

## Analisis Perbandingan Reflektor Cermin Cekung Dari Kaca Puzzle Dan Alumunium Foil Terhadap Daya Output Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Ahmad Fathir Syekha<sup>1</sup>, Fadliondi<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Jakarta  
Jl. Cempaka Putih Tengah 27 No 47

\*corresponding author: [fadliondi@ftumj.ac.id](mailto:fadliondi@ftumj.ac.id)

### Abstrak

Energi matahari merupakan salah satu sebagai sumber energi alternatif yang potensial dikembangkan menjadi unit Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Panel surya menggunakan energi cahaya matahari sebagai sumber energi kemudian diubah menjadi energi listrik. Efisiensi dari panel surya masih rendah, berpengaruh pada hasil daya outputnya. Penggunaan reflektor untuk meningkatkan intensitas cahaya matahari pada permukaan panel surya, yang dapat meningkatkan hasil daya output panel surya. Pada penelitian ini bertujuan untuk melakukan perbandingan reflektor cermin cekung dari kaca puzzle dan alumunium foil terhadap daya output PLTS. Dari hasil penelitian ini penggunaan reflektor 4 sisi yang paling baik yaitu sudut reflektor 45° dengan nilai rata-rata daya output panel surya dengan reflektor alumunium foil sebesar 21,78 watt dan pada panel surya dengan reflektor kaca puzzle sebesar 22,5 watt. Untuk rata-rata intensitas cahaya matahari yang diterima panel surya dengan reflektor alumunium foil sebesar 1813,28 W/m<sup>2</sup> dan pada panel surya dengan reflektor kaca puzzle sebesar 1894,14 W/m<sup>2</sup>. Panel surya yang menggunakan reflektor kaca puzzle nilai efisiensi lebih baik dibandingkan menggunakan reflektor alumunium foil.

**Kata kunci:** energi, panel surya, reflektor, efisiensi

### Abstract

Solar energy is one alternative energy source that has the potential to be developed into a solar power plant unit. Solar panels use the sun's energy as an energy source and then convert it into electrical energy. The efficiency of solar panels is still low, affecting the output power results. The use of a reflector to increase the intensity of sunlight on the surface of the solar panel, which can increase the output power of the solar panel. In this study the aim was to compare the concave mirror reflector from puzzle glass and aluminum foil to the output power of PLTS. From the results of this study the best use of a 4 sided reflector is a reflector angle of 45° with an average output power of a solar panel with an aluminum foil reflector of 21.78 watt and a solar panel with a glass puzzle reflector of 22.5 watt. For the average intensity of sunlight received by solar panels with aluminum foil reflectors of 1813.28 W/m<sup>2</sup> and on solar panels with puzzle glass reflectors of 1894.14 W/m<sup>2</sup>. Solar panels that use puzzle glass reflectors have better efficiency values than using aluminum foil reflectors.

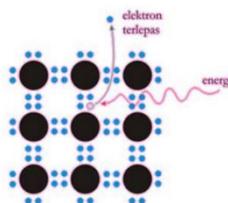
**Keywords:** energy, solar panel, reflector, efficiency

## PENDAHULUAN

Jumlah penggunaan bahan bakar fosil meningkat setiap harinya, pembangkit tenaga listrik merupakan salah satu penggunaan energi fosil. Salah satu cara untuk mengurangi ketergantungan kita pada bahan bakar fosil adalah energi terbarukan (Fadliandi, Isyanto, Budiyanto 2018). Sumber energi masa depan yang paling menjanjikan adalah energi matahari, yang berpotensi untuk digunakan. Jika dibandingkan dengan bahan bakar fosil yang pasokannya semakin menipis, energi matahari tidak terbatas. Energi surya digunakan sebagai sumber energi alternatif yang memungkinkan karena menghasilkan banyak energi yang sangat besar dan jangka waktu lama (Almanda, Bhaskara 2018).

Photovoltaik adalah proses mengkonversikan sinar matahari secara langsung menjadi energi listrik (Setiawan 2011). Sel surya pada dasarnya adalah lapisan semikonduktor yang dapat mengubah foton dari matahari menjadi energi listrik. Ada persimpangan antara dua lapisan tipis bahan semikonduktor dalam sel surya, yang masing-masing disebut sebagai semikonduktor tipe "P" (positif) atau "N" (negatif) (Kasim, Pangestu 2017).

