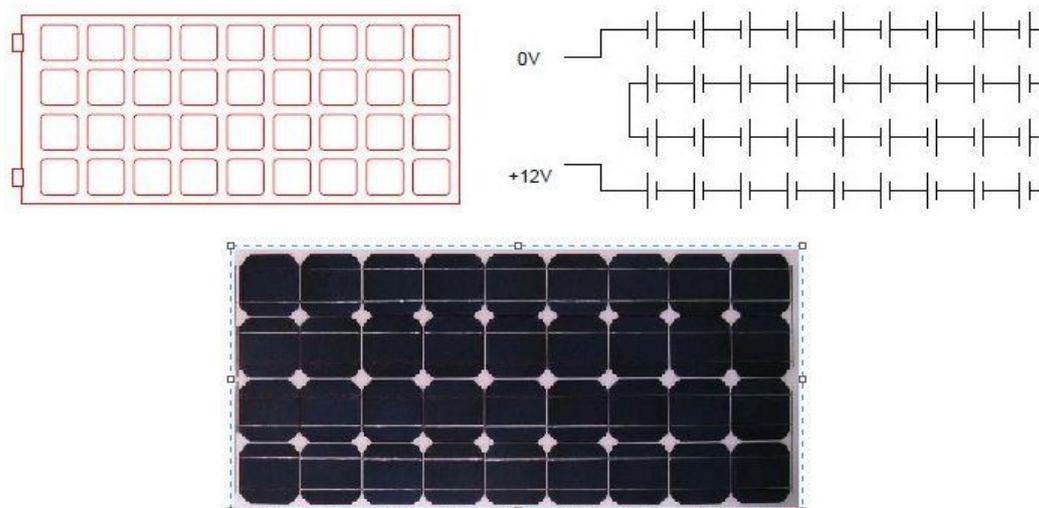
1. PENDAHULUAN

Sejak tahun 2014, pertumbuhan pemanfaatan energi terbarukan sudah 8% dari seluruh total energi yang ada. Sedangkan mengacu Peraturan Pemerintah No 79/2014 tentang kebijakan Energi Nasional, energi terbarukan ditargetkan mencapai 23% pada tahun 2025. Dalam perkembangan teknologi saat ini kebutuhan daya listrik semakin besar, seperti halnya di Indonesia sebagai negara berkembang sedang melakukan pembangunan infrastruktur secara besar-besaran dan juga banyaknya kebutuhan masyarakat yang semakin meningkat akan penambahan daya listrik. Terlebih lagi akan diterapkannya *smart grid system* di Indonesia [1] Energi alternatif atau energi terbarukan sebagai pengganti bahan bakar fosil untuk wilayah Indonesia yang cocok yaitu energi surya. Potensi energi matahari sendiri dapat berubah kedudukannya dipermukaan bumi, namun perubahan tersebut tergantung dengan kondisi atmosfer, dan tempat (garis lintang) serta waktu (hari dalam tahun dan jam dalam hari). Dengan potensi energi matahari yang cukup besar maka dapat dimanfaatkan secara langsung dengan membiarkan objek pada radiasi matahari dengan menggunakan peralatan kolektor dan konsetrator surya [2]. Berdasarkan peta isolasi matahari, wilayah Indonesia memiliki intensitas radiasi harian matahari sebesar $4,8 \text{ kW/m}^2$ per hari [3]. Menurut keterangan dari Ketua Umum Asosiasi Industri Perlampuan Listrik Indonesia (Aperlindo) Jhon Manoppo mengatakan, Indonesia memiliki potensi energi surya sebesar $4,8 \text{ Kwh/m}^2$ atau setara dengan 112.999 giga watt peak (GWP). Potensi ini sepuluh kali lipat dari potensi yang dimiliki Jerman dan sebagian besar negara di kawasan Eropa.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Struktur Panel Surya

