

PENGUJIAN OPEN CIRCUIT VOLTAGE (VOC) DAN SHORT CIRCUIT CURRENT (ISC) LISTRIK PADA RANGKAIAN SERI PARALEL SOLAR CELLS PANEL DI POLITEKNIK NEGERI BALI

I Nyoman Sugiarta

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali
Bukit Jimbaran , P.O. Box 1064 Tuban Badung – Bali
Phone: +62-361-701981, Fax: +62-361-701128

Abstrak: Indonesia memiliki karunia sinar matahari. Hampir di setiap pelosok Indonesia, matahari menyinari sepanjang pagi sampai sore. Energi matahari yang dipancarkan dapat diubah menjadi energi listrik dengan menggunakan panel surya / solar cell. Pembangkit listrik tenaga surya adalah ramah lingkungan, dan sangat menjanjikan. Sebagai salah satu alternatif untuk menggantikan pembangkit listrik menggunakan uap (dengan minyak dan batubara). Lima hal utama yang mempengaruhi unjuk kerja/ performansi dari modul solar cells panel yaitu bahan pembuat solar cells panel, resistansi beban, intensitas cahaya matahari, suhu/ temperatur solar cells panel, bayangan/ shading. Intensitas cahaya matahari setiap daerah dan tempat di Indonesia tentulah berbeda-beda. Hal ini tergantung pada kondisi cuaca pada masing-masing tempat tersebut. Unjuk kerja/performansi dari modul solar cell panel juga akan berbeda-beda akibat faktor cuaca ini. Hasil pengujian solar cell panel model BP350J dan SW 50 Poly/RB184/AP di Politeknik Negeri Bali apabila dirangkai seri dengan performansi (Voc) 43.3 V dan (Isc) 3.2 A akan menghasilkan rata-rata untuk cuaca cerah tidak berawan (Voc) 38.27 V dan (Isc) 1.41 A sedangkan cuaca mendung serta gerimis hujan menghasilkan (Voc) 0.054 V dan (Isc) 0.005 A. Pada rangkaian paralel dengan performansi (Voc) 21.5 V dan (Isc) 6.46 A akan menghasilkan rata-rata untuk cuaca cerah tidak berawan (Voc) 19.05 V dan Short Circuit Current (Isc) 3.02 A sedangkan cuaca mendung serta gerimis hujan menghasilkan (Voc) 0.545 V dan (Isc) 0.215 A.

Kata kunci: Solar cell, rangkaian seri, rangkaian paralel, Voc dan Isc

The Testing of Open Circuit Voltage (Voc) And Short Circuit Current(Isc) Electrical Circuits In Solar Cells Panel Series Parallel in Bali State Polytechnic

Abstract: Indonesia has the gift of sunshine. Almost in every corner of Indonesia, the sun shone all morning until the afternoon. Energy emitted by the sun can beconverted into electrical energy by using solar panels / solar cell. Solar power generation is environmentally friendly, and very promising. As one alternative to replace power plants using steam (oil and coal). The five main things that affect performance / performance of solar module cells panel that is material for solar cellspanels, load resistance, light intensity, temperature / temperature of solar cellspanels, shadow / shading. Light intensity of each area and place in Indonesia would have been different. It depends on the weather conditions at each of these places. Performance / performance of a solar cell module will also vary as a result of these weather factors. The results of testing the solar cell panel and SW models BP350J50 Poly / RB184 / AP in Bali State Polytechnic when coupled with a series of performance (Voc) 43.3 V and (Isc) 3.2 A will generate average for sunny weather is not cloudy (Voc) 38.27 V and (Isc) 1:41 A while the weather was overcast and drizzling rain yield (Voc) and 0.054 V (Isc) 0.005 A.

In a parallel circuit with performance (Voc) 21.5 V and (Isc) 6:46 A will generate average for sunny weather does not cloudy (Voc) 19:05 V and Short Circuit Current (Isc) 3:02 A while the weather was overcast and drizzling rain yield (Voc) and 0.545 V (Isc) 0.215 A.