Sebuah metode untuk mengubah energi matahari jadi energi listrik dikenal sebagai sel surya. Bahan semikonduktor menyusun sel surya, yang memiliki lebar celah energi relatif kecil ( $\pm 1\text{eV}$ ). Foton adalah nama lain dari energi yang dihasilkan oleh sinar matahari. Seperti yang dapat dilihat, ketika foton diserap oleh semikonduktor, energi foton mengenai elektron semikonduktor, memungkinkan beberapa elektron berpindah dari pita valensi ke pita konduksi. Ikatan kovalen yang tidak lengkap dan disebut sebagai hole atau lubang adalah hasil dari transfer elektron ke pita konduksi meninggalkan pita valensi tanpa electron (Nugroho, Facta 2014).



Gambar 1. Proses pelepasan elektron pada sel surya

Elektron valensi suatu atom akan lebih mudah meninggalkan ikatan kovalennya dan mengisi hole jika ikatan kovalennya tidak lengkap dan mengandung hole atau lubang. Ketika sebuah elektron valensi meninggalkan ikatan kovalennya untuk mengisi sebuah hole, ia menciptakan sebuah hole pada ikatan kovalen yang ditinggalkannya. Hole ini diisi oleh elektron dari atom lain yang bergerak mengisi hole yang kosong dan membuat hole lain, sehingga pembentukan hole pada atom bergerak berlawanan dengan gerak elektron. Muatan negatif ditransfer ke arah yang berlawanan ketika hole bergerak dari suatu titik. Pergerakan elektron bebas pada pita konduksi dan pergerakan elektron sebagai akibat dari pembentukan hole pada pita valensi adalah dua cara arus dapat dihasilkan dalam atom karena hole adalah muatan positif yang berukuran sama dengan elektron. Pada terminal sel surya yang terhubung dengan beban, arus akan dihasilkan oleh pergerakan elektron dari kedua pita energi (Nugroho, Facta 2014).

Efisiensi sel surya yang tersedia saat ini masih rendah. Menggunakan reflektor untuk meningkatkan intensitas radiasi matahari yang mengenai permukaan panel surya adalah salah satu cara untuk melakukannya. Penggunaan reflektor memungkinkan untuk menambah jumlah intensitas radiasi matahari di permukaan panel surya, yang meningkatkan jumlah daya keluaran yang dihasilkan (Sidopekso, Febtiwiyanti 2010).

Hal ini yang melandasi penulis untuk merancang dan meneliti sebuah penelitian yaitu "Analisis Perbandingan Reflektor Cermin Cekung Dari Kaca Puzzle Dan Aluminium Foil Terhadap Daya Output Pembangkit Listrik Tenaga Surya". Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan daya output yang diperoleh panel surya.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan daya output yang dihasilkan panel surya menggunakan reflektor kaca puzzle dan aluminium foil dengan sudut kemiringan  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$  untuk mendapatkan efisiensi yang optimal.

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

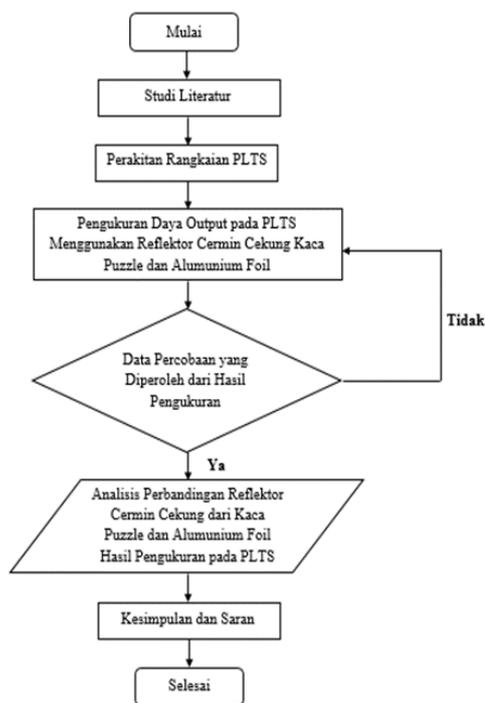
1. Berapa besar sudut kemiringan reflektor yang menghasilkan daya optimal.

