

# ANALISIS PERBANDINGAN OUTPUT DAYA LISTRIK PANEL SURYA SISTEM TRACKING DENGAN SOLAR REFLECTOR

I B Kd Surya Negara<sup>1</sup>, I Wayan Arta Wijaya<sup>2</sup>, A A Gd Maharta Pemayun<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Udayana

<sup>2,3</sup> Staff Pengajar Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Udayana

Email: [tuguz\\_surya@yahoo.com](mailto:tuguz_surya@yahoo.com)<sup>1</sup>, [artawijaya@ee.unud.ac.id](mailto:artawijaya@ee.unud.ac.id)<sup>2</sup>, [maharta@unud.ac.id](mailto:maharta@unud.ac.id)<sup>3</sup>

## ABSTRAK

Indonesia merupakan negara beriklim tropis yang memiliki intensitas radiasi matahari yang sangat besar dan intensitas radiasi tersebut berpotensi untuk dikembangkan menjadi Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Efisiensi dari panel surya saat ini masih perlu pertimbangan lebih lanjut. Efisiensi panel surya yang rendah ini, berpengaruh pada hasil output daya listrik yang dihasilkan. Upaya untuk meningkatkan output daya listrik panel surya, yaitu dengan sistem tracking dan solar reflector. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui output daya listrik yang lebih maksimal. Metode dalam penelitian ini menggunakan sistem tracking yang pergerakannya berdasarkan waktu dan menggunakan solar reflector dengan cermin datar dan sudut reflector yang berbeda. Hasil dari perbandingan sistem tracking dengan solar reflector yaitu solar reflector menghasilkan output daya listrik lebih besar dibandingkan dengan sistem tracking, dimana solar reflector menghasilkan output daya listrik sebesar 0.1224 Watt dan sistem tracking sebesar 0.1136 Watt.

**Kata Kunci:** Panel Surya, Cermin Datar, Sistem Tracking, Solar Reflector.

## ABSTRACT

As a tropical country, Indonesia has a very large intensity of solar radiation that has the potential to be developed into a solar power plant. The efficiency of solar panels still needs further consideration. The low efficiency of solar cell impact the output of electric power that generated. The efforts for increasing the solar panels electrical power output is by tracking system and solar reflector. This riset aims to determine the maximum output power. The methods of riset is using the movement tracking system based on time and using a solar reflector with flat mirrors and different reflector angles. Results of the comparison between the tracking system with the solar reflector is that solar reflector produces a greater electrical power output than the tracking system, where solar reflector produces 0,1224 Watt electrical power output and tracking system only produces 0,1136 Watt.

**Keywords:** Solar Panels, Flat Mirror, Tracking System, Solar Reflector.

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang terletak di daerah ekuator yaitu wilayah tengah yang membagi bumi menjadi bagian utara dan selatan. Posisi ini menyebabkan Indonesia memiliki cuaca yang relatif cerah kecuali saat awan tebal menghalangi sinar matahari. Berdasarkan peta insolasi matahari, wilayah Indonesia memiliki intensitas radiasi harian matahari sebesar 4,8 kW/m<sup>2</sup> per hari [1].

Potensi radiasi matahari sangat berpotensi untuk dimanfaatkan dan merupakan penghasil sumber energi yang paling menjanjikan dimasa mendatang, Energi yang dihasilkan matahari tidak terbatas dibandingkan sumber energi fosil yang semakin menipis. Sudah banyak pakar energi yang bersaing untuk menemukan

penemuan baru tentang sumber energi alternatif yang ramah lingkungan, salah satunya yaitu sel surya, walaupun secara efisiensi saat ini masih perlu pertimbangan lebih lanjut.