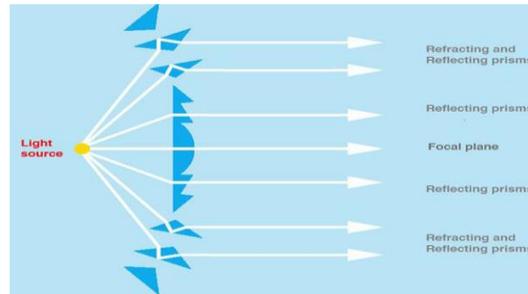
Panel surya adalah perangkat dengan dua terminal atau sambungan, dimana saat kondisi gelap atau tidak cukup cahaya berfungsi sebagai dioda. Saat disinari satu sel surya biasanya menghasilkan tegangan dc sebesar 0,5 sampai 1 volt dan arus terbuka (I_{sc}) sebesar 0,65 milliampere per cm^2 . Besar arus dan tegangan ini tidak cukup untuk membangkitkan perangkat listrik, sehingga umumnya jumlah sel surya disusun secara seri membentuk modul surya. Satu modul surya biasanya terdiri dari 28-36 sel surya.



Gambar 1. Panel surya 28-36 sel surya dirangkai seri
(sumber : “The Physics of Solar Cell”, Jenny Nelson)

1.1 2.2 Lensa Fresnel

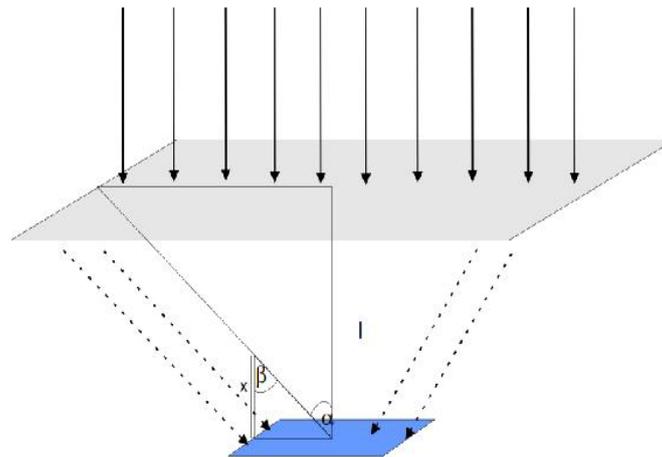
Lensa fresnel merupakan lensa-lensa cembung yang didesain sedemikian rupa. Sifat lensa fresnel menyebarkan cahaya yang membuat bayangan nyata, tegak, dan diperbesar pada sisi ruang empat. Hal itu menyebabkan penyebaran cahaya pada ruang empat luar lensa (Aulia Syahbana Anhar, 2017).



Gambar 2. Sistem Kerja Lensa Fresnel

Lensa Fresnel adalah lensa yang mempunyai sifat seperti kaca pembesar yang berfungsi untuk memfokuskan sinar matahari. Lensa ini tahan terhadap sinar ultraviolet dan memiliki permukaan yang berbeda (cekung dan cembung dibaliknya). Bahannya dapat dibuat dari kaca maupun plastik. Sudut Fresnel yang benar akan mentransfer cahaya maksimum dengan target terfokus dan lensa dapat menyerap energi matahari sekitar 25% lebih kuat daripada lensa/kaca biasa.

. Jarak ideal antara lensa fresnel dan panel surya seperti pada gambar 2.20 untuk mengetahui jarak optimal lensa dan panel surya dapat menggunakan persamaan sebagai berikut [4] :



Gambar 3. Jarak optimal lensa dan panel surya

Persamaan :