2. Berapa selisih daya output panel surya menggunakan reflektor kaca puzzle dan aluminium foil. baik.

## METODE

Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah studi literatur perancangan alat dan pengambilan data secara langsung dengan melakukan pengukuran intensitas cahaya matahari, arus, tegangan dan daya output pada panel surya jenis monocrystalline 30W.

Adapun diagram alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Diagram alur penelitian

Adapun prosedur penelitian yang dilakukan sebagai berikut:

1. Melakukan perancangan rangkaian penelitian
2. Melakukan perancangan panel surya beserta reflektor dengan sudut kemiringan 30°, 45°, 60°
3. Melakukan pengukuran intensitas cahaya matahari (dengan lux meter) pada setiap satu jam mulai dari jam 09.00 sampai jam 15.00 WIB.
4. Melakukan pengukuran arus, tegangan dan daya output (watt meter digital) pada setiap satu jam mulai dari jam 09.00 sampai jam 15.00 WIB.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian arus, tegangan dan intensitas cahaya matahari pembangkit listrik tenaga surya dengan menggunakan reflektor kaca puzzle, reflektor aluminium foil dan tanpa reflektor untuk mengetahui daya *output* yang diperoleh panel surya. Pengujian dilaksanakan selama 3 hari, mulai dari jam 09.00 sampai jam 15.00 WIB dan pengambilan data dilakukan setiap satu jam.

Tabel 1. Hasil pengukuran intensitas cahaya matahari pada panel surya dengan sudut reflektor 30°

Waktu (WIB)	Tanpa Reflektor	Reflektor Aluminium Foil	Reflektor Kaca Puzzle
09.00	697	860	1109
10.00	865	1720	1815
11.00	1309	2075	2022
12.00	1575	2158	2064
13.00	1509	1883	1929
14.00	1460	1956	1803
15.00	1400	1781	1788
<b>Rata-rata</b>	<b>1259,285714</b>	<b>1776,142857</b>	<b>1790</b>

Tabel 2. Hasil pengukuran intensitas cahaya matahari pada panel surya dengan sudut reflektor 45°

Waktu (WIB)	Tanpa Reflektor	Reflektor Aluminium Foil	Reflektor Kaca Puzzle
09.00	711	1119	1298
10.00	979	1872	1956
11.00	1488	2005	2173
12.00	1631	2004	2209
13.00	1589	1864	1975
14.00	1513	1986	1837
15.00	1454	1843	1811
<b>Rata-rata</b>	<b>1337,857143</b>	<b>1813,285714</b>	<b>1894,142857</b>

Tabel 3. Hasil pengukuran intensitas cahaya matahari pada panel surya dengan sudut reflektor 60°

Waktu (WIB)	Tanpa Reflektor	Reflektor Aluminium Foil	Reflektor Kaca Puzzle
09.00	773	1268	1183
10.00	1164	1881	1841
11.00	1311	1894	1900
12.00	1512	1859	1915
13.00	1473	1791	1866
14.00	1402	1873	1782
15.00	1380	1745	1713
<b>Rata-rata</b>	<b>1287,857143</b>	<b>1758,714286</b>	<b>1742,857143</b>

Tabel 4. Hasil pengukuran daya *output* pada panel surya dengan sudut reflektor 30°

Waktu (WIB)	Tanpa Reflektor	Reflektor Aluminium Foil	Reflektor Kaca Puzzle
09.00	6,8	11,8	13,6
10.00	7,3	18,1	18,3
11.00	12,5	25,6	22,6
12.00	18,8	26,7	27,5
13.00	16	22,4	23,7
14.00	13,9	18	20,3
15.00	12,1	17,3	18,6
<b>Rata-rata</b>	<b>12,48571429</b>	<b>19,98571429</b>	<b>20,65714286</b>

Hasil pengukuran daya dapat dilihat pada tabel 4 bawah panel surya dengan reflektor kaca puzzle menghasilkan rata-rata daya tertinggi yaitu 20,65 W. Sedangkan panel surya dengan reflektor aluminium foil mendapatkan rata-rata sebesar 19,98 W. Daya rata-rata terendah dihasilkan panel surya tanpa reflektor sebesar 12,48 W.