Dampak dari efisiensi *output* sel surya yang rendah ini, berpengaruh pada hasil *output* daya listrik yang dihasilkan. Untuk itu perlu upaya untuk mengoptimalkan *output* daya listrik panel surya agar efisiensinya meningkat. Upaya untuk meningkatkan efisiensi *output* daya listrik panel surya, yaitu dengan *sistem tracking* dan *solar reflector*. Penambahan *solar reflector* pada panel surya menyebabkan peningkatan intensitas cahaya matahari pada permukaan panel surya, dikarenakan adanya sinar pantul dari *solar reflector* yang jatuh pada permukaan panel surya. Sistem *tracking*,

panel surya digerakkan oleh dua motor servo yang bergerak mengikuti pergerakan matahari kesehariannya berdasarkan waktu. Pergerakan panel surya diatur setiap jam dengan sudut yang telah diuji sehingga posisi panel surya selalu tegak lurus dengan arah datangnya sinar matahari.

Dari beberapa paparan upaya untuk memaksimalkan *output* daya listrik panel surya, maka pada penelitian ini akan dilakukan suatu penelitian tentang perbandingan antara dua upaya tersebut. Untuk memberikan informasi suatu perbandingan yang menghasilkan *output* daya listrik yang lebih maksimal dari perbandingan antara sistem *tracking* panel surya dengan *solar reflector*.

## 2. KAJIAN PUSTAKA

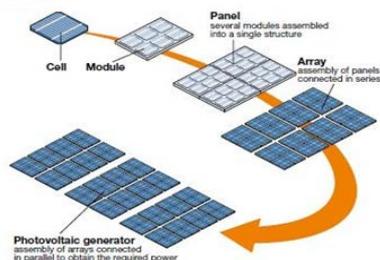
Teori-teori penunjang yang digunakan dalam karya ilmiah ini adalah sebagai berikut.

### 2.1 Sel Surya

*System photovoltaic* adalah peralatan yang mengkonversi energy solar menjadi energi listrik. PV terdiri dari beberapa solar cell, yang tiap sel terhubung dengan lainnya secara seri atau parallel untuk membentuk deretan PV yang secara umum disebut *PV modules* [2]. Karakteristik sistem PV sangat tidak linear yang dipengaruhi oleh factor eksternal. *Solar* iradiasi, temperatur, dan kecepatan angin adalah faktor lingkungan utama yang mempengaruhi PV [3].

### 2.2 Modul Surya

Modul surya merupakan komponen PLTS yang tersusun dari beberapa sel surya yang dirangkai sedemikian rupa, baik dirangkai parallel maupun seri dengan maksud dapat menghasilkan daya listrik tertentu, disusun pada satu *frame* dan diberikan lapisan pelindung. Seperti pada Gambar 1.



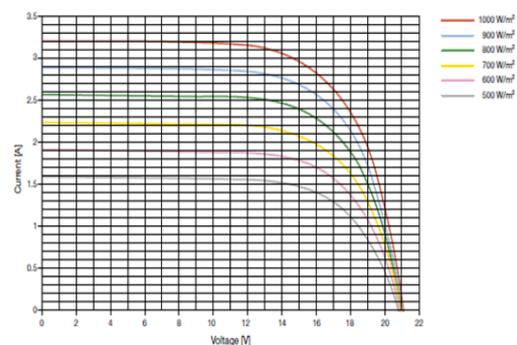
Gambar 1. Diagram hubungan antara Solar Cell, Module, Panel, dan Array [4].

### 2.2.1 Variasi dalam produksi energi modul surya

Faktor utama yang mempengaruhi modul surya pada suatu PLTS dalam proses produksi energi listrik, adalah sebagai berikut.

#### a. Iradiasi pada modul surya

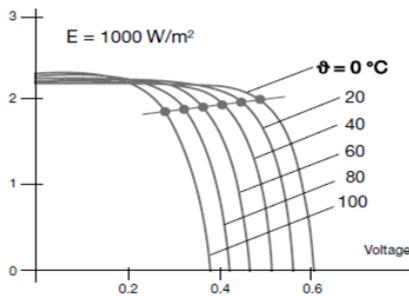
Ketika iradiasi menurun, arus yang dihasilkan akan menurun, sedangkan variasi dari tegangan tanpa beban sangatlah kecil. Kecilnya energi listrik yang dihasilkan modul surya saat langit dalam kondisi mendung dapat dijadikan acuan bukannya penurunan efisiensi melainkan penurunan produksi arus listrik karena iradiasi matahari yang rendah. Grafik pengaruh iradiasi terhadap tegangan dan arus modul surya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh Iradiasi Terhadap Tegangan dan Arus Modul Surya [4].