$$\tan \alpha = \tan \beta$$

$$\frac{\frac{1}{2} P.lensa}{l} = \frac{\frac{1}{2} P.panel}{(l-x)}$$

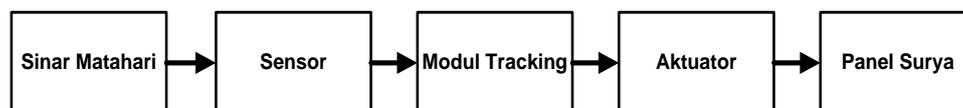
Keterangan : P.lensa = Panjang lensa

P.panel = Panjang panel
 l = Jarak fokus lensa
 x = Jarak lensa ke panel

2.3 Sistem Pelacak Matahari (Tracking)

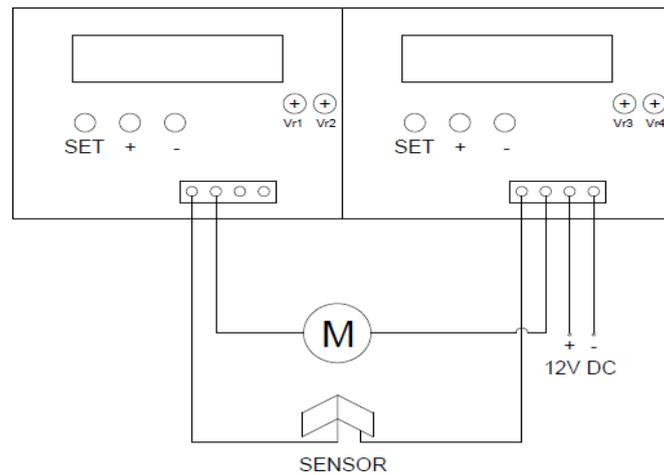
Sistem *Tracking* adalah komponen tambahan pada panel surya yang terdiri dari motor driver berfungsi untuk menggerakkan panel surya tegak lurus dengan datangnya sinar matahari. Karena posisi matahari dilangit berubah seiring dengan musim dan waktu dari pagi ke malam. Banyak tipe dari *tracking* ini, diantaranya adalah *tracking* dengan sensor cahaya, *tracking* berdasarkan waktu dan *tracking* yang digerakan secara manual. Pada penelitian ini digunakan *tracking* dengan sensor cahaya.

Sensor ini lah digunakan pada *tracking* yang berfungsi untuk membuat posisi panel surya atau solar cell selalu tegak lurus dengan arah datangnya sinar matahari. Dengan sinar matahari selalu tegak lurus dengan solar cell maka akan meningkatkan daya listrik yang dihasilkan. Sensor cahaya matahari akan mengirimkan sinyal pada kontroler, ketika kontroler mendapat perintah maka kemudian akan diteruskan pada aktuator yang akan bergerak menaikkan atau menurunkan kerangka *tracking* yang digunakan sebagai penyangga panel surya.



Gambar 4. Skema kerja Penjejak Matahari (Tracking)

Pada gambar 2.21 Menjelaskan skema kerja dari panel surya dengan pelacak matahari. Ketika terkena sinar matahari sensor cahaya akan bekerja dan akan mengirimkan sinyal ke modul *tracking* selanjutnya motor pada aktuator bergerak dan akan berhenti ketika posisi sinar matahari sudah di tengah dari sensor cahaya sehingga panel surya akan menghadap tegak lurus dengan datangnya sinar matahari.



Gambar 5. Rangkaian sistem tracking

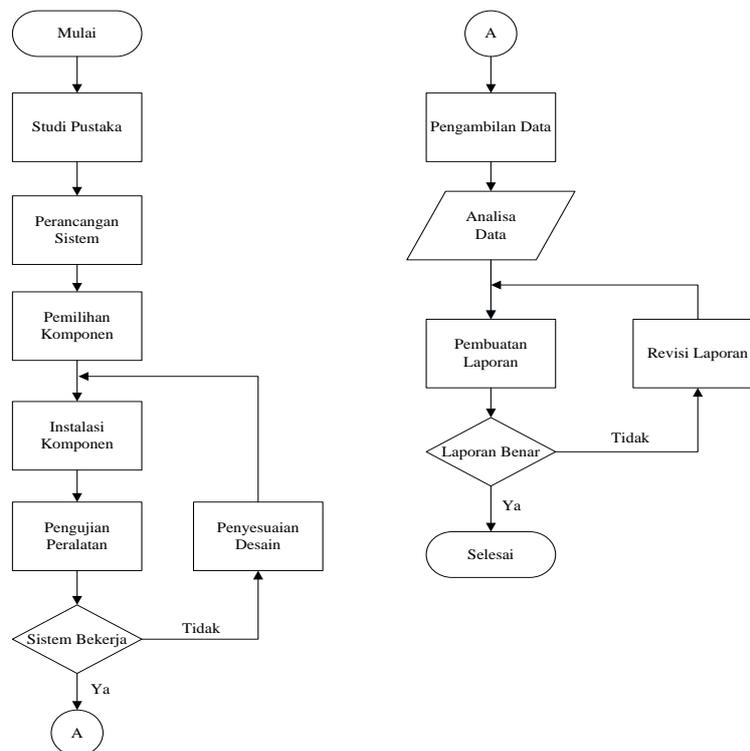
Keterangan :