Tabel 5. Hasil pengukuran daya *output* pada panel surya dengan sudut reflektor 45°

Waktu (WIB)	Tanpa Reflektor	Reflektor Aluminium Foil	Reflektor Kaca Puzzle
09.00	8,8	14,2	16
10.00	10,4	17,9	17,8
11.00	14,2	23,3	24,4
12.00	19,9	29,6	29,8
13.00	17,5	22,9	24,3
14.00	15,9	24,2	23,6
15.00	13,1	20,4	21,6
<b>Rata-rata</b>	<b>14,25714286</b>	<b>21,78571429</b>	<b>22,5</b>

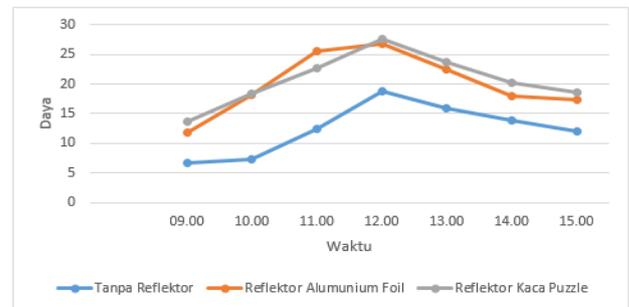
Hasil pengukuran daya dapat dilihat pada tabel 5 bawah panel surya dengan reflektor kaca puzzle menghasilkan rata-rata daya tertinggi yaitu 22,5 W. Sedangkan panel surya dengan reflektor aluminium foil mendapatkan rata-rata sebesar 21,78 W. Daya rata-rata terendah dihasilkan panel surya tanpa reflektor sebesar 14,25 W.

Tabel 6. Hasil pengukuran daya *output* pada panel surya dengan sudut reflektor 60°

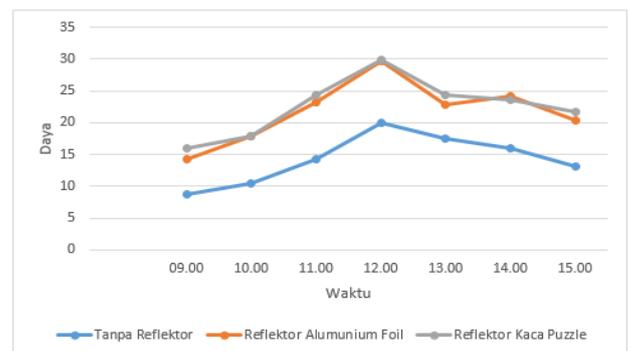
Waktu (WIB)	Tanpa Reflektor	Reflektor Aluminium Foil	Reflektor Kaca Puzzle
09.00	7,4	10	12,5
10.00	8,2	14,7	16,8
11.00	11,7	16,5	18,1
12.00	18,3	21,7	22,9
13.00	14,5	23,8	20,7
14.00	13,3	17,1	18
15.00	11,2	17,5	17,8
<b>Rata-rata</b>	<b>12,08571429</b>	<b>17,32857143</b>	<b>18,11428571</b>

Hasil pengukuran daya dapat dilihat pada tabel 6 bawah panel surya dengan reflektor kaca

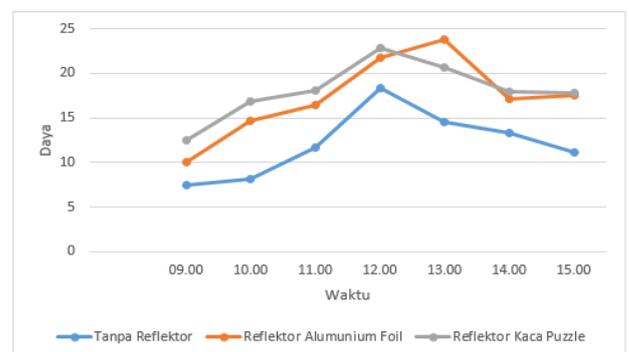
puzzle menghasilkan rata-rata daya tertinggi yaitu 18,11 W. Sedangkan panel surya dengan reflektor aluminium foil mendapatkan rata-rata sebesar 17,32 W. Daya rata-rata terendah dihasilkan panel surya tanpa reflektor sebesar 12,08 W.



