

# ANALISA PENGARUH PERUBAHAN SUHU TERHADAP TEGANGAN PANEL SURYA JENIS *MONO CRYSTALLINE* KAPASITAS DAYA 50 Wp

**Ezwarsyah, Asri, Andik Bintoro**

Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh

E-mail : [ezwarsyah@yahoo.com](mailto:ezwarsyah@yahoo.com)

**Abstrak** — Secara geografis Indonesia berada pada daerah beriklim tropis yang mempunyai sinar matahari yang berlebih. Pemanfaatan sinar matahari tersebut untuk membangkitkan energi listrik yaitu menggunakan Panel Surya. Panel Surya merupakan elemen semikonduktor yang dapat mengkonversi sinar matahari yang berupa energi surya menjadi energi listrik dengan prinsip fotovoltaiik. Intensitas radiasi cahaya matahari dan suhu udara lingkungan mempengaruhi tegangan dan arus yang dibangkitkan panel surya. Jika semakin rendah intensitas radiasi cahaya matahari maka akan rendah pula arus dan tegangan listrik yang dihasilkan panel. Tinggi rendahnya suhu lingkungan disekitar panel surya juga memiliki kontribusi dalam perubahan temperatur pada sel-sel surya. Dari hasil uji di Lhokseumawe menggunakan panel surya jenis *mono crystalline silicon* didapat jika kenaikan temperatur maka tegangan listrik yang dihasilkan oleh panel surya menjadi berkurang. Pengukuran tahap I pada temperatur tertinggi 54,7<sup>0</sup> Celsius daya output adalah 31,9 Watt, hasil pengukuran tahap II pada temperatur tertinggi 50,1<sup>0</sup> Celsius daya output adalah 32,2 Watt dan hasil pengukuran tahap III pada temperatur tertinggi 46,9<sup>0</sup> Celsius daya output adalah 32,1 Watt

**Keywords**— *Panel surya, Temperature, Tegangan listrik*

## I. PENDAHULUAN

Pembangkit listrik yang menggunakan energi baru terbarukan dan ramah lingkungan berasal dari energi surya adalah *photovoltaic* atau Panel Surya. Cara kerja panel surya ini dengan cara merubah secara langsung radiasi matahari menjadi daya listrik. Kondisi Indonesia yang terletak di jalur khatulistiwa dengan dua musim membawa manfaat maupun kerugian dengan hal ini, manfaatnya adalah energi matahari bersinar sepanjang tahun, sehingga didapatkan energi yang besar, tetapi dengan nilai temperatur lingkungan rata-rata akan lebih tinggi, dibandingkan dengan negara empat musim. Hal ini dapat memberikan efek kenaikan temperatur sel *photovoltaic* apabila tidak memperhatikan mengenai penempatan dan kondisi temperaturnya.

Sel surya pada panel surya adalah terbuat dari bahan silikon dan memiliki sifat sebagai penyerap energi radiasi matahari yang sangat baik. Panel surya beroperasi di bawah sinar matahari, energi radiasi matahari diubah menjadi energi

listrik, saat bersamaan terjadi pula peningkatan temperatur pada sel-sel surya pada permukaan panel surya. Kenaikan temperature permukaan panel surya dapat menurunkan besar tegangan listrik, perubahan temperatur pada panel surya selain disebabkan oleh temperature lingkungan sekitar [1].

Daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya tidak hanya tergantung kepada besarnya intensitas radiasi yang diterimanya, namun kenaikan temperature pada permukaan panel surya juga dapat menurunkan besar tegangan listrik tersebut. Perubahan temperatur pada panel surya selain disebabkan oleh temperature lingkungan sekitar, juga disebabkan oleh bahan silikon [2]. Jika semakin tinggi nilai temperature pada permukaan panel surya maka daya keluaran mengalami penurunan dan semakin tinggi nilai iradiasi maka semakin besar nilai daya yang dihasilkan panel surya [5].

## II. DASAR TEORI

Secara umum saat ini ada berbagai jenis panel surya yang sering di digunakan. Jenis pertama panel surya adalah mono-kristal (*mono-crystalline*). Jenis panel surya ini memiliki nilai efisiensi sekitar 14% s.d. 22%. Panel surya ini mempunyai kelemahan, tidak berfungsi dengan baik jika keadaan cuaca agak mendung. Jenis panel surya yang kedua adalah Poly-kristal (*poly-crystalline*). Jenis panel ini merupakan panel surya yang memiliki susunan kristal acak. Jenis Poli-kristal mempunyai luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan mono-kristal dan dapat menghasilkan energi pada saat cuaca yang kurang baik atau mendung.