Keywords: Solar cell, series circuit, parallel circuit, Voc and Isc

I. Pendahuluan

Indonesia memiliki karunia sinar matahari. Hampir di setiap pelosok Indonesia, matahari menyinari sepanjang pagi sampai sore. Energi matahari yang dipancarkan dapat diubah menjadi energi listrik dengan menggunakan panel surya / solar cell. Pembangkit listrik tenaga surya adalah ramah lingkungan, dan sangat menjanjikan. Sebagai salah satu alternatif untuk menggantikan pembangkit listrik menggunakan uap (dengan minyak dan batubara). Perkembangan teknologi dalam membuat panel surya / solar cell yang lebih baik dari tingkat efisiensi, pembuatan aki yang tahan lama, pembuatan alat elektronik yang dapat menggunakan *Direct Current*, adalah sangat menjanjikan. Pada saat ini penggunaan tenaga matahari (solar cell) masih dirasakan mahal karena tidak adanya subsidi. Listrik yang kita gunakan saat ini sebenarnya adalah listrik bersubsidi. Bayangkan pengusahaan/ penambangan minyak tanah, batubara (yang merusak lingkungan), pembuatan pembangkit tenaga listrik uap, distribusi tenaga listrik, yang semuanya dibangun dengan biaya besar. Kelebihan penggunaan listrik tenaga surya:

1. Energi yang terbarukan / tidak pernah habis
2. Bersih, ramah lingkungan
3. Umur panel surya / solar cell panjang/ investasi jangka panjang (Daya tahan solar cell 20-25 tahun)
4. Praktis, tidak memerlukan perawatan
5. Sangat cocok untuk daerah tropis seperti Indonesia

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Solar Cells Panel

Lima hal utama yang mempengaruhi unjuk kerja/ performansi dari modul solar cells panel:

1. Bahan pembuat solar cells panel
2. Resistansi beban
3. Intensitas cahaya matahari
4. Suhu/ temperatur solar cells panel
5. Bayangan/ shading.

Bahan Pembuat Solar Cells Panel: Perbedaan utama dari solar cell panel adalah bahan produksi dari solar cells panel. Bahan solar cells panel yang paling umum adalah *crystalline silicon*. Bahan *crystalline* dapat terdiri dari *single crystal*, *mono or single-crystalline*, dan *poly* atau *multi-crystalline*. Selain itu solar cells panel ada yang terbuat dari lapisan tipis *amorphous silicon*. Sel *Crystalline silicon* mempunyai 2 tipe yang hampir serupa, meskipun sel *single crystalline*

lebih efisien dibandingkan dengan *poly-crystalline* karena *poly-crystalline* merupakan ikatan antara sel-sel. Keunggulan dari *amorphous silicon* adalah harga yang terjangkau tetapi tidak se efisien *crystalline silicon* solar cell.

Resistansi Beban

Tegangan baterai adalah tegangan operasi dari solar cell panel module, apabila baterai dihubungkan langsung dengan solar cell panel modul. Sebagai contoh, umumnya baterai 12 Volt, voltase/ tegangan baterai biasanya antara 11.5 sampai 15 Volts. Untuk dapat *mencharge* baterai, solar cell panel harus beroperasi pada voltase yang lebih tinggi daripada voltase baterai bank. Efisiensi paling tinggi adalah saat solar panel cell beroperasi dekat pada *maximum power point*. Pada contoh di atas, tegangan baterai harus mendekati tegangan *Vmp*. Apabila tegangan baterai menurun di bawah *Vmp*, ataupun meningkat di atas *Vmp*, maka efisiensi berkurang.

Intensitas Cahaya Matahari: Semakin besar intensitas cahaya matahari secara proposional akan menghasilkan arus yang besar. Seperti gambar berikut, tingkatan cahaya matahari menurun, bentuk dari kurva I-V menunjukkan hal yang sama, tetapi bergerak ke bawah yang mengindikasikan menurunnya arus dan daya. Voltase adalah tidak berubah oleh bermacam-macam intensitas cahaya matahari.

Suhu solar cell panel: Sebagaimana suhu solar cell panel meningkat diatas standar suhu normal 25 derajat Celcius, efisiensi solar cell panel modul efisiensi dan tegangan akan berkurang. Gambar di bawah ini mengilustrasikan bahwa, sebagaimana, suhu sel meningkat diatas 25 derajat Celcius (suhu solar cell panel module, bukan suhu udara), bentuk kurva I-V tetap sama, tetapi bergeser ke kiri sesuai dengan kenaikan suhu solar cell panel, menghasilkan tegangan dan daya yang lebih kecil. Panas dalam kasus ini, adalah hambatan listrik untuk aliran elektron.

Untuk itu aliran udara di sekeliling solar cell panel module sangat penting untuk menghilangkan panas yang menyebabkan suhu solar cell panel yang tinggi.

Shading/ Teduh/ Bayangan: Solar cell panel, terdiri dari beberapa silikon yang diserikan untuk menghasilkan daya yang diinginkan. Satu silikon menghasilkan 0.46 Volt, untuk membentuk *solar*

cell panel 12 Volt, 36 silikon diseriikan, hasilnya adalah $0.46 \text{ Volt} \times 36 = 16.56$.