Gambar 3. Grafik perbandingan daya *output* dengan sudut reflektor 30°



Gambar 4. Grafik perbandingan daya *output* dengan sudut reflektor 45°



Gambar 5. Grafik perbandingan daya *output* dengan sudut reflektor 60°

Tabel 7. Hasil perhitungan efisiensi panel surya dengan sudut reflektor 30°

Waktu (WIB)	Tanpa Reflektor	Reflektor Aluminium Foil	Reflektor Kaca Puzzle
09.00	5,20%	7,31%	6,54%
10.00	4,50%	5,61%	5,37%
11.00	5,09%	6,57%	5,96%
12.00	6,36%	6,59%	7,10%
13.00	5,65%	6,34%	6,55%
14.00	5,07%	4,90%	6,00%
15.00	4,60%	5,18%	5,54%
<b>Rata-rata</b>	<b>5,21%</b>	<b>6,07%</b>	<b>6,15%</b>

Perhitungan efisiensi dengan rumus sebagai berikut:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

Dimana:

$\eta$  : Efisiensi panel surya

$P_{out}$  : Daya yang dibangkitkan oleh panel surya

(Watt)

$P_{in}$  : Daya yang diterima akibat *irradiance* matahari (Watt)

$$\eta = \frac{26,7}{2158 \times (0,625 \times 0,3)} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{26,7}{404,62} \times 100\%$$

$$\eta = 6,59\%$$

Tabel 8. Hasil perhitungan efisiensi panel surya dengan sudut reflektor 45°

Waktu (WIB)	Tanpa Reflektor	Reflektor Aluminium Foil	Reflektor Kaca Puzzle
09.00	6,60%	6,76%	6,57%
10.00	5,66%	5,09%	4,85%
11.00	5,08%	6,19%	5,98%
12.00	6,50%	7,87%	7,19%
13.00	5,87%	6,55%	6,56%
14.00	5,60%	6,49%	6,85%
15.00	4,80%	5,90%	6,36%
<b>Rata-rata</b>	<b>5,73%</b>	<b>6,41%</b>	<b>6,34%</b>

Perhitungan efisiensi dengan rumus sebagai berikut:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

Dimana:

$\eta$  : Efisiensi panel surya

$P_{out}$  : Daya yang dibangkitkan oleh panel surya

(Watt)

$P_{in}$  : Daya yang diterima akibat *irradiance* matahari (Watt)

$$\eta = \frac{29,8}{2209 \times (0,625 \times 0,3)} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{29,8}{414,18} \times 100\%$$

$$\eta = 7,19\%$$

Tabel 9. Hasil perhitungan efisiensi panel surya dengan sudut reflektor 60°

Waktu (WIB)	Tanpa Reflektor	Reflektor Aluminium Foil	Reflektor Kaca Puzzle
09.00	5,10%	4,20%	5,63%
10.00	3,75%	4,16%	4,86%
11.00	4,75%	4,64%	5,08%
12.00	6,45%	6,22%	6,37%
13.00	5,25%	7,08%	5,91%
14.00	5,05%	4,86%	5,38%
15.00	4,32%	5,34%	5,54%
<b>Rata-rata</b>	<b>4,95%</b>	<b>5,21%</b>	<b>5,54%</b>

Perhitungan efisiensi dengan rumus sebagai berikut:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

Dimana:

$\eta$  : Efisiensi panel surya

$P_{out}$  : Daya yang dibangkitkan oleh panel surya

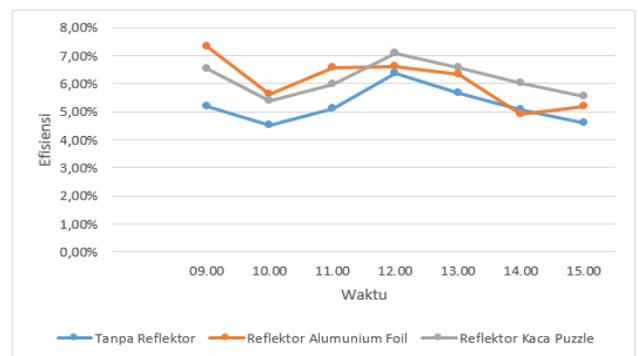
(Watt)

$P_{in}$  : Daya yang diterima akibat *irradiance* matahari (Watt)