Jenis panel yang ke tiga adalah *amorf*. Jenis panel ini merupakan panel yang kapasitasnya terkecil dibanding dengan Mono-kristal (*mono-crystalline*) dan Poly-kristal (*poly-crystalline*). Panel jenis ini memiliki teknologi yang sangat sederhana dan murah, tingkat efisiensinya hanya berkisar 6% dan dapat bekerja pada saat cuaca kurang baik atau mendung.

Adapun model tegangan listrik panel surya terhadap temperature permukaan, maka tegangan listrik yang dihasilkan panel surya: [1]

$$P_{pv} = P_{pv,STC} f_{pv} f_{temp} \left( \frac{I_T}{I_{T,STC}} \right)$$

Dimana:

- $P_{PV,STC}$  adalah kapasitas tegangan panel surya pada kondisi uji baku (kV),  
 $f_{pv}$  adalah factor susut (%),  
 $I_T$  adalah radiasi matahari global yang mengenai permukaan panel surya (kW/m<sup>2</sup>),  
 $I_{T,STC}$  radiasi matahari pada kondisi uji baku (1 kW/m<sup>2</sup>),  
 $f_{temp}$  adalah faktor susut akibat perubahan temperatur.

Faktor susut adalah pengurangan tegangan panel surya akibat ada kotoran yang terdapat pada permukaan panel, rugi-rugi pengawatan, usia pakai, serta hal lain yang dapat menyebabkan tegangan luaran panel surya menyimpang dari kondisi idealnya.

Kemudian faktor susut akibat perubahan temperatur dapat dihitung sebagai berikut:

$$f_{temp} = [1 + \alpha_p (T_c - T_{c,STC})]$$

Dimana:

- $\alpha_p$  adalah koefisien temperatur tegangan (%/°C).  
 $T_c$  adalah temperatur sel surya (°C).  
 $T_{c,STC}$  adalah temperatur sel surya pada kondisi uji baku (25°C).

Koefisien temperatur tegangan menunjukkan seberapa kuat pengaruh temperatur sel surya terhadap tegangan listrik panel surya. Koefisien ini mempunyai nilai negative, hal ini karena tegangan panel surya berkurang jika temperature sel surya meningkat. Nilai koefisien temperature tegangan panel tergantung pada jenis panel surya. Temperatur sel surya,  $T_c$  adalah temperatur yang diukur pada permukaan panel surya. Pada siang hari saat terik matahari, nilai temperatur dapat mencapai 34°C atau lebih di atas temperatur lingkungan sekitarnya.

Untuk menghitung temperature panel surya dapat menggunakan persamaan sebagai berikut: [1]

$$T_c = T_a + I_T \left( \frac{T_{c,NOCT} - T_{a,NOCT}}{I_{T,NOCT}} \right) \left( 1 - \frac{\eta_c}{T_a} \right)$$

Dimana :

- $T_a$  adalah temperatur daerah sekitar (°C).  
 $T_{c,NOCT}$  adalah temperatur nominal sel surya (°C).  
 $T_{a,NOCT}$  adalah temperatur daerah sekitar di mana temperatur nominal sel surya didefinisikan (25°C).  
 $I_{T,NOCT}$  adalah intensitas matahari pada temperatur nominal panel surya.  
 $\eta_c$  adalah efisiensi konversi listrik panel surya (%).  
 $T_a$  adalah tingkat penyerapan panel surya.

Untuk tingkat penyerapan panel surya adalah rasio antara radiasi total terserap panel surya terhadap radiasi total yang

mengenai permukaan panel surya. Pada keadaan normal harus mampu menyerap 90% dari radiasi matahari yang mengenainya.

Jika menggunakan perangkat penjejak titik tegangan maksimum, maka panel akan selalu bekerja pada titik tegangan maksimumnya dan efisiensi sel surya  $\eta_c$  akan selalu bernilai sama dengan efisiensi titik tegangan maksimumnya  $\eta_{mp}$ . Temperatur panel surya jika terpasang perangkat penjejak titik tegangan maksimum, dapat ditentukan sebagai berikut:

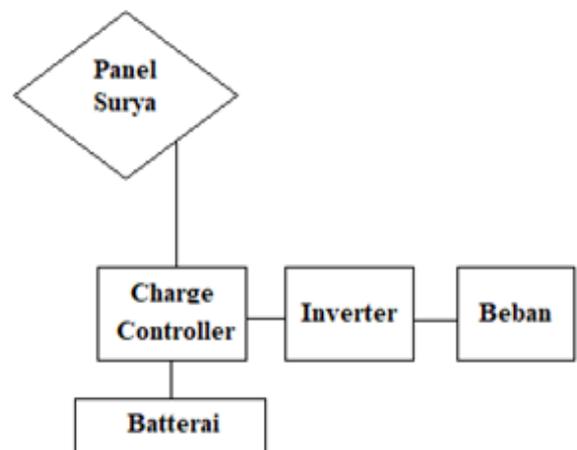
$$T_c = T_a + I_T \left( \frac{T_{c,NOCT} - T_{a,NOCT}}{I_{T,NOCT}} \right) \left( 1 - \frac{\eta_{mp}}{0,9} \right)$$

Selanjutnya pada gambar 2.1. adalah blok diagram sistem pembangkit listrik tenaga surya. Sistem ini terdiri dari panel surya, charge controller, Baterai, inverter dan beban. Panel surya merupakan sebagai tempat menerima energi radiasi matahari untuk diubah menjadi energi listrik. Charge controller berfungsi sebagai pengatur sistem agar penggunaan listriknya aman dan efektif, sehingga komponen-komponen sistem aman dari bahaya perubahan tegangan. Baterai berfungsi untuk menyimpan energi dari panel surya. Inverter berfungsi untuk merubah tegangan dari DC (Direct Current) 12 Volt menjadi AC (Alternating Current) 220 Volt. Beban adalah jumlah energi yang dibutuhkan oleh beban atau peralatan listrik.

### III. METODELOGI

Adapun tahapan kegiatan yang dilakukan adalah meliputi :

1. Pengukuran temperatur, tegangan dan arus panel surya setiap tiga puluh menit.
2. Perhitungan daya output panel surya.
3. Membandingkan pengaruh temperatur terhadap daya output yang dihasilkan.



Gambar 2.1. Blok diagram pembangkit listrik tenaga surya



Gambar 2.2. Panel surya 50 Wp Mono chrystalline silicon

Parameter *solar module* yang digunakan sebagai berikut :

Solar Module type SRB50M			
No.	Keterangan	Nilai	Satuan
1	Daya maksimum ( Pmax )	50	Wp
2	Tegangan pada Pmax ( Vmp )	18	Volt
3	Arus pada Pmax ( Imp )	2,78	Ampere
4	Tegangan open circuit ( Voc )	21,6	Volt
5	Arus short circuit ( Isc )	3,06	Ampere

Spesifikasi panel

Mono crystalline silicon	
PPV STC	50 W
$\eta_{mp}$ STC	17,8 %
TC NOCT	45 °C
$\alpha_p$	-0,47% / °C

#### IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pengukuran dilakukan selama tiga kali pada kondisi hari cerah, dan menghasilkan nilai tegangan open circuit dan arus seperti pada tabel 1, kemudian dihitung daya output yang dihasilkan panel surya seperti yang diperlihatkan pada tabel 2.

Adapun tahapan yang dilakukan :

1. Pengukuran temperatur, tegangan dan arus panel surya setiap tiga puluh menit.
2. Perhitungan daya output panel surya.
3. Membandingkan pengaruh temperatur terhadap daya output yang dihasilkan.

Tabel 3.1. Hasil pengukuran panel surya

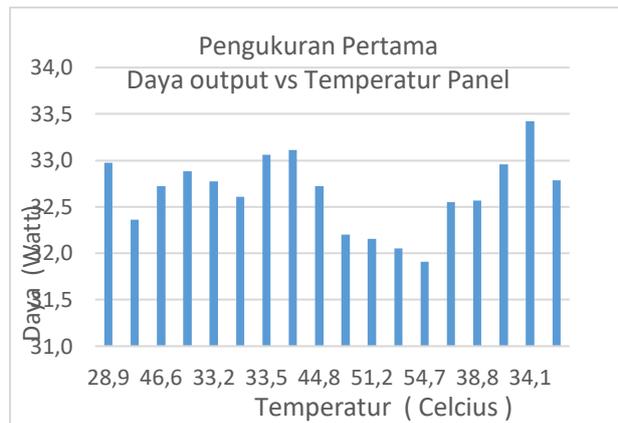
Pengukuran I			Pengukuran II			Pengukuran III		
Temp (°C)	Teg (Volt)	Arus (Amp)	Temp (°C)	Teg (Volt)	Arus (Amp)	Temp (°C)	Teg (Volt)	Arus (Amp)
28,9	19,0	1,74	33,4	18,9	1,74	32,5	18,9	1,74
43,6	18,6	1,74	40,5	18,7	1,74	38,7	18,8	1,74
46,6	18,7	1,75	40,8	18,9	1,75	41,4	18,8	1,74