- M : Motor Servo (Aktuator)
 Sensor : Sensor Cahaya
 + - : Power Supply 12 Volt DC

3. METODE PELAKSANAAN PENELITIAN

3.1 Prosedur Kerja

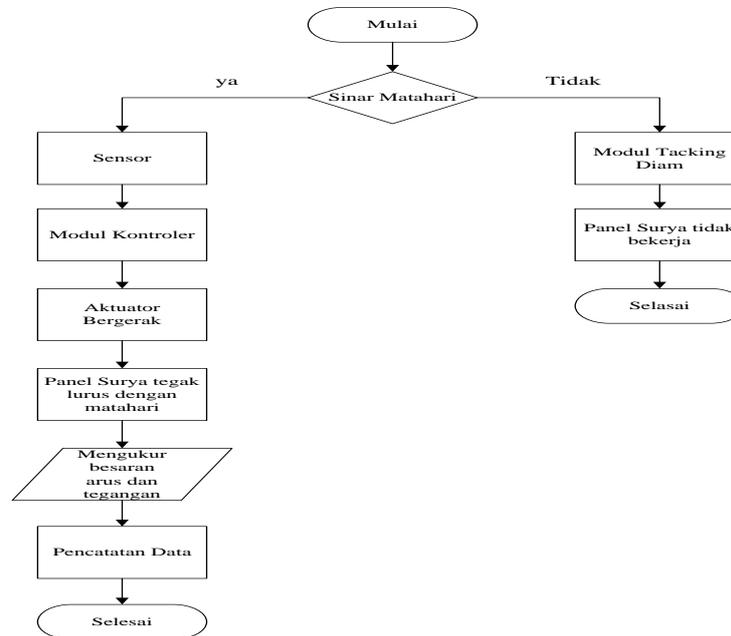
Metode yang digunakan untuk melakukan kegiatan ini secara umum dapat dilihat pada diagram berikut.



Gambar 6. Diagram Alir Prosedur Kerja

3.2 Diagram Alir Kerja Panel Surya Menggunakan Pelacak Matahari

Diagram alir ini menjelaskan tentang bagaimana sistem Panel Surya bekerja dengan modul pelacak sinar matahari.



Gambar 7. Diagram Alir Kerja Program

3.3 Proses Metode Perolehan Data

Berdasarkan pengambilan data yang akan dilakukan maka terdapat beberapa penjelasan pada metode penelitian ini, yaitu sebagai berikut :

1. **Metode pertama** : Panel surya sistem *tracking*.

Yaitu panel surya dengan tambahan sistem *tracking* tanpa lensa yang berfungsi sebagai alat penggerak panel surya sehingga panel surya bisa bergerak dari timur ke barat sesuai rotasi matahari.



Gambar 8. Metode Pertama

2. **Metode kedua** : Panel surya sistem *tracking* dengan lensa fresnel 18 cm.

Yaitu panel surya dengan sistem *tracking* dan tambahan lensa fresnel. Lensa fresnel di letakan diatas permukaan panel surya dengan ketinggian 18 cm, dengan tambahan

lensa fresnel diharapkan akan menambahkan intensitas radiasi matahari yang dapat mengenai permukaan sel surya.



