

ANALISIS KINERJA *SOLAR CELL* DI GEDUNG PUSAT PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA, KETENAGALISTRIKAN, ENERGI BARU DAN TERBARUKAN DAN KONSERVASI ENERGI

¹Putriansyah, ²Massus Subekti, ³Imam Arif Rahardjo

^{1,2,3} Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta

^{1,2,3} Email : ansyahputri@gmail.com ; masus@unj.ac.id ; imam_ar@unj.ac.id

Abstract

The purpose of this research is knowing the number of performance of solar cell on Annex Building, Human Resources Development, Electricity, Renewable Energy and Conservation Energy Center. The research is conducted on Annex Building by measuring the photovoltaic module and the inverter and conducted in December 2018. The researcher used the qualitative method approach descriptive of evaluation. The results of the research represent that the photovoltaic modules's efficiency is 6.65%. The average of net energy output yield is 32.61 kWh and the power rating is 15.4 kW, so therefore the final photovoltaic yield is 2.12 hours. The total of daily in-plane irradiance is 4.65 kWh/m² and the reference irradiance is 1 kW/m², so therefore the reference yield is 4.65 hours. The performance ratio is 0.47 or 47%. The conclusion of this research is the value of photovoltaic module's efficiency is still under rating efficiency which is 13.4%, it is because of the fluctuating values of the solar irradiance. The value of performance ratio is smaller than normally range which is 0.6 - 0.8.

Keywords: Performance analysis, solar cell, renewable energy, conservation of energy, and PPSDM KEBTKE

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui nilai kinerja dari *solar cell* di Gedung Annex Pengembangan Sumber Daya Manusia, Ketenagalistrikan, Energi Baru dan Terbarukan dan Konservasi Energi. Penelitian dilakukan di Gedung Annex dengan cara pengukuran pada modul surya dan inverter dan dilakukan pada bulan Desember 2018. Metode yang digunakan adalah metode kualitatif dengan pendekatan deskriptif evaluasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai efisiensi modul surya rata-rata adalah 6,65%. Energi netto *output* yang dihasilkan rata-rata adalah 32,61 kWh dan kapasitas nominal PLTS adalah 15,4 kW, sehingga nilai final sistem PLTS menjadi 2,12 jam. Jumlah irradiansi total perhari rata-rata yang terukur adalah 4,65 kWh/m² dengan nilai irradiansi referensi adalah 1 kW/m², sehingga nilai *reference yield* menjadi 4,65 jam. Sehingga nilai perhitungan rasio performa (PR) yang didapat adalah 0,47 atau 47%. Kesimpulan, nilai efisiensi modul surya berada di bawah nilai efisiensi pada *nameplate* modul surya yaitu 13,4% dikarenakan nilai irradiansi matahari yang dihasilkan berubah-ubah sesuai dengan pergeseran letak matahari dan nilai PR masih dinilai rendah, karena PR pada umumnya bernilai 0,6 - 0,8 atau 60% - 80%.

Kata kunci: Analisis kinerja, *solar cell*, energi terbarukan, konservasi energi, PPSDM KEBTKE

PENDAHULUAN

Pemakaian energi tidak terbarukan seperti minyak bumi, gas bumi dan batubara adalah sumber energi terbesar di Indonesia. Pemakaian energi yang berlebihan tersebut akan menyebabkan masalah ketersediaan sumber energi. Menurut Hodgson (2010), sebagian energi yang digunakan dan dihasilkan oleh sumber energi tidak terbaukan seperti batubara, minyak bumi dan gas bumi akan menimbulkan masalah ketika sumber energinya telah habis. Hal ini disebabkan karena proses terbentuknya energi tersebut membutuhkan waktu yang sangat lama dan belum pasti terjadi dalam waktu jutaan tahun.

Saat ini pemanfaatan energi terbarukan/*renewable energy* sedang digalakkan untuk dapat mengurangi pemakaian energi tidak

terbarukan. Energi terbarukan ini disebut juga sebagai energi alternatif. Di Indonesia, energi terbarukan yang banyak digunakan saat ini antara lain adalah matahari, angin, biomassa, air dan panas bumi.

