

# PENINGKATAN DAYA KELUARAN SEL SURYA DENGAN PENINGKATAN TEMPERATUR PERMUKAAN SEL SURYA

Oleh:  
**Budhi Priyanto\***

**ABSTRAK:** Intensitas cahaya yang menyinari permukaan sel surya meningkatkan temperatur permukaan sel surya. Peningkatan temperatur meningkatkan daya keluaran sel surya dan didapatkan hubungan yang linier antara temperatur dan daya keluaran sel surya. Daya keluaran sel surya berbanding lurus dengan temperatur permukaan panel sel surya dan didapatkan peningkatan daya keluaran sebesar 0,4377 per derajat celcius.

**Kata Kunci:** Temperatur sel surya.

**ABSTRACT:** The intensity of light shining on surface of solar cell rising temperatur of surface solar cell. Rising temperatur causing power output solar cell rise and give linier interaction between temperature and output power of solar cell. Output power of solar cell depend linier on temperature of surface solar cell panel and give rising output power equal 0,4377 watt per celcius degree.

**Keyword:** Temperature of solar cell.

## PENDAHULUAN

Sel surya mengubah energi matahari menjadi energi listrik secara langsung. Terdapat beberapa factor yang mempengaruhi daya keluaran yang dihasilkan oleh panel sel surya antara lain: bahan baku panel sel surya, resistansi beban, intensitas cahaya matahari, temperatur panel sel surya dan bayangan/shading. Intensitas cahaya matahari memegang peranan penting dalam hal ini karena intensitas cahaya matahari mempengaruhi temperatur dari panel sel surya. Apabila intensitas cahaya yang menyinari permukaan sel surya tinggi maka temperatur panel sel surya tersebut juga meningkat, tetapi jika intensitas rendah maka temperatur sel surya juga turun. [2,3]

Sel surya bekerja berdasarkan efek fotolistrik, dimana bila sebuah cahaya diradiasikan pada permukaan bahan, maka electron akan terlepas dari permukaan bahan tersebut menjadi electron bebas. Electron bebas baru terbentuk jika cahaya yang diradiasikan memiliki energi sekurang-kurangnya sama dengan fungsi kerja dari logam tersebut. Electron yang terlepas tersebut biasa dikenal sebagai electron foto dan mempunyai energi kinetic yang bergantung pada energi berkas cahaya yang datang pada permukaan logam. Banyaknya electron yang terlepas dari permukaan logam sangat dipengaruhi oleh intensitas berkas cahaya datang. Semakin tinggi intensitas berkas cahaya datang semakin banyak pula jumlah electron foto.[1,8]

Bahan semikonduktor adalah komponen utama sel surya. Secara umum semikonduktor terbuat dari atom-atom bervalensi 4 yang memerlukan 4 elektron dari atom lain untuk memenuhi kuota electron terluarnya. Silicon adalah atom bervalensi 4 sebagai komponen utama bahan senikonduktor memerlukan 4 atom silicon lainnya untuk

---

\* Staf Pengajar Universitas Muhammadiyah Malang (eMail:budhi @ umm.ac.id)

membentuk ikatan kovalen dan menjadi kristal silicon murni. Untuk melepaskan sebuah electron pada ikatan antar atom silicon menjadi electron bebas diperlukan energi dari luar sebesar 1,1 ev. Energi ini dapat berupa panas, cahaya, medan elektromagnetik atau gelombang elektromagnetik. Apabila mendapatkan energi dari luar ikatan kovalen antar atom bergetar dan electron terlepas dari ikatannya jika energi dari luar tersebut semakin besar. Jika electron terlepas dari ikatannya akan meninggalkan hole yang bermuatan positif dan menjadi electron bebas yang bermuatan negatif. Elektron dan hole ini meningkat sifat konduktivitas listrik bahan. Pada temperatur kamar, panas dari luar tidak cukup untuk melepaskan sebuah electron dari ikatannya sehingga kristal silicon murni adalah isolator pada temperatur tersebut. Selain berikatan dengan sesama atom valensi 4 atom Si dapat juga berikatan dengan atom valensi 3 dan valensi 5 untuk membentuk ketidakmurnian. Jika atom Si berikatan dengan valensi 3 membentuk semikonduktor tipe P yang bermuatan positif, sedang jika berikatan dengan atom valensi 5 menjadi semikonduktor tipe N yang bermuatan negatif. Untuk melepaskan electron dari atom Si yang berikatan dengan atom valensi 5 hanya diperlukan sedikit energi dari luar. Untuk melepaskan 1 elektron dari ikatannya hanya diperlukan energi dari luar sebesar 0,01 ev. Dalam temperatur kamar didapatkan energi sebesar 0,025 ev. Jadi pada temperatur kamar silicon dengan ketidakmurnian valensi 5 telah terdapat electron bebas dan bersifat semikonduktor.[4,5,7,8]