Gambar 9. Metode Kedua

3. **Metode ketiga** : Panel surya sistem *tracking* dengan lensa fresnel 3 cm. Yaitu metode yang diterapkan sama dengan metode kedua perbedaannya terletak pada ketinggian lensa fresnel. Pada metode ketiga ini lensa fresnel diletakkan dengan ketinggian 3 cm diatas permukaan panel surya.



Gambar 10. Metode Ketiga

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil Uji Panel Surya Dengan Sistem Tracking Tanpa Lensa Fresnel

Tabel 1. Hasil metode pertama

Waktu (WIB)	Irradiance Matahari (Watt/m ²)	Suhu (°C)	Intensitas Cahaya (Lux)	Tegangan (V)	Arus (A)	Pin (Watt)	Pout (Watt)	η P (%)	Cuaca (pengamatan objektif)
09.00	744	32,4	8306	20,3	0,5	57,14	10,15	17,76	Cerah
09.30	785	33,1	11420	20,3	0,51	60,29	10,35	17,17	Cerah
10.00	777	33	15990	20,6	0,51	59,67	10,51	17,61	Cerah
10.30	807	34,5	16473	20,8	0,52	61,98	10,82	17,45	Cerah
11.00	814	34,2	21797	20,7	0,52	62,52	10,76	17,22	Cerah
11.30	859	33,6	22705	20,7	0,51	65,97	10,56	16	Cerah
12.00	856	33,9	28739	20,8	0,51	65,74	10,61	16,14	Cerah

12.30	883	34,1	29648	21	0,52	67,81	10,92	16,1	Cerah
13.00	888	34,4	31482	20,9	0,52	68,2	10,87	15,94	Cerah
13.30	906	33,9	24067	20,9	0,51	69,58	10,66	15,32	Cerah
14.00	892	33,6	17922	20,8	0,52	68,51	10,82	15,79	Cerah
14.30	881	33,7	15273	20,8	0,52	67,66	10,82	15,99	Cerah
15.00	870	33,3	9958	20,9	0,52	66,82	10,87	16,27	Cerah
15.30	852	33,5	12872	20,8	0,52	65,43	10,82	16,53	Cerah
16.00	831	32,1	9085	20,9	0,51	63,82	10,66	16,7	Cerah
Rata-rata	843	33,6	18382	20,7	0,51	64,74	10,68	16,53	

1.1.1 Analisis Uji Panel Surya Dengan Sistem *Tracking* Tanpa Lensa Fresnel

Efisiensi panel surya dapat ditingkatkan dengan menggunakan sistem *tracking*. Dari hasil pengujian didapat bahwa pada saat cuaca cerah panel surya dapat menghasilkan daya puncak dengan interval waktu yang lebih lama, yaitu dari jam 10.00 sampai jam 14.30. Dengan menggunakan metode 1 ini dihasilkan tegangan rata-rata sebesar 20,7 V dan arus 0,51 A selama 4,5 jam. Daya rata-rata sebesar 10,15 Watt dengan nilai efisiensi panel surya sebesar 17,76 %.

b. Hasil Uji Panel Surya Sistem *Tracking* dan Lensa Fresnel Tinggi 18cm

Tabel 2. Hasil metode kedua

Waktu (WIB)	<i>Irradiance</i> Matahari (Watt/m ²)	Suhu (°C)	Intensitas Cahaya (Lux)	Tegangan (V)	Arus (A)	<i>P_{in}</i> (Watt)	<i>P_{out}</i> (Watt)	η P (%)	Cuaca (pengamatan objektif)
09.00	798	32,2	6232	19,3	0,23	61,29	4,44	7,24	Cerah
09.30	804	32,8	10177	19,6	0,24	61,75	4,7	7,62	Cerah
10.00	825	33,5	15366	19,9	0,24	63,36	4,78	7,54	Cerah
10.30	823	33,7	21402	19,9	0,26	63,21	5,17	8,19	Cerah
11.00	824	34,2	24344	19,9	0,28	63,28	5,57	8,8	Cerah
11.30	824	33,9	25310	19,9	0,26	63,28	5,17	8,18	Cerah
12.00	823	34,5	28964	20	0,28	63,21	5,6	8,86	Cerah
12.30	822	35,2	30548	20,4	0,3	63,13	6,12	9,69	Cerah
13.00	846	35,6	27792	20,5	0,3	64,97	6,15	9,47	Cerah
13.30	860	35,2	23379	20,2	0,32	66,05	6,46	9,79	Cerah
14.00	855	34,6	17902	20	0,3	65,66	6	9,14	Cerah