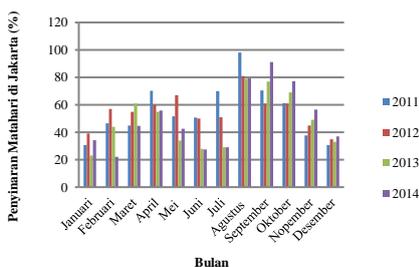
Selain menggunakan energi yang dapat diperbaharui, pencarian energi yang bersih juga harus dilakukan untuk mengurangi dampak pencemaran lingkungan. Salah satu energi yang dapat diperbaharui dan termasuk energi bersih adalah energi matahari/surya. Matahari merupakan sumber energi terbesar. Sinar matahari dapat digunakan untuk memanasi, memberi penerangan dan menghasilkan listrik.

Menurut Hamdi, potensi tenaga matahari di Indonesia dalam menerima matahari harian persatuan luas $\pm 4,8$ kW/m². Penerimaan radiasi energi matahari di Indonesia lebih kecil

dibandingkan dengan Australia Tengah, Amerika Tengah, sebagian negara di Eropa ($> 6,0 \text{ kW/m}^2$), Arab Saudi, Mesir dan beberapa negara di Afrika ($5,5 \text{ kW/m}^2$). Namun, Indonesia menerima radiasi sepanjang tahun dengan waktu siang tahunan lebih panjang terhadap negara-negara subtropis (Hamdi, 2016: 245).

Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia, Ketenagalistrikan, Energi Baru dan Terbarukan dan Konservasi Energi (PPSDM KEBTKE) adalah suatu badan pengembangan Sumber Daya Manusia di bawah naungan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM). Badan pengembangan SDM Kementerian ESDM ini diharapkan dapat mewujudkan keamanan sumber daya pasokan energi yang optimal, peningkatan efisiensi energi terbarukan untuk masyarakat yang tidak mampu, serta menjaga kelestarian fungsi lingkungan hidup dalam rangka mendukung pembangunan skala nasional. PPSDM KEBTKE mengembangkan studi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk mengembangkan potensi energi terbarukan yang bersih tanpa emisi gas CO_2 .

PPSDM KEBTKE menggunakan energi surya untuk membantu suplai daya di gedung-gedungnya sebagai wujud pemanfaatan pemakaian energi terbarukan yang bersih dan ramah lingkungan. Pemakaian energi surya untuk pembangkitan energi listrik khususnya di Gedung Annex dimulai sejak 2012, pembangunan PLTS di Gedung Annex dirancang dengan kapasitas 15.400 Wp atau 15,4 kWp dengan sistem off grid. Luas total PLTS di Gedung Annex adalah $114,8 \text{ m}^2$. PLTS di Gedung Annex digunakan untuk sistem penerangan di lantai 1 dan lantai 2 pada Gedung Annex dengan total beban 4 kW.



Gambar 1.1. Data Penyinaran Matahari di Jakarta
Sumber: <http://data.jakarta.go.id>
Penelitian dilakukan pada bulan Desember

2018. Berdasarkan data penyinaran matahari di Jakarta, pada Desember penyinaran matahari rata-rata pertahun hanya 33,95%, dimana pada Desember termasuk bulan dengan intensitas penyinaran terendah dibandingkan dengan Agustus, September dan Oktober. Persentase penyinaran matahari tahunan tersebut akan mempengaruhi nilai irradiansi yang dihasilkan oleh *solar cell* yang kemudian akan mempengaruhi hasil produksi *solar cell*.

Hasil produksi final dari *solar cell* akan mempengaruhi nilai dari kinerja *solar cell*. Pada penelitian ini, peneliti bertujuan mengetahui nilai kinerja dari *solar cell* yang sebelumnya tidak diketahui. Perhitungan nilai kinerja atau rasio performa pada *solar cell* yang dilakukan dengan pengambilan sampel 4 hari, akan berfungsi untuk mengidentifikasi kegagalan pada komponen.

Perhitungan rasio performa yang digunakan mengacu pada standar IEC 61724. Nilai kinerja dari *solar cell* tersebut akan sangat dipengaruhi oleh nilai irradiansi matahari yang ditangkap oleh *solar cell*. Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis tertarik meneliti "Analisis Kinerja Solar Cell di Gedung Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia, Ketenagalistrikan, Energi Baru dan Terbarukan dan Konservasi Energi".