38,9	18,9	1,74	39,2	19,1	1,75	45,0	18,8	1,74
33,2	18,7	1,75	43,8	18,8	1,75	45,4	18,8	1,74
31,9	18,9	1,73	46,9	18,7	1,75	46,9	18,8	1,74
33,5	19,0	1,74	48,8	18,6	1,74	39,7	18,8	1,75
40,6	18,9	1,75	50,1	18,5	1,74	39,5	18,9	1,75
44,8	18,7	1,75	49,5	18,5	1,75	45,5	18,7	1,74
48,3	18,4	1,75	46,9	18,6	1,74	45,3	18,7	1,73
51,2	18,5	1,74	43,1	18,8	1,75	46,9	18,5	1,73
53,5	18,4	1,74	42,6	18,9	1,75	45,4	18,7	1,74
54,7	18,3	1,74	41,3	19,0	1,76	39,3	18,9	1,75
42,6	18,6	1,75	40,5	19,1	1,76	38,4	19,0	1,75
38,8	18,6	1,75	35,7	19,0	1,75	36,9	19,0	1,74
36,0	18,9	1,74	34,1	19,2	1,75	33,4	18,9	1,74
34,1	19,1	1,75	33,4	18,9	1,74	33,6	18,9	1,73
32,3	19,0	1,73	29,4	18,9	1,75	31,4	18,8	1,74

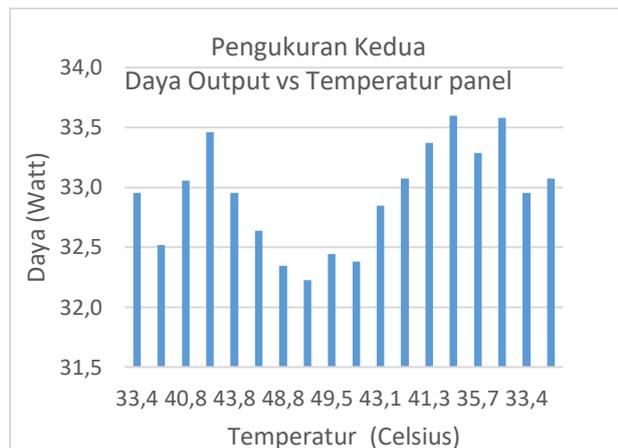
Tabel 3.2. Perbandingan temperatur dengan daya output panel surya

No.	Pengukuran I		Pengukuran II		Pengukuran III	
	Temp (°C)	Daya (Watt)	Temp (°C)	Daya (Watt)	Temp (°C)	Daya (Watt)
1	28,9	33,0	33,4	33,0	32,5	32,89
2	43,6	32,4	40,5	32,5	38,7	32,76
3	46,6	32,7	40,8	33,1	41,4	32,71
4	38,9	32,9	39,2	33,5	45,0	32,73
5	33,2	32,8	43,8	33,0	45,4	32,71
6	31,9	32,6	46,9	32,6	46,9	32,76
7	33,5	33,1	48,8	32,3	39,7	32,97
8	40,6	33,1	50,1	32,2	39,5	33,01
9	44,8	32,7	49,5	32,4	45,5	32,52
10	48,3	32,2	46,9	32,4	45,3	32,40
11	51,2	32,2	43,1	32,8	46,9	32,01
12	53,5	32,1	42,6	33,1	45,4	32,59
13	54,7	31,9	41,3	33,4	39,3	33,01
14	42,6	32,6	40,5	33,6	38,4	33,18
15	38,8	32,6	35,7	33,3	36,9	33,03
16	36,0	33,0	34,1	33,6	33,4	32,80
17	34,1	33,4	33,4	33,0	33,6	32,70
18	32,3	32,8	29,4	33,1	31,4	32,68