14.30	834	34,2	15718	20	0,28	64,05	5,6	8,74	Cerah
15.00	849	34	16839	19,9	0,28	65,2	5,57	8,55	Cerah
15.30	816	34,1	13235	19,8	0,23	62,67	4,55	7,27	Cerah
16.00	814	33,8	10543	19,7	0,23	62,52	4,53	7,25	Cerah
Rata-rata	828	34,1	19183	19,9	0,27	63,58	5,36	8,42	

1.1.2 Analisis Panel Surya Sistem *Tracking* Dengan Lensa Fresnel Tinggi 18cm

Jarak antara panel surya dengan lensa fresnel terlalu jauh sehingga menghasilkan titik fokus cahaya yang kecil dan cahaya matahari tidak mengenai semua permukaan panel surya akibatnya menghasilkan daya keluaran kurang maksimal. Daya yang bisa dibangkitkan adalah sebesar 5,36 Watt dengan efisiensi sebesar 8,42 %.

c. Hasil Uji Panel Surya Sistem *Tracking* dan Lensa Fresnel Tinggi 3 cm

Tabel 3. Hasil metode ketiga

Waktu (WIB)	<i>Irradiance</i> Matahari (Watt/m ²)	Suhu (°C)	Intensitas Cahaya (Lux)	Tegangan (V)	Arus (A)	<i>P_{in}</i> (Watt)	<i>P_{out}</i> (Watt)	η P (%)	Cuaca (pengamatan objektif)
09.00	681	31,4	9552	19,9	0,33	52,3	6,57	12,56	Cerah
09.30	727	31,6	9702	20	0,33	55,83	6,6	11,82	Cerah
10.00	789	32,5	18102	20	0,35	60,6	7	11,55	Cerah
10.30	810	32,5	19378	20,7	0,35	62,21	7,25	11,65	Cerah
11.00	833	33,6	20583	20,5	0,37	63,97	7,59	11,86	Cerah
11.30	853	33,4	25540	20,7	0,35	65,51	7,25	11,06	Cerah
12.00	862	32,7	27974	20,8	0,39	66,2	8,11	12,25	Cerah
12.30	869	32,8	30429	20,8	0,37	66,74	7,7	11,53	Cerah
13.00	887	33,1	29970	20,9	0,39	68,12	8,15	11,97	Cerah
13.30	851	33,5	21643	20,7	0,39	65,36	8,07	12,35	Cerah
14.00	855	34	17723	20,4	0,35	65,66	7,14	10,87	Cerah
14.30	846	34,1	14966	20,4	0,35	64,97	7,14	10,99	Cerah
15.00	835	33,8	14382	20,5	0,35	64,13	7,18	11,19	Cerah
15.30	804	32,3	13181	20	0,34	61,75	6,8	11,01	Cerah
16.00	784	32,5	7704	19,9	0,34	60,21	6,77	11,24	Cerah

Rata-rata	819	32,9	18722	20,4	0,36	62,9	7,29	11,59
-----------	-----	------	-------	------	------	------	------	-------