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode kualitatif dengan pendekatan deskriptif evaluasi. Data hasil penelitian akan menggambarkan kinerja dari solar cel di Gedung Annex PPSDM KEBTKE, kemudian data tersebut akan dievaluasi sesuai dengan standar IEC 61724.

Instrumen penelitian yang digunakan berupa data pengukuran irradiansi matahari, arus yang dihasilkan oleh modul surya dan tegangan yang dihasilkan oleh modul surya.

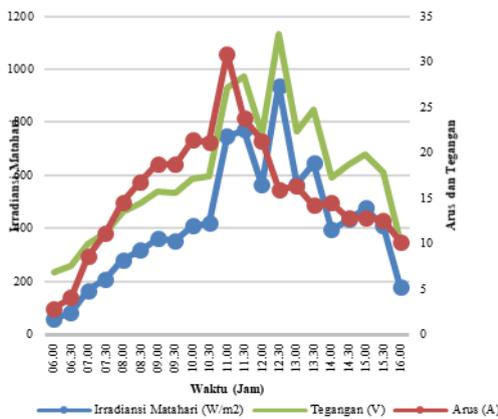
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengukuran Modul Surya

Pengukuran dilakukan dengan mengambil sampel pada 8 Desember 2018 dengan data pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Hasil Pengukuran Modul Surya

No.	Waktu	Irradiansi Matahari (W/m ²)	Arus (A)	Tegangan (V)
1	06.00	61	2,9	174,5
2	06.30	83	4,1	174,6
3	07.00	166	8,6	175,6
4	07.30	209	11,2	176,3
5	08.00	283	14,6	176,7
6	08.30	318	16,8	177,7
7	09.00	362	18,8	178,2
8	09.30	355	18,7	178,1
9	10.00	411	21,4	178,8
10	10.30	419	21,2	178,7
11	11.00	747	30,9	181,3
12	11.30	772	23,8	201,3
13	12.00	564	21,3	192,3
14	12.30	938	16,0	197,0
15	13.00	567	16,3	197,4
16	13.30	646	14,2	203,6
17	14.00	396	14,5	197,9
18	14.30	434	12,8	207,5
19	15.00	477	12,9	202,7
20	15.30	410	12,6	202,4
21	16.00	181	10,2	175,7



Gambar 4.1. Grafik Irradiansi Terhadap Arus dan Tegangan

Hasil Perhitungan Daya Input Modul Surya

Perhitungan daya input menggunakan rumus :

$$P_{in} = \text{Irradiansi matahari} \times \text{Luas modul surya}$$

$$P_{in} \text{ 06.00} = 61 \text{ W/m}^2 \times 114,8 \text{ m}^2 = 7.002,8 \text{ W}$$

$$P_{in} \text{ 07.00} = 166 \text{ W/m}^2 \times 114,8 \text{ m}^2 = 19.056,8 \text{ W}$$

$$P_{in} \text{ 08.00} = 283 \text{ W/m}^2 \times 114,8 \text{ m}^2 = 32.488,4 \text{ W}$$

$$P_{in} \text{ 09.00} = 362 \text{ W/m}^2 \times 114,8 \text{ m}^2 = 41.557,6 \text{ W}$$

$$P_{in} \text{ 10.00} = 411 \text{ W/m}^2 \times 114,8 \text{ m}^2 = 47.182,8 \text{ W}$$

$$P_{in} \text{ 11.00} = 747 \text{ W/m}^2 \times 114,8 \text{ m}^2 = 85.755,6 \text{ W}$$

1. Hasil Perhitungan Effisiensi Modul Surya

Perhitungan efisiensi modul surya dilakukan dengan rumus :

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

Dimana didapat nilai Pout rata-rata dalam sehari adalah 3.021,11 W dan Pin rata-rata dalam sehari adalah 656,94 W. Maka efisiensi modul surya dalam sehari rata-rata adalah :

$$\eta = \frac{656,94 \text{ W}}{3.021,11} \times 100\% = 6,65\%$$

2. Hasil Perhitungan Performa Rasio/Nilai Unjuk Kerja Solar Cell

Tabel 4.2. Sistem PLTS 15,4 kW di Gedung Annex

No.	Jam	Irradiansi Matahari (G) (W/m ²)	Ppv,max (W)	Ppv (W)
1	06.00	61	939,4	506,1
2	07.00	166	2.556,4	1.510,1
3	08.00	283	4.358,2	2.579,8
4	09.00	362	5.574,8	3.350,2
5	10.00	411	6.329,4	3.826,3
6	11.00	747	11.503,8	5.602,2
7	12.00	564	8.685,6	4.096
8	13.00	567	8.731,8	3.217,6
9	14.00	396	6.098,4	2.869,6
10	15.00	477	7.345,8	2.614,8
11	16.00	181	2.787,4	1.792,4