#### b. Temperatur modul surya (*temperature of the module*)

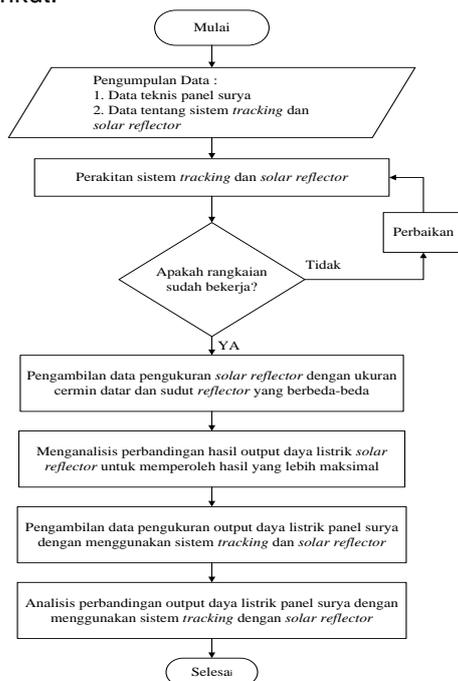
Kebalikan dari masalah iradiasi, ketika temperatur dari modul surya meningkat, arus yang diproduksi pada kenyataannya tetap tidak mengalami perubahan, sebaliknya tegangan mengalami penurunan dan bersamaan dengan itu performa dari panel surya juga mengalami penurunan dalam produksi energi listrik. Grafik Pengaruh temperatur modul terhadap produksi energi modul surya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh temperatur modul terhadap produksi energi modul surya [4].

### 3. METODE PENELITIAN

Secara sistematis langkah-langkah penelitian dapat dilihat seperti Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Diagram alir

Diagram alir Gambar 4 dapat dijelaskan dengan tahapan sebagai berikut.

1. Pengumpulan data spesifikasi panel surya,
2. perakitan sistem *tracking* dan *solar reflector*,
3. pengukuran arus dan tegangan *solar reflector* dengan ukuran cermin datar dan sudut *reflector* yang berbeda-beda
4. menganalisis perbandingan hasil output daya listrik *solar reflector* untuk memperoleh hasil yang lebih maksimal untuk dibandingkan dengan sistem *tracking*,
5. pengukuran arus dan tegangan sistem *tracking* dan *solar reflector*,

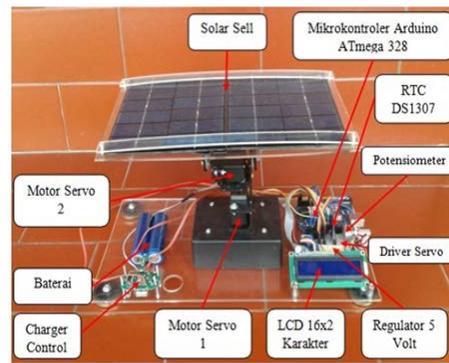
6. menganalisis perbandingan hasil output daya listrik sistem *tracking* dengan *solar reflector*.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran dan pembahasan karya ilmiah ini akan dijelaskan sebagai berikut.

### 4.1 Desain Teknis Sistem *Tracking* Panel Surya

Sistem *tracking* panel surya merupakan sistem untuk mengoptimalkan output daya listrik panel surya. Desain teknis sistem *tracking* panel surya dapat dilihat pada Gambar 5 [5].



Gambar 5. Rangkaian keseluruhan Sistem *Tracking* Panel Surya

Dapat dilihat pada Gambar 5 desain sistem *tracking* panel surya memerlukan komponen yang cukup banyak diantaranya panel surya, menggunakan 2 motor servo, dan komponen-komponen kontrol lainnya.