Shading adalah dimana salah satu atau lebih sel silikon dari solar cell panel tertutup dari sinar matahari. Shading akan mengurangi pengeluaran daya dari solar cell panel. Beberapa jenis solar cell panel module sangat terpengaruh oleh shading dibandingkan yang lain.

Panel surya / solar cell sebagai komponen penting pembangkit listrik tenaga surya, mendapatkan tenaga listrik pada pagi sampai sore hari sepanjang ada sinar matahari. Umumnya kita menghitung maksimum sinar matahari yang diubah menjadi tenaga listrik sepanjang hari adalah 5 jam. Dari lima hal utama faktor-faktor yang mempengaruhi solar cell panel penulis melakukan pengujian pada faktor intensitas cahaya matahari yang dapat terima oleh solar cell panel di lingkungan Politeknik Negeri Bali baik dirangkai seri dan paralel dengan mengukur *Open Circuit Voltage (Voc)* dan *Short Circuit Current (Isc)* yang dihasilkan.

II. Metode Penelitian

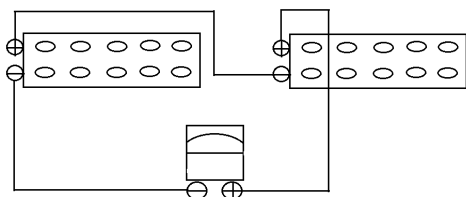
2.1 Deskripsi Solar Cell Panel

Pada pengujian pengukuran *Open Circuit Voltage (Voc)* dan *Short Circuit Current (Isc)* spesifikasi dan unjuk kerja solar cell panel adalah sbb:

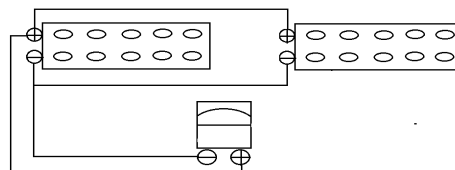
- A. Solar cell Panel 1: Model BP350J
 - *Peak Power (Pmax) 50 W
 - *Warranted minimum Pmax 45 W
 - *Voltage (Vmp) 17.5 V
 - *Current (Imp) 2.9 A
 - *Open Circuit Voltage (Voc) 21.8 V
 - *Short Circuit Current (Isc) 3.2 A
 - *Minimum By Pass Diode 9 A
 - *Maksimum Series Fuse 20 A
- B. Solar cell Panel 2 : SW 50 Poly/RB184/AP
 - *Rate peak power (Pmax) 50 W (+/- 10%)
 - *Rated Voltage (Vmp) 17.0 V
 - *Rated Current (Imp) 3.0 A
 - *Open Circuit Voltage (Voc) 21.5 V
 - *Short Circuit Current (Isc) 3.26 A

2.2 Rangkaian pengujian

A. Solar cell Panel seri



Gambar 1. Rangkaian Seri
B. Solar cell Panel paralel



Gambar 2. Rangkaian Paralel



Gambar 3. Solar Cell Panel

Teknik Pengambilan Data

Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pengukuran langsung pada solar cell panel yang diletakan mendatar diatas tanah menghadap matahari tanpa terkena bayangan. Solar cell panel dirangkai seri atau paralel kemudian diukur langsung Voc dan Isc tanpa diberi beban. Pengambilan data dilakukan setiap 3 menit sebanyak 10 kali pengukuran.

III. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Penelitian

A. Rangkaian seri

- Hari/Tgl : Rabu, 18 Juni 2014
- Kondisi cuaca : Cerah Berawan
- Temperatur (mulai-akhir): 29° - 29°
- Kelembaban (mulai-akhir): 89% - 88%
- Tekanan (mulai-akhir) : 1022 mbar – 1022 mbar
- Waktu (mulai-akhir) : 08:40-09:10
- Rangkaian Solar cell : Rangkaian solar Cell Seri

Tabel 1 Tegangan (Volt) – Arus (mA)

No	Jam	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)
1	08:40-08:43	38.4	1.73
2	08:43 -	38.9	0.83
	08:46		
3	08:46 -	38	0.72
	08:49		
4	08:49-08:52	38.9	1.63
5	08:52-08:55	38.6	1.67
6	08:55-08:58	37.1	0.70
7	08:-58-09:01	37.4	1.30
8	09:01-09:04	39.2	1.34
9	09:04-09:07	38.7	0.84
10	09:07-09:10	39.4	0.90