$$Y_f = \frac{31,97 \text{ kWh}}{15,4 \text{ kW}} = 2,08 \text{ jam}$$

$$Y_r = \frac{4,22 \text{ kWh/m}^2}{1 \text{ kW/m}^2} = 4,22 \text{ jam}$$

$$PR = \frac{2,08}{4,22} = 0,493 \text{ atau } 49,3\%$$

Nilai rasio performa pada Gedung Annex dinilai masih kurang baik yaitu 0,493 atau 49,3% jika mengacu kepada standar nilai rasio

performa yang baik yaitu 0,6 - 0,8 atau 60% - 80%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Nilai irradiansi matahari mengalami perubahan sesuai dengan kondisi cuaca pada hari tersebut dan perubahan tersebut mempengaruhi nilai arus dan tegangan yang dihasilkan oleh modul surya.
2. Nilai efisiensi modul surya rata-rata adalah 6,65%, nilai tersebut tidak mencapai nilai efisiensi maksimal pada modul surya. Hal tersebut dikarenakan nilai irradiansi matahari yang ditangkap oleh modul surya berubah-ubah sepanjang hari dan durasi pengukuran yang tidak *real time*.
3. Hasil final sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya menunjukkan nilai 2,12 jam untuk PV array jika beroperasi pada daya nominal untuk energi yang sama. Nilai ekuivalen pada irradiansi referensi adalah 4,65 jam.
4. Rasio performa yang dihasilkan adalah 47%. Nilai rasio performa tersebut masih berada di bawah nilai pada umumnya, yaitu 60% - 80%. Hal ini dapat disebabkan karena komponen baterai yang sudah terisi penuh, sehingga energi yang didapatkan oleh modul surya tidak dapat disimpan lagi oleh baterai.

SARAN

Berdasarkan pembahasan dari hasil perhitungan dan kesimpulan yang didapat, peneliti memiliki saran sebagai berikut:

1. Melakukan perawatan dan pemeliharaan rutin pada modul surya di Gedung Annex PPSDM KEBTKE.
2. Menjadwalkan pengecekan berkala pada tiap-tiap komponen PLTS di Gedung Annex PPSDM KEBTKE.

DAFTAR PUSTAKA

- _____. 2017. *Performance Ratio*, <https://www.solarserver.com/knowledge/lexicon/p/performance-ratio.html>, diakses pada 5 Agustus 2018.
- Hamdi. 2016. *Energi Terbarukan*. Edisi Pertama. Jakarta: Kencana.
- Jubilee Enterprisee. 2010. *Teknik Menghemat Baterai*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- Kho, Didin. 2018. *Pengertian Sel Surya (Solar Cell) dan Prinsip Kerjanya*,

<https://teknikelektronika.com/pengertian-sel-surya-solar-cell-prinsip-kerja-sel-surya/>, diakses pada 26 Juli 2018.

- Luque, Antoni, Steven Hegedus, ed. 2003. *Handbook of Photovoltaic Science and Engineering*. England: John Wiley & Sons Ltd.
- Ramadhan, Anwar Ilman, dkk. 2016. *Analisis Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 50 WP*. Teknik. 37(2): 59-63.
- Rusman. 2015. *Pengaruh Variansi Beban Terhadap Efisiensi Solar Cell Dengan Kapasitas 50 WP*. Turbo. 4(2): 84-90.
- Sunaryo, Joko Setiono. 2014. *Analisis Daya Listrik yang Dihasilkan Panel Surya Ukuran 216 Cm x 121 Cm Berdasarkan Intensitas Cahaya*. Simposium Nasional Teknologi Terapan. 2: M29-M37.
- Winasis, dkk. 2014. *Evaluasi Unjuk Kerja Sistem Photovoltaic 12 KWp Pada Pembangkit Listrik Hibrida Surya - Angin Pantai Baru Bantul*. Prosiding Seminar Nasional Teknik: 114-119.