### 4.2 Desain Teknis *Solar Reflector* Panel Surya

*Solar reflector* panel surya memiliki sistem yang sama seperti sistem *tracking* panel surya yaitu sistem untuk mengoptimalkan output daya listrik panel surya. Desain teknis *solar reflector* panel surya dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Rangkaian keseluruhan Sistem *Solar Reflector* Panel Surya

Dapat dilihat pada Gambar 6 desain sistem *solar reflector* memiliki desain yang sangat sederhana dibanding-kan dengan sistem *tracking*, yaitu hanya menggunakan panel surya dan 2 buah cermin datar sebagai *reflector* yang sudut *reflector* dapat diubah-ubah.

#### 4.3 Menentukan Output Daya Listrik Maksimal Solar Reflector

Menentukan output daya listrik maksimal *solar reflector*, peneliti dalam penelitian ini menggunakan media berupa cermin datar sebagai *reflector* dengan cermin datar yang berbeda ukuran dan

**Tabel 1.** Rata-rata hasil pengukuran output daya listrik *solar reflector* dengan perbedaan ukuran cermin datar dan perbedaan sudut *reflector*, pada tanggal 25-28 Agustus 2015

No.	Waktu	Output Daya Listrik (Watt)								
		Cermin 14 cm x 16 cm			Cermin 14 cm x 23 cm			Cermin 14 cm x 29 cm		
		Sudut 70°	Sudut 60°	Sudut 50°	Sudut 70°	Sudut 60°	Sudut 50°	Sudut 70°	Sudut 60°	Sudut 50°
1	8:00	0,02595	0,02595	0,02595	0,02595	0,02595	0,02595	0,02595	0,02595	0,02595
2	9:00	0,05398	0,05398	0,05398	0,05398	0,05398	0,05397	0,05398	0,05398	0,05397
3	10:00	0,12433	0,11228	0,09000	0,12433	0,11228	0,09000	0,12433	0,11228	0,09000
4	11:00	0,20700	0,18268	0,18703	0,21848	0,18268	0,19355	0,21848	0,18268	0,19355
5	12:00	0,26435	0,25273	0,24405	0,29458	0,26640	0,25135	0,30570	0,27680	0,25135
6	13:00	0,19553	0,22110	0,19088	0,22398	0,26025	0,19757	0,22398	0,26025	0,19757
7	14:00	0,13335	0,14258	0,13240	0,14350	0,15118	0,13240	0,14255	0,15020	0,13240
8	15:00	0,07628	0,07628	0,08185	0,07628	0,07628	0,08185	0,07628	0,07628	0,08185
9	16:00	0,03463	0,03463	0,03463	0,03463	0,03463	0,03462	0,03463	0,03463	0,03462
10	17:00	0,00548	0,00548	0,00548	0,00548	0,00548	0,00547	0,00548	0,00548	0,00547
Rata-rata		0,11209	0,11077	0,10462	0,12012	0,11691	0,10667	0,12113	0,11785	0,10667

sudut kemiringan *reflector* yang berbeda, yaitu:

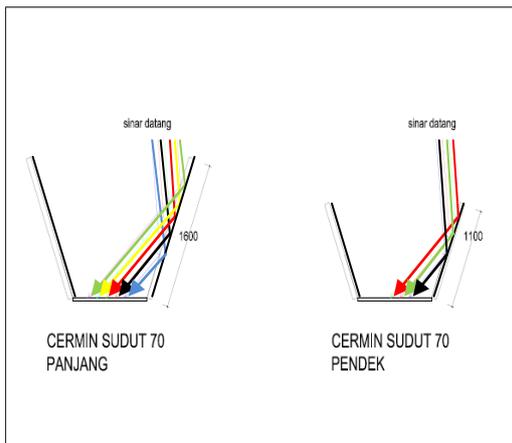
1. Menggunakan cermin datar dengan ukuran 14cm x 16cm dengan sudut *reflector* 50°, 60°, dan 70°.
2. Menggunakan cermin datar dengan ukuran 14cm x 23cm dengan sudut *reflector* 50°, 60°, dan 70°.
3. Menggunakan cermin datar dengan ukuran 14cm x 29cm dengan sudut *reflector* 50°, 60°, dan 70°.