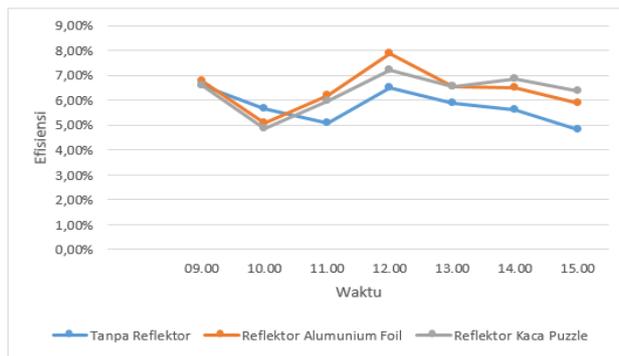
$$\eta = \frac{18,3}{1512 \times (0,625 \times 0,3)} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{18,3}{283,5} \times 100\%$$

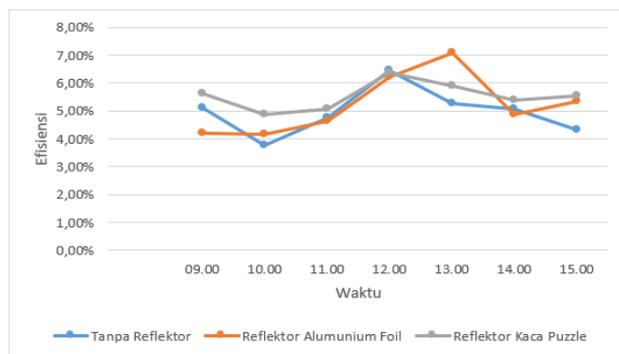
$$\eta = 6,45\%$$



Gambar 6. Grafik perbandingan efisiensi dengan sudut reflektor 30°



Gambar 7. Grafik perbandingan efisiensi dengan sudut reflektor 45°



Gambar 8. Grafik perbandingan efisiensi dengan sudut reflektor 60°

## SIMPULAN DAN SARAN

Penggunaan reflektor pada panel surya dapat meningkatkan daya *output* dibandingkan dengan tanpa reflektor. Hal ini terlihat dari rata-rata daya *output* yang dihasilkan panel surya dengan menggunakan reflektor dibandingkan tanpa reflektor.

Pada penelitian ini penggunaan reflektor 4 sisi yang paling baik yaitu sudut reflektor 45° dengan nilai rata-rata daya *output* panel surya dengan reflektor aluminium foil sebesar 21,78 watt dan pada panel surya dengan reflektor kaca puzzle sebesar 22,5 watt. Untuk rata-rata intensitas cahaya matahari yang diterima panel surya dengan reflektor aluminium foil sebesar 1813,28 W/m<sup>2</sup> dan pada panel surya dengan reflektor kaca puzzle sebesar 1894,14 W/m<sup>2</sup>.

Perbandingan antara panel surya dengan reflektor aluminium foil dan reflektor kaca puzzle pada penelitian ini. Bahwa panel surya yang menggunakan reflektor kaca puzzle nilai efisiensi lebih baik dibandingkan menggunakan reflektor aluminium foil.

## DAFTAR PUSTAKA

- Almanda, Deni, and Doddy Bhaskara. 2018. "Studi Pemilihan Sistem Pendingin Pada Panel Surya Menggunakan Water Cooler, Air Mineral Dan Air Laut." *RESISTOR (elektRONika kEndali telekomunikaSI Tenaga liSTrik kOmputer)* 1 (2): 43. <https://doi.org/10.24853/resistor.1.2.43-52>.
- Fadliandi, Haris Isyanto, and Budiyanto. 2018. "Bypass Diodes for Improving Solar Panel Performance." *International Journal of Electrical and Computer Engineering* 8 (5): 2703–8. <https://doi.org/10.11591/IJECE.V8I5.PP2703-2708>.
- Kasim, Ishak, and Redhyliansyah Muhammad Pangestu. 2017. "Rancang Bangun Reflektor Surya Untuk Meningkatkan Efisiensi Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya 60 Watt," 194–200. <https://doi.org/10.21063/PIMIMD4.2017.194-200>.
- Nugroho, Rismanto Arif, and Mochammad Facta. 2014. "Memaksimalkan Daya Keluaran Sel Surya Dengan Menggunakan Cermin Pemantul Sinar Matahari ( Reflector )" 3 (3): 409–14.
- Setiawan, Muchammad dan Hendri. 2011. "Peningkatan Efisiensi Modul Surya 50 WP Dengan Penambahan Reflektor," 45–50.
- Sidopekso, Satwiko, and Eka Febtiwiyanti. 2010. "Studi Peningkatan Output Modul Surya Dengan Menggunakan Reflektor" 12 (3): 101–4.