Sel surya akan menghasilkan daya keluaran yang sangat bergantung pada intensitas berkas cahaya matahari yang menyinari permukaannya. Intensitas matahari yang diterima oleh permukaan bumi tergantung pada letaknya. Tempat yang berada pada daerah tropis berbeda dengan yang berada pada daerah lainnya. Peningkatan intensitas berkas cahaya matahari dapat dilakukan dengan menambahkan lensa diatas panel sel surya. Lensa berfungsi mengumpulkan berkas berkas sinar matahari sehingga berkas sinar yang dihasilkan mempunyai intensitas yang lebih tinggi. Pada penelitian terdahulu dengan judul “ Peningkatan daya keluaran sel surya dengan penambahan intensitas berkas cahaya matahari” didapatkan peningkatan daya keluaran lebih dari 25%. Penambahan intensitas dilakukan dengan cara meletakkan kumpulan lensa cembung dengan panjang focus 30 cm sebanyak 30 buah yang disusun mendatar. Sel surya diletakkan pada jarak 15 cm dibawah kumpulan lensa tersebut. [2,3]

Lensa cembung bersifat mengumpulkan berkas cahaya yang diterimanya. Apabila berkas cahaya matahari diiradiasikan pada permukaan lensa cembung maka berkas tersebut akan dikonsentrasikan pada focus lensa. Pengkonsentrasian berkas sinar ini mengumpulkan energi matahari yang menyinari permukaan lensa pada satu titik sehingga menimbulkan temperatur yang tinggi pada focus lensa. [4] Irradiasi sinar matahari pada panel sel surya akan meningkatkan temperatur permukaan panel sel surya. Peningkatan temperatur ini dapat meningkatkan jumlah electron yang terlepas dari ikatannya sehingga dapat menambah daya keluaran sel surya. Untuk meningkat temperatur yang lebih tinggi digunakan kumpulan lensa dengan harapan daya keluaran sel surya lebih meningkat. Karena kaitan yang erat antara intensitas berkas cahaya matahari yang menyinari permukaan panel sel surya dengan temperatur permukaan panel sel surya maka terdapat hubungan antara temperatur permukaan dan daya keluaran sel surya, maka

dilakukan penelitian kaitn antara peningkatan daya keluaran sel surya dengan peningkatan temperatur permukaan panel sel surya.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Untuk mendapatkan hubungan antara daya keluaran sel surya dengan peningkatan temperatur permukaan panel sel surya dilakukn pengukuran daya keluran sel surya dengan irradiasi yang dimulai pukul 10.00 dan pengukuran dilakukan setiap irradiasi selama 15 menit. Temperatur permukaan panel sel surya diukur tepat bersamaan dengan pengukuran daya keluaran sel surya. Panel sel surya yang digunakan mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

- a. Jenis : monocrystalin silicon solar
- b. P<sub>max</sub> : 10 watt
- c. V<sub>mp</sub> : 18 volt
- d. I<sub>mp</sub> : 0,56 ampere
- e. V<sub>oc</sub> : 21,6 volt
- f. I<sub>sc</sub> : 0,59 ampere
- g. V<sub>max</sub> system : 600 volt
- h. Size : 340 x 280 x 22 mm
- i. Test condition : Am 5. 25<sup>0</sup>C 1000 watt/m<sup>2</sup>

Peralatan utama yang diperlukan antara lain:

- a. Avometer digital
- b. Lensa cembung panjang focus 30 cm sebanyak 30 buah
- c. Kerangka tempat kumpulan lensa berbentuk lengkung dan tempat panel sel surya
- d. Stop watch
- e. Termometer digital

Percobaan dilakukan pada saat cuaca cerah dan dilakukan masing-masing lima hari dimulai pada pukul 10.00. pengukuran dilakukan setiap selang waktu 15 menit. Hasil pengukuran diperlihatkan pada tabel 1 sampai table 5 berikut:

Tabel 1. Hasil pengukuran hari pertama

No.	Waktu irradiasi	Temperatur ( <sup>0</sup> C)	Daya keluaran(Watt)
1	10.00 - 10,15	29,4	4,41
2	10.15 – 10.30	33,0	4,61
3	10.30 – 10.45	35,2	5,20
4	10.45 – 11.00	36,2	5,41
5	11.00 – 11.15	37,8	5,42
6	11.15 – 11.30	39,2	5,83
7	11.30 – 11.45	40,4	6,23
8	11.45 – 12.00	41,6	6,63
9	12.00 – 12.15	41,9	7,02
10	12.15 – 12.30	42,4	7,82
11	12.30 – 12.45	42,7	8,43
12	12.45 – 13.00	42,9	8,45

Tabel 2. Hasil pengukuran hari kedua

No.	Waktu irradiasi	Temperatur (0C)	Daya keluaran(watt)
1	10.00 – 10.15	29,4	4,01
2	10.15 – 10.30	33,4	4,41
3	10.30 – 10.45	35,1	4,81
4	10.45 – 11.00	37,6	5,40
5	11.00 – 11.15	38,6	6,01
6	11.15 – 11.30	39,4	6,22
7	11.30 – 11.45	40,1	6,80
8	11.45 – 12.00	41,5	7,00
9	12.00 – 12.15	40,6	7,00
10	12.15 – 12.30	41,1	7,21
11	12.30 – 12.45	41,9	8,01
12	12.45 – 13.00	42,2	8,21

Tabel 3. Hasil pengukuran hari ketiga

No.	Waktu irradiasi	Temperatur(°C)	Daya keluaran(watt)
1	10.00 – 10.15	29,4	4,41
2	10.15 – 10.30	33,1	4,62
3	10.30 – 10.45	35,3	4,81
4	10.45 – 11.00	37,8	5,41
5	11.00 – 11.15	38,4	6,01
6	11.15 – 11.30	39,4	6,41
7	11.30 – 11.45	40,9	7,21
8	11.45 – 12.00	41,2	7,41
9	12.00 – 12.15	41,6	7,63
10	12.15 – 12.30	41,9	7,83
11	12.30 – 12.45	42,5	8,04
12	12.45 – 13.00	42,9	8,24

Tabel 4. Hasil pengukuran hari keempat

No.	Waktu irradiasi	Temperatur(°C)	Daya keluaran(watt)
1	10.00 – 10.15	30,4	4,41
2	10.15 – 10.30	33,8	5,01
3	10.30 – 10.45	35,4	5,40
4	10.45 – 11.00	36,2	5,61
5	11.00 – 11.15	37,1	5,80
6	11.15 – 11.30	37,9	6,19
7	11.30 – 11.45	38,5	6,39
8	11.45 – 12.00	39,5	6,59
9	12.00 – 12.15	40,4	6,81
10	12.15 – 12.30	41,8	7,23
11	12.30 – 12.45	42,6	8,03
12	12.45 – 13.00	42,9	8,65

Tabel 5. Hasil pengukuran hari kelima

No.	Waktu irradiasi	Temperatur( $^{\circ}$ C)	Daya keluaran(watt)
1	10.00 – 10.15	29,4	4,22
2	10.15 – 10.30	30,8	4,42
3	10.30 – 10.45	33,4	4,81
4	10.45 – 11.00	35,2	5,21
5	11.00 – 11.15	36,7	5,41
6	11.15 – 11.30	38,8	5,61
7	11.30 – 11.45	39,4	5,81
8	11.45 – 12.00	40,5	6,21
9	12.00 – 12.15	41,0	6,41
10	12.15 – 12.30	41,9	7,82
11	12.30 – 12.45	42,6	8,03
12	12.45 – 13.00	43,2	8,44

Rata-rata daya keluaran dalam 5 hari pengukuran dari panel sel surya diberikan pada table 6.

Table 6. Rata-rata daya keluaran

No.	Waktu irradiasi	Temperatur( $^{\circ}$ C)	Daya keluaran(watt)
1	10.00 – 10.15	29,6	4,292
2	10.15 – 10.30	32,82	4,614
3	10.30 – 10.45	34,88	5,008
4	10.45 – 11.00	36,6	5,408
5	11.00 – 11.15	37,72	5,73
6	11.15 – 11.30	38,94	6,052
7	11.30 – 11.45	39,86	6,488
8	11.45 – 12.00	40,86	6,768
9	12.00 – 12.15	41,1	6,974
10	12.15 – 12.30	41,82	7,582
11	12.30 – 12.45	42,46	8,108
12	12.45 – 13.00	42,82	8,398

Untuk meningkatkan temperatur permukaan panel sel surya dilakukan dengan cara menambah intensitas berkas sinar matahari yang menyinari permukaan panel sel surya. Peningkatan intensitas dilakukan dengan cara meletakkan kumpulan 30 buah lensa cembung dengan focus 35 cm disusun secara lengkung. Panel sel surya diletakkan dibawah kumpulan lensa tersebut pada jarak 15 cm dan irradiasi dilakukan dengan cara yang sama. Dari hasil pengukuran selama 5 hari didapatkan temperatur dan daya keluaran rata-rata pada table 7.