##### 4.3.1 Perbandingan Hasil Pengukuran Output Daya Listrik Solar Reflector

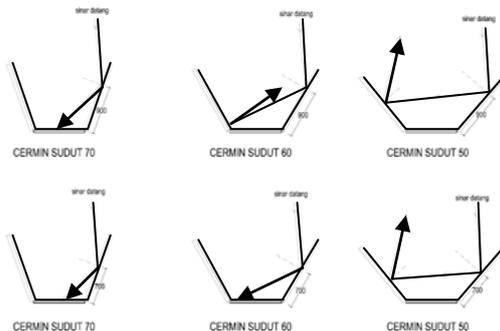
Pengukuran telah dilakukan selama 4 hari dengan kondisi cuaca dan intensitas cahaya matahari yang berbeda-beda dengan menggunakan cara pengukuran dan perhitungan yang sama, sehingga diperoleh hasil rata-rata pengukuran output daya listrik *solar reflector* dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1 hasil pengukuran output daya listrik pada *solar reflector* lebih maksimal pada cermin datar 14cm x 29cm sudut *reflector* 70° dengan output daya listrik sebesar 0,12113 Watt. Sedangkan daya terkecil adalah dengan cermin datar 14cm x 16cm dengan sudut *reflector* 50° sebesar 0,10462 Watt. Perbandingan hasil pengukuran tersebut disebabkan oleh adanya perbedaan ukuran cermin datar yang digunakan. Menggunakan cermin yang lebih panjang memungkinkan banyaknya sinar pantul yang jatuh ke permukaan panel surya. Perbedaan pengaruh panjang cermin datar dapat dilihat pada Gambar 7 dan perbedaan tersebut juga dipengaruhi oleh sudut *reflector*. Karena dilihat dari sifat cahaya yang terpantul pada cermin datar memiliki sifat sudut sinar datang sama dengan sudut sinar pantul. Menggunakan 2 cermin yang berhadapan dengan sudut 70°

memungkin-kan sinar yang tertangkap lebih sedikit terbuang seperti pada Gambar 8.



Gambar 7. Pengaruh panjang cermin datar terhadap output daya listrik solar reflector



Gambar 8. Pengaruh sudut reflector terhadap output daya listrik solar reflector

#### 4.4 Analisis Perbandingan Output Daya Listrik Panel Surya Sistem Tracking dengan Solar Reflector

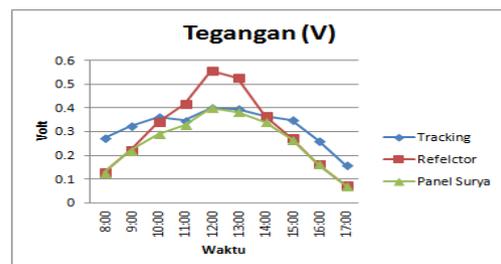
Output daya listrik panel surya yang dihasilkan sistem tracking dan solar reflector memiliki hasil yang berbeda, maka dilakukan penelitian dengan tujuan me ngetahui perbandingan hasil output daya listrik yang lebih maksimal.

Sebelumnya sudah dilakukan penelitian solar reflector . Pada penelitian sistem solar reflector diperoleh hasil output daya listrik yang paling maksimal yaitu pada cermin datar berukuran 14cm x 29cm dengan sudut reflector 70<sup>0</sup>. Maka perbandingan dari sistem tracking yaitu solar reflector dengan media cermin datar berukuran 14cm x 29cm dengan sudut reflector 70<sup>0</sup>.