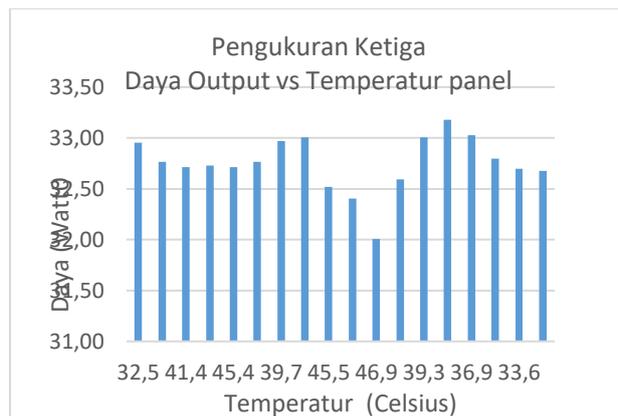
Berikut ini grafik berdasarkan tabel 3.2, diatas yang lebih jelas memperlihatkan perbandingan daya yang dihasilkan panel bebrbanding dengan kondisi temperatur panel surya.



(a)



(b)



(c)

Gambar 3.1. Grafik perbandingan temperatur vs daya output

Bahwa dari hasil pengukuran tahap I pada temperatur tertinggi 54,7<sup>0</sup> Celsius daya output adalah 31,9 Watt, hasil pengukuran tahap II pada temperatur tertinggi 50,1<sup>0</sup>Celsius daya output adalah 32,2 Watt dan hasil pengukuran tahap III pada temperatur tertinggi 46,9<sup>0</sup> Celsius daya output adalah 32,1 Watt.

Daya listrik yang dihasilkan oleh suatu panel surya tidak hanya tergantung pada besar intensitas radiasi yang diterima, kenaikan temperatur pada permukaan panel surya dapat menurunkan daya listrik yang dihasilkan. Perubahan

temperatur panel surya selain dipengaruhi oleh keadaan temperatur lingkungan sekitar, dapat juga disebabkan oleh material silikon panel surya yang menyerap energi foton sekaligus panas dari radiasi sinar matahari.

## V. KESIMPULAN

Dari hasil pengukuran tahap I pada temperatur tertinggi 54,7<sup>0</sup> Celsius daya output adalah 31,9 Watt, pengukuran tahap II pada temperatur tertinggi 50,1<sup>0</sup>Celsius daya output adalah 32,2 Watt dan dari pengukuran tahap III pada temperatur tertinggi 46,9<sup>0</sup>Celsius daya output adalah 32,1 Watt. Hal ini menunjukkan bahwa ada pengaruh antara kenaikan temperatur permukaan panel surya dengan daya listrik yang mampu dihasilkan. Kenaikan temperatur panel surya dapat menurunkan kapasitas daya output yang dihasilkan.

## VI. REFERENSI

- [1] Deny Suryana, M. Marhaendra Ali, (2016), " Pengaruh temperatur / suhu terhadap tegangan yang dihasilkan panel surya jenis monokristalin (Studi kasus: Baristand Industri Surabaya) ", Jurnal teknologi proses dan inovasi industri, Vol. 2, No. 1, November 2016
- [2] Kho Hie Khwee (Oktober 2013), " Pengaruh temperatur terhadap kapasitas daya panel surya, studi kasus Pontianak ", Jurnal ELKHA Vol 5, No. 2.
- [3] Subandi, Slamet Hani, (2014), " Korelasi suhu dan intensitas cahaya terhadap daya pada Solar Cell " , Prosiding Seminar Nasional Aplikasi sains & Teknologi (SNAST) 2014 Yogyakarta, 15 Nopember 2014, ISSN: 1979-911X.
- [4] Muhammad Rizali, Irwandy, (2015), " Pengaruh temperatur permukaan sel surya terhadap daya pada kondisi experimental dan nyata " , Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV (SNTTM XIV).
- [5] Abimanyu GW, Karnoto, Bambang W, (2017), " Analisis Pengaruh perubahan temperatur dan irradiasi pada tegangan , arus dan daya keluaran PLTS terhubung Grid 380V" , Jurnal TRANSIENT, Vol.6 No.2, Juni 2017, ISSN: 2302-9927, 203.
- [6] Syamsul Bahri W, Zainal A, Slamet R, (2015), " Kaji experimental pengaruh temperatur permukaan panel surya terhadap keluaran daya" , Jurnal Ilmiah Jurutera, Vol. 02, No. 02, 038-055, ISSN 2356-5438.
- [7] Muchamad, Eflita Y, (2010), " Pengaruh suhu permukaan photovoltaic module 50 Wp terhadap daya keluaran yang dihasilkan menggunakan reflektor dengan variasi sudut reflektor 0, 50,60,70,80 derajat" , Jurnal Rotasi Teknik Mesin, Vol.12,No.4, 14-18, <http://ejournal.undip.ac.id>