Table 7. Rata-rata temperatur dan daya keluaran selama 5 hari dengan berkas sinar melewati kumpulan lensa cembung.

No.	Waktu irradiasi	Temperatur( $^{\circ}\text{C}$ )	Daya keluaran(watt)
1	10.00 – 10.15	35,48	5,5
2	10.15 – 10.30	40,88	5,986
3	10.30 – 10.45	42,06	6,35
4	10.45 – 11.00	43,42	6,802
5	11.00 – 11.15	44,24	7,294
6	11.15 – 11.30	44,9	7,62
7	11.30 – 11.45	45,86	8,202
8	11.45 – 12.00	46,58	8,586
9	12.00 – 12.15	47,12	8,886
10	12.15 – 12.30	48,32	9,356
11	12.30 – 12.45	49,4	9,818
12	12.45 – 13.00	51,6	10,288

Kenaikan daya keluaran panel sel surya karena kenaikan temperatur permukaan panel sel surya diberikan pada table 8.

Table 8. Kenaikan daya keluaran karena kenaikan temperatur

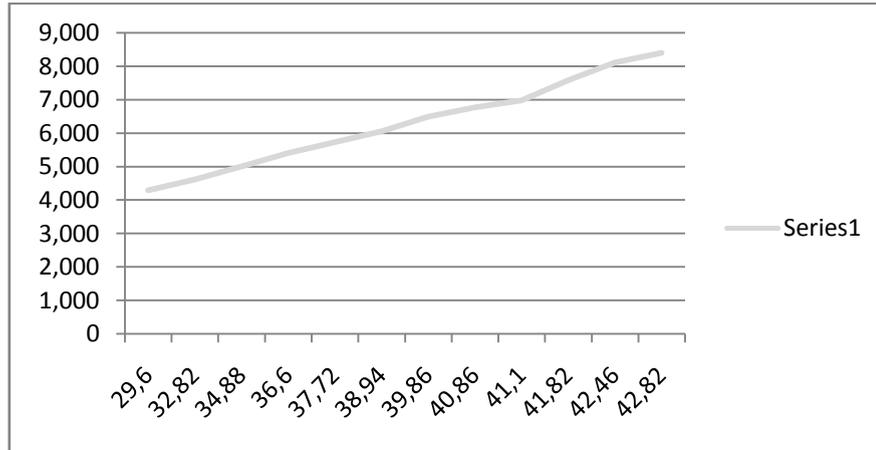
No.	Kenaikan temperatur( $^{\circ}\text{C}$ )/ $\Delta t$	Peningkatan daya keluaran(watt)/ $\Delta P$	Peningkatan daya per derajat celcius( $\Delta P/\Delta t$ )
1	3,22	0,322	0,1
2	2,06	0,394	0,191
3	1,72	0,4	0,2325
4	1,12	0,322	0,2875
5	1,22	0,322	0,2639
6	0,92	0,436	0,4739
7	1	0,28	0,28
8	0,24	0,206	0,8583
9	0,72	0,608	0,8444
10	0,64	0,526	0,8218
11	0,4	0,29	0,725
12	5,4	0,486	0,09
13	1,18	0,364	0,30847
14	1,36	0,452	0,33235
15	0,82	0,492	0,6
16	0,66	0,326	0,4939
17	0,96	0,582	0,60625
18	0,72	0,384	0,5333
19	0,54	0,3	0,5555
20	1,2	0,47	0,39166
21	1,08	0,462	0,4277
22	2,2	0,47	0,2136

$$\sum \frac{\Delta P}{\Delta t} = 9,63103$$

Peningkatan daya keluaran per derajat rata-rata didapatkan:

$$\frac{\sum \frac{\Delta P}{\Delta t}}{22} = \frac{9,63103}{22} = 0,43777409$$

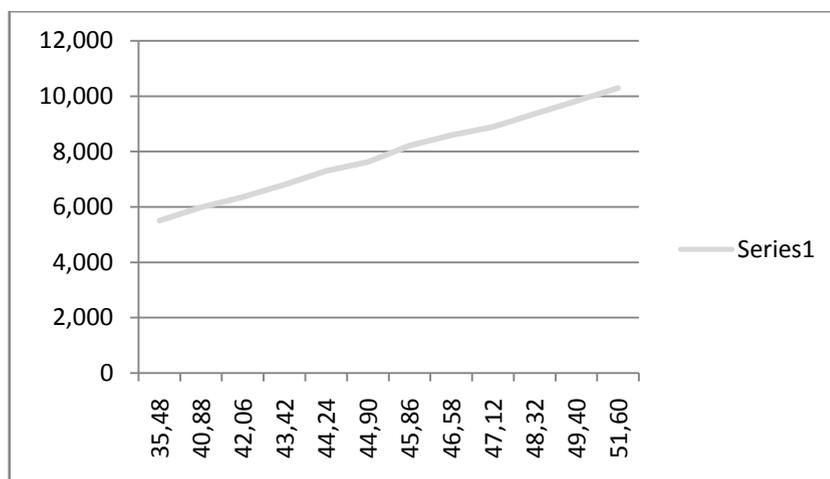
Grafik hubungan antara temperatur dan daya keluaran sel surya pada gambar 1.



Gambar 1. Grafik hubungan daya keluaran dan temperatur panel sel surya

Dari grafik gambar 1 terlihat bahwa daya keluaran sel surya meningkat dengan meningkatnya temperatur permukaan panel sel surya. Pada awal pengukuran yaitu pada temperatur 29,2<sup>0</sup> C daya keluaran yang dihasilkan kecil dan daya keluaran bertambah dengan bertambahnya temperatur. Dari gambar menunjukkan grafik berbentuk garis lurus yang menunjukkan hubungan antara temperatur permukaan panel sel surya dengan daya keluaran adalah linier. Gradien dari garis lurus tersebut adalah 0,31. Hal ini menunjukkan daya keluaran sel surya berbanding lurus dengan temperatur permukaan panel sel surya.

Grafik hubungan antara temperatur permukaan sel surya dan daya keluaran setelah berkas cahaya dilewatkan kumpulan lensa cembung berbentuk lengkung diperlihatkan pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik hubungan temperatur dan daya keluaran setelah cahaya dilewatkan kumpulan lensa

Dari grafik terlihat bahwa daya keluaran sel surya meningkat dengan bertambahnya temperatur permukaan sel surya. Grafik berbentuk garis lurus yang identik dengan grafik

hubungan temperatur dan daya keluaran tanpa lensa. Hal ini menunjukkan hubungan yang linier antara temperatur dan daya keluaran panel sel surya yang menunjukkan. Gradient garis lurus grafik ini adalah 0,297 menunjukkan daya keluaran berbanding lurus dengan temperatur permukaan panel sel surya.

## KESIMPULAN

Dari hasil pengukuran dan analisa dapat disimpulkan bahwa:

1. Peningkatan temperatur permukaan meningkatkan daya keluaran panel sel surya.
2. Hubungan antara temperatur permukaan dan daya keluaran adalah linier.
3. Daya keluaran panel sel surya berbanding lurus dengan temperatur permukaan panel sel surya.
4. Peningkatan daya keluaran rata-rata adalah  $0,4377 \text{ watt}^{\circ}\text{C}$ .

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arthur Beiser (The Houw Liong, PhD). *Konsep Fisika Modern*. Erlangga 1982
- [2] Budhi priyanto & Vikko Rosiadi. *Peningkatan daya keeluaran sel surya dengan menambah intensitas cahaya melalui lensa cembung*. laporan penelitian UMM 2012
- [3] Brelin Aprilista, Budhi priyanto. *Alat bantu pengisi cepat sel surya menggunakan lensa cembung berbentuk parabola*. Laporan penelitian UMM 2013
- [4] Budhi priyanto. *Pengukuran panas yang dikumpulkan oleh focus lensa cembung*. laporan penelitian UMM 1999
- [5] Martin A. Green. *Solar Cells*. prentice Hall, 1982
- [6] S.M.Sze. *Semiconductor devices (physics and technology)*. John wiley & sons 1985
- [7] Sears & Zemansky. *Fisika Universitas*. Binacipta 1992
- [8] Ir. S. Rekario & Dr. Masamori Iida. *Fisika dan Teknologi Semokonduktor*. Pradya Paramita. Jakarta 1982