Pengukuran perbandingan sistem tracking dengan solar reflector telah dilaksanakan selama 1 minggu mulai pukul 08:00 sampai 17:00 Wita. Pengukuran yang dilakukan yaitu mengukur tegangan dari panel surya dengan Voltmeter dan mengukur arus dari panel surya dengan Amperemeter.

Rata-rata hasil pengukuran output daya listrik perhari selama 1 minggu dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan rata-rata hasil pengukuran selama 1 minggu yang terdapat pada Tabel 2, maka dapat dibuat grafik perbandingan hasil tegangan, arus dan output daya listrik yang dihasilkan oleh sistem tracking panel surya, solar reflector dan panel surya tanpa reflector. Gambar grafik tegangan, arus dan daya dapat dilihat pada Gambar 9, Gambar 10, dan Gambar 11.



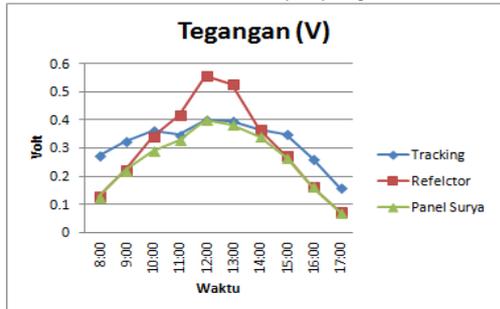
Gambar 9 Grafik rata-rata pengukuran tegangan pada tanggal 29 Agustus sampai 4 September 2015

Tabel 2 Rata-rata hasil pengukuran perbandingan sistem tracking dengan solar reflector tanggal 29 Agustus sampai 4 September 2015

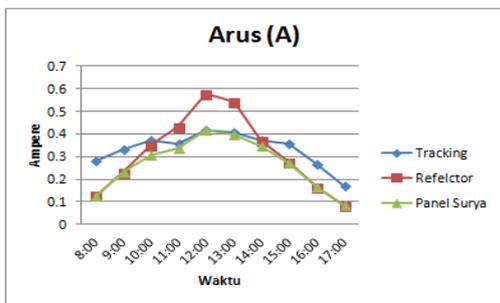
No	Waktu	Sistem Tracking			Solar Reflector			Panel Surya		
		V	A	P	V	A	P	V	A	P
1	8:00	0,2743	0,2829	0,0776	0,1271	0,1271	0,0162	0,1271	0,1271	0,0162
2	9:00	0,3243	0,3329	0,1079	0,2229	0,2314	0,0516	0,2200	0,2300	0,0506
3	10:00	0,3671	0,3771	0,1385	0,3471	0,3586	0,1245	0,2943	0,3086	0,0908
4	11:00	0,3471	0,3571	0,1240	0,4171	0,4300	0,1794	0,3271	0,3386	0,1108
5	12:00	0,4014	0,4171	0,1675	0,5571	0,5771	0,3216	0,4014	0,4171	0,1675

6	13:00	0,3957	0,4086	0,1617	0,5271	0,5429	0,2862	0,3843	0,3986	0,1532
7	14:00	0,3657	0,3729	0,1364	0,3657	0,3729	0,1364	0,3400	0,3486	0,1185
8	15:00	0,3500	0,3571	0,1250	0,2729	0,2757	0,0752	0,2671	0,2700	0,0721
9	16:00	0,2629	0,2671	0,0702	0,1629	0,1643	0,0268	0,1629	0,1629	0,0265
10	17:00	0,1586	0,1714	0,0272	0,0714	0,0829	0,0059	0,0714	0,0829	0,0059
Rata-rata				0,1136			0,1224			0,0812

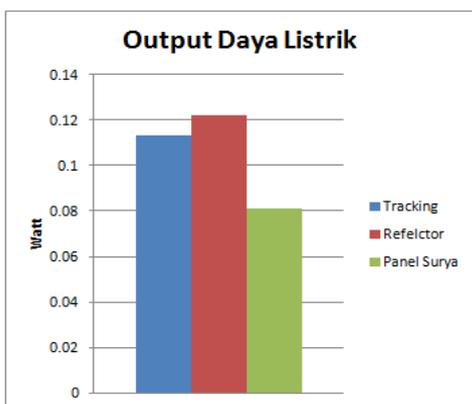
Keterangan: 1. "V" adalah Tegangan  
 2. "A" adalah Arus  
 3. "P" adalah Daya  
 4. "Panel surya" yang di maksud tanpa *reflector*