B. Rangkaian Paralel

Hari/Tgl : Rabu, 18 Juni 2014
 Kondisi cuaca : Cerah Berawan
 Temperatur (mulai-akhir) : 29° - 29°
 Kelembaban (mulai-akhir) : 89% - 88%
 Tekanan (mulai-akhir) : 1022 mbar – 1022 mbar
 Waktu (mulai-akhir) : 09:13-09:43
 Rangkaian Solar cell : Paralel

Tabel 2 Tegangan (Volt) – Arus (mA)

No	Jam	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)
1	09:13-09:16	19,5 V	2,78 A
2	09:16-09:19	18,8 V	1,18 A
3	09:19-09:22	19,8 V	2,03 A
4	09:22-09:25	18,9 V	2,09 A
5	09:25-09:28	18,7 V	1,34 A
6	09:28 -09:31	19,0 V	1,64 A
7	09:31 - 09:34	19,1 V	1,73 A
8	09:34-09:37	19,2 V	2,06 A
9	09:37-09:40	18,8 V	1,53 A
10	09:40-09:43	20,0 V	4,49 A

C. Rangkaian Seri

Hari/Tanggal : Jumat, 27 Juni 2014
 Kondisi cuaca : cerah berawan
 Temperature (mulai-akhir): 28-28°C
 Kelembaban (mulai-akhir): 1021-1022
 Tekanan (mulai-akhir) : 88-88
 Waktu (mulai-akhir) : 09.54 – 10.21
 Rangkaian Solar sell : Seri

Tabel 3 Tegangan (volt)- arus(A)

No	Jam	Tegangan (Volt)	Arus (A)
1	9.54	38.4	1.38
2	9.57	38.3	1.45
3	10	38.1	1.58
4	10.03	38	1.61
5	10.06	38	1.60
6	10.09	38.1	1.71
7	10.12	38	1.76
8	10.15	37.9	1.77
9	10.18	38	1.97
10	10.21	38	1.70

D. Rangkaian Paralel

Hari/Tanggal : Jumat, 27 Juni 2014
 Kondisi cuaca : cerah berawan
 Temperature (mulai-akhir): 28-28°C
 Kelembaban (mulai-akhir): 1022-1022
 Tekanan (mulai-akhir) : 88-88
 Waktu (mulai-akhir) : 10.28 – 10.55
 Rangkaian Solar sell : paralel

Tabel 4 Tegangan (volt)- arus(A)

NO	JAM	TEGANGAN (Volt)	ARUS (Ampere)
1	10.28	18.9	3.82
2	10.31	18.9	3.78
3	10.34	18.9	3.94
4	10.37	18.9	4.05
5	10.4	18.9	4.26
6	10.43	18.9	4.44
7	10.46	18.9	4.56

8	10.49	19.3	3
9	10.52	18.6	3.84
10	10.55	19	3.84

E. Rangkaian Seri

Hari/Tgl : Jumat, 11-07-2014
 Kondisi cuaca : Berawan dan gerimis
 Temperatur (mulai - akhir): 29°C-29°C
 Kelembaban (milai - akhir): 91%-90%
 Tekanan (mulai - akhir) : 1022-1022 mbar
 Waktu (mulai - akhir) : 09.00-09.30 WITA
 Rangkaian Solar cell : Seri
 Tabel 5 Tegangan (volt) – arus (mA)

No	Jam	Tegangan (Volt)	Arus (A)
1	09.30-09.33	0.07	0.008
2	09.33-09.36	0.07	0.009
3	09.36-09.39	0.06	0.0034
4	09.39-09.42	0.06	0.0037
5	09.42-09.45	0.08	0.0037
6	09.45-09.48	0.02	0.0034
7	09.48-09.51	0.02	0.0026
8	09.51-09.54	0.02	0.0055
9	09.54-09.57	0.08	0.0054
10	09.57-10.00	0.06	0.0046

Hari/Tgl : Jumat, 11-07-2014
 Kondisi cuaca : mendung
 Temperatur (mulai - akhir): 27°C-29°C
 Kelembaban (milai - akhir): 90%-90%
 Tekanan (mulai - akhir) : 1022-1022 mbar
 Waktu (mulai - akhir) : 09.30-10.00
 Rangkaian Solar cell : paralel
 Tabel 6 Tegangan (volt) – arus (mA)

No	Jam	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)
1	09.00-09.03	0.39	0.044
2	09.03-09.06	0.57	0.15
3	09.06-09.09	0.59	0.078
4	09.09-09.12	0.5	0.3
5	09.12-09.15	0.64	0.178
6	09.15-09.18	0.54	0.16
7	09.18-09.21	0.5	0.065
8	09.21-09.24	0.56	0.56