1.1.3 Analisis Panel Surya Sistem *Tracking* Dengan Lensa Fresnel Tinggi 3 cm

Titik fokus yang terbentuk jauh lebih besar dibanding dengan metode yang kedua dengan menghasilkan daya sebesar 7,29 Watt. dan efisiensi 11,59 %. Kekurangan dari metode yang ketiga ini adalah perbandingan ukuran lensa fresnel dengan panel surya yang kurang tepat. Sehingga bagian panel surya yang terkena sinar matahari hanya sekitar 80%.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan penelitian yang telah diuraikan tentang analisis pengaruh penambahan sistem pelacak matahari dan lensa fresnel terhadap daya keluaran pada panel surya dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kerangka panel surya dengan sistem pelacak matahari (*tracking*) berjalan dengan baik dengan mengikuti pergerakan sinar matahari.
2. Dengan pengujian menggunakan 3 metode didapat bahwa metode pertama mendapat daya paling tinggi dibandingkan 2 metode lainnya.
3. Berdasarkan nilai pengujian, efisiensi tertinggi diperoleh pada metode pertama.
4. Jarak lensa fresnel dengan panel surya berpengaruh terhadap daya keluaran panel surya.

DAFTAR REFERENSI

- [1]. Rahman, B. D., & Rofii, A. (2018). RANCANG BANGUN ALAT SINKRON UNTUK MENGGABUNGKAN DUA GENERATOR TIGA FASA. *JURNAL KAJIAN TEKNIK ELEKTRO*, 3(2), 92-103.
- [2]. Septiadi, D., Nanlohy, P., Souissa, M., & Rumlawang, F. Y. (2009). Proyeksi potensi energi surya sebagai energi terbarukan (Studi wilayah Ambon dan sekitarnya). *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 10(1).
- [3]. Negara, I. K. S., Wijaya, I. W. A., & Pemayun, A. G. M. (2016). Analisis Perbandingan Output Daya Listrik Panel Surya Sistem *Tracking* Dengan Solar Reflector. *Jurnal Ilmiah SPEKTRUM*, 3(1), 7-13.
- [4]. WISNURANDY, R. Peningkatan Kinerja Solar Panel Menggunakan Lensa Fresnel Dengan Pendinginan Air Mengalir.
- [5]. Wasi, M., Mugisidi, D., & Rifky, R. (2017, November). Uji Eksperimental Pengaruh Fresnel Pada Modul Surya 10 W Peak Dengan Posisi Sesuai Pergerakan Arah Matahari. In *Prosiding Seminar Nasional Teknoka* (Vol. 2, pp. M9-M16).
- [6]. Aji, R. P. Analisis Daya Pada Panel Surya Menggunakan Motor Stepper Sebagai Penggerak Panel Surya dengan Mengikuti Sinar Matahari.
- [7]. Anhar, A. S., Sara, I. D., & Siregar, R. H. (2017). Desain Prototype Sel Surya Terkonsentrasi Menggunakan Lensa Fresnel. *Karya Ilmiah Teknik Elektro*, 2(3).

- [8]. Nurharsanto, S., & Prayitno, A. (2017). Sun *Tracking* Otomatis Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik dan Sains*, 4(2), 1-6.
- [9]. Hamanda, L. (2017). PENGOPTIMALAN PENYERAPAN ENERGI MATAHARI DENGAN SISTEM PENJEJAK MATAHARI DUA DERAJAT KEBEBASAN. *Inovasi Fisika Indonesia*, 6(3).
- [10]. DARMANTO, D., Muchammaad, S. T., & Yohana, E. I. (2011). *Uji Eksperimental Pengaruh Sudut Kemiringan Modul Surya 50 Watt Peak Dengan Posisi Mengikuti Pergerakan Arah Matahari*(Doctoral dissertation, Mechanical Engineering Departement, Faculty Engineering of Diponegoro University).
- [11]. Prastica, R. H. A. (2016). *Analisis Pengaruh Penambahan Reflector Terhadap Tegangan Keluaran Modul Solar Cell*(Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- [12]. Najmurrokhman, A. (2018). Perancangan Prototipe Sistem Penjejak Matahari untuk Mengoptimalkan Penyerapan Energi Surya pada Solar Cell.
- [13]. Mulyono, D. (2003). *Pengaruh penambahan reflektor Terhadap karakteristik arus-tegangan dan efisiensi sel surya* (Doctoral dissertation, Universitas Sebelas Maret).