Gambar 9 Grafik rata-rata pengukuran tegangan pada tanggal 29 Agustus sampai 4 September 2015



Gambar 10 Grafik rata-rata pengukuran arus pada tanggal 29 Agustus sampai 4 September 2015



Gambar 11 Grafik rata-rata hasil pengukuran output daya listrik pada tanggal 29 Agustus 2015 sampai 4 September 2015

Pada Gambar 9 hasil pengukuran output daya listrik yang lebih maksimal dari tanggal 29 Agustus sampai 4 September 2015 adalah *solar reflector* dengan output

daya listrik sebesar 0,1224 Watt. Penelitian yang telah dilakukan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2 dimana pada Tabel tersebut menampilkan data bahwa pada sistem *tracking* memiliki hasil yang lebih besar dibandingkan *solar reflector* yaitu pada pukul 08:00 sampai 10:00 dan 15:00 sampai 17:00 Wita. Tetapi pada pukul 11:00 sampai 13:00 Wita *solar reflector* memperoleh hasil yang lebih besar dibandingkan dengan sistem *tracking*. hasil *solar reflector* pada pukul 11:00 sampai 13:00 Wita dapat menutupi kekurangan hasil yang diperoleh pada pukul 08:00 sampai 10:00 dan 15:00 sampai 17:00 Wita. Sehingga rata-rata pengukuran yang diperoleh adalah *solar reflector* memperoleh hasil output daya listrik yang lebih maksimal. Sehingga penempatan cermin datar di kedua sisi panel surya sangat mempengaruhi output daya listrik yang dihasilkan.

## V. SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan tentang analisis perbandingan output daya listrik sistem *tracking* dengan *solar reflector* dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Output daya listrik *solar reflector* dipengaruhi oleh ukuran cermin datar dan sudut *reflector*. Hasil output daya listrik panel surya *solar reflector* yang lebih besar adalah *solar reflector* dengan cermin datar berukuran 14cm x 29cm dengan sudut *reflector* 70°.
2. Perbandingan hasil pengukuran output daya listrik sistem *tracking* dengan *solar reflector* pada tanggal 29 Agustus sampai 4 september 2015 adalah *solar reflector* memperoleh output daya listrik yang lebih besar dengan output daya listrik *solar reflector* sebesar 0,1224 Watt dan output daya listrik sistem *tracking* sebesar 0,1136 Watt.

## **VI. DAFTAR PUSTAKA**

- [1] "Energy Outlook 2013," *Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia*, p. 35, 2013.
- [2] J. A. R. Hernanz, J. J. Campayo, J. Larranaga, E. Zulueta, O. Barambones, J. Motrico, U. Fernandez Gamiz, and I. Zamora, "Two Photovoltaic Cell Simulation Models In Matlab/Simulink," *Int. J. Technical Phys. Probl. Eng. IJTPE*, vol. 4, no. 10, pp. 45–51, Mar. 2012.
- [3] M. A. Mahmud, H. R. Pota, and M. J. Hossain, "Dynamic Stability of Three-Phase Grid-Connected Photovoltaic System Using Zero Dynamic Design Approach," *IEEE J. Photovolt.*, vol. 2, no. 4, pp. 564–571, Oct. 2012.
- [4] ABB, "Photovoltaic Plants," *Technical Application Paper*, vol. 10, 2010.
- [5] B. Prabawa, "Rancang Bangun Sistem Tracking Panel Surya Berbasis Mikrokontroler Arduino," *J. Ilm. Mhs. SPEKTRUM*, vol. 2, no. 2, May 2015.