9	09.24-09.27	0.7	0.56
10	09.27-09.30	0.46	0.0582

3.2 Pembahasan

4 Spesifikasi dan unjuk kerja solar cell panel 1: Model BP350J untuk *Open Circuit Voltage* (Voc) 21.8 V dan *Short Circuit Current* (Isc) 3.2 A. Sedangkan solar cell panel 2 : SW 50 Poly/RB184/AP mempunyai *Open Circuit Voltage* (Voc) 21.5 V dan *Short Circuit Current* (Isc) 3.26 A. Secara teoritis kalau kedua panel surya ini dihubungkan seri maka akan menghasilkan *Open Circuit Voltage* (Voc) 43.3 V dan *Short Circuit Current* (Isc) 3.2 A. Bila dua panel surya dihubungkan paralel akan menghasilkan *Open Circuit Voltage* (Voc) 21.5 V dan *Short Circuit Current* (Isc) 6.46 A. Dari hasil pengukuran dua panel surya yang dirangkai seri di Politeknik Negeri Bali di dapatkan rata-rata untuk cuaca cerah tidak berawan *Open Circuit Voltage* (Voc) 38.27 V dan *Short Circuit Current* (Isc) 1.41 A. Sedangkan untuk rangkaian paralel rata-rata untuk cuaca cerah tidak berawan *Open Circuit Voltage* (Voc) 19.05 V dan *Short Circuit Current* (Isc) 3.02 A. Apabila cuaca tidak baik atau mendung serta gerimis hujan, rangkaian paralel menghasilkan *Open Circuit Voltage* (Voc) 0.545 V dan *Short Circuit Current* (Isc) 0.215 A sedangkan rangkaian seri menghasilkan *Open Circuit Voltage* (Voc) 0.054 V dan *Short Circuit Current* (Isc) 0.00493 A.

Tabel 7 Voc dan Isc seri- paralel

	Seri		Paralel	
	Voc (V)	Isc (A)	Voc (V)	Isc (A)
Teoritis/ideal	43.3	3.2	21.5	6.46
Cerah/Tidak berawan	38.27	1.41	19.05	3.02
Mendung/Gerimis	0.054	0.005	0.545	0.215

IV. SIMPULAN DAN SARAN

4.1 Simpulan

Unjuk kerja/performansi dari modul solar cell panel juga akan berbeda-beda akibat faktor cuaca ini. Hasil pengujian solar cell panel model

BP350J dan SW 50 Poly/RB184/AP di Politeknik Negeri Bali apabila dirangkai seri dengan performansi (Voc) 43.3 V dan (Isc) 3.2 A akan mengalam penurunan rata-rata untuk cuaca cerah tidak berawan (Voc) 38.27 V dan (Isc) 1.41 A sedangkan cuaca mendung serta gerimis hujan menghasilkan (Voc) 0.054 V dan (Isc) 0.005 A. Pada rangkaian paralel dengan performansi (Voc) 21.5 V dan (Isc) 6.46 A akan mengalami penurunan rata-rata untuk cuaca cerah tidak berawan (Voc) 19.05 V dan *Short Circuit Current* (Isc) 3.02 A sedangkan cuaca mendung serta gerimis hujan menghasilkan (Voc) 0.545 V dan (Isc) 0.215 A.

4.2 Saran

Dalam perancangan peralatan yang menggunakan panel surya sebagai sumber energinya hendaknya faktor penurunan performansi solar cell panel sebaiknya ikut dihitung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1.] <http://blogdimaslaksono.blogspot.com/2011/03/pembangkit-listrik-tenaga-surya.html>
- [2.] F. Suryatmo, 2005. Dasar-dasar Teknik Listrik, Edisi 5, Jakarta : PT. Rineka Cipta.
- [3.] Giancoli, Douglas C, 2001. Fisika 2, Edisi 5, Jakarta : Erlangga.
- [4.] Kane, Joseph W, 1983. Physics, 3th edition, Brisbane : John Wiley & Sons, Inc.
- [5.] Muljono-Sunarto, 2003. Listrik Magnet Edisi 1, Yogyakarta: Andi Offset Yogyakarta.
- [6.] Soeharto, 1995. Fisika Dasar II :Listrik-Magnet, Edisi 1, Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- [7.] Sears, Francis W, 1993. Fisika Universitas, Edisi 3, Jakarta : Erlangga.
- [8.] Sutrisno, 1986. Fisika Dasar : Listrik Magnet, Edisi 3, Bandung : ITB Bandung.
- [9.] Tappens, Paul E, 1989. Basic Technical Physics, Singapore : Mc Graw- Hill, Inc.