

The Comparison of Performance Polycrystalline and Amorphous Solar Panels under Malang City Weather Conditions

(Perbandingan Kinerja Panel Surya Tipe Polycrystalline dan Amorphous dibawah Kondisi Cuaca Kota Malang)

Kris Witono¹, Asrori Asrori², Agus Harijono³

^{1,2,3} Politeknik Negeri Malang, Indonesia



kris.witono@polinema.ac.id

Abstract

Amorphous Silicon type solar panels, which had a bad reputation in the past, are now considered very reliable, with several significant advantages over Mono Crystalline and Polycrystalline solar panels. Research on the effectiveness of the capture power of Amorphous Silicon compared to Silicon Crystalline solar panels types is still not much done. The purpose of this study was to explain the effect of solar radiation on the capture power of polycrystalline and amorphous solar panels. This research method includes solar panel installation, measurement of solar radiation, measurement of the resulting current and voltage, data analysis, discussion, and conclusions. The independent variables of the study were the resulting current and voltage, and the type of solar panels (Polycrystalline and Amorphous). The dependent variable of this research are actual power and efficiency. The results showed that the greater the solar radiation, the higher the actual power and efficiency produced by the solar panels. Polycrystalline type solar panels are capable of producing higher average actual power and average efficiency, namely 86.83 W and 11.92%, compared to amorphous solar panels, namely 43.88 W and 6.01%.

Keywords: Monocrystalline, Polycrystalline, Normalized Power Output Efficiency, Performance Ratio

ARTICLE INFO

Article history:

Received

January 14, 2020

Revised

January 25, 2020

Accepted

February 12,

2021

Published by

ISSN

Website

This is an open access article under the CC BY SA license

CV. Creative Tugu Pena

2774-4299

<https://www.attractivejournal.com/index.php/bse/>

<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



PENDAHULUAN

Salah satu masalah terbesar yang dihadapi oleh negara-negara di dunia termasuk Indonesia adalah masalah energi. Potensi rata-rata energi radiasi di Indonesia sekitar 4,8 kWh/m²/hari. Sehingga pemanfaatan energi surya sangat cocok menjadi alternatif sumber energi baru dan terbarukan baik skala rumah tangga maupun skala PLTS. Dua jenis panel surya yang paling banyak diproduksi yaitu jenis *Mono Crystalline* dan *Poly Crystalline*. Terdapat varian panel surya jenis *Amorphous Silicon* yang dulu memiliki reputasi buruk, kini dengan perkembangan teknologi dianggap sangat andal dan memiliki beberapa keunggulan signifikan dibandingkan panel surya *Mono Crystalline* dan *Poly Crystalline*. Kenyataan inilah yang melandasi untuk dilakukan penelitian mengenai perbandingan kinerja panel surya tipe *Poly Crystalline* dan *Amorphous*, khususnya dibawah kondisi cuaca Kota Malang. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mengetahui karakteristik dua jenis panel surya tersebut.

Kinerja (*performance*) dari suatu produk panel surya dapat dilakukan baik dilakukan secara laboratorium (*indoor*) ataupun dilakukan pengujian secara eksperimental di lapangan (*outdoor*). Pada kondisi pengujian standar atau istilahnya *Standard Test Conditions* (STC) biasanya dinilai menggunakan titik operasi tunggal pada kondisi pengujian standar uji sesuai dengan standar IEC 61215. Kondisi standar yang dimaksud dalam STC ini meliputi : (a) radiasi penyinaran (*irradiance*) = 1000 W/m², merupakan besaran radiasi matahari puncak pada permukaan langsung menghadap matahari pada kondisi suatu hari tanpa awan. (b) suhu permukaan = 25 °C. (c) *Air mass* (AM) = 1,5 G, merupakan kondisi spektrum cahaya yang secara simulasi mendekati sinar matahari. Metode pengujian unjuk kerja semacam ini sangat membantu dalam perancangan sistem instalasi panel surya (PLTS) dalam membandingkan *performance* panel surya dari produsen yang berbeda, serta memperkirakan berapa besarnya energi listrik yang dihasilkan oleh modul. Namun, prediksi hasil energi yang akurat juga perlu mempertimbangkan fakta bahwa efisiensi yang dipasang akan tergantung pada lokasi instalasi, suhu pengoperasian panel, tingkat radiasi, spektrum radiasi, kecepatan angin dan sudut datang dan beberapa faktor-faktor lainnya. Hal ini menyebabkan efisiensi aktual berbeda dari efisiensi terukur di label spesifikasi yang dikeluarkan pabrikan.

Parameter kinerja sebuah panel surya dipengaruhi oleh banyak faktor diantaranya jenis panel, luasan, radiasi matahari, temperature lingkungan, cuaca dan faktor lainnya. Supaya untuk memudahkan dalam perencanaan instalasi panel surya biasanya pabrikan mencantumkan indikator performansi berupa efisiensi panel (*cell efficiency*) seperti yang tertera di label spesifikasi. Parameter *output* dari sebagian besar panel surya diukur di bawah *Standard Test Conditions* (STC). Efisiensi panel dalam kondisi STC (η_{STC}) dapat dihitung berdasarkan persamaan sebagai berikut (Duffie, 2006),

- Daya maksimum dalam STC (P_{max})

$$P_{max} = V_{max} \times I_{max} \quad (1)$$

- Efisiensi panel dalam STC (η_{STC})

$$\eta_{STC} = \left(\frac{P_{max}}{A \times 1000} \right) \times 100 \quad (2)$$

Dimana; P_{max} , V_{max} , I_{max} masing-masing adalah daya, tegangan dan arus maksimum dalam kondisi STC (tertera dalam label spesifikasi panel surya), η_{STC} adalah efisiensi panel dalam kondisi STC (%), dan A adalah luasan panel (m²)

Efisiensi sebuah panel dari pabrikan ini saja tidak cukup untuk memberikan gambaran yang sesungguhnya suatu sistem instalasi panel surya di lapangan. Ketidakkonstanan nilai *output* (tegangan dan arus) panel surya tergantung pada banyak faktor diantaranya radiasi matahari, G dan temperatur panel maupun temperatur lingkungan. Oleh karena itu dalam aplikasinya di lapangan suatu instalasi panel surya diperlukan adanya pengujian/pengukuran untuk mengetahui kondisi *real/actual* dari kinerja panel surya tersebut. Parameter kinerja (*performance*) yang dimaksud adalah berupa efisiensi konversi panel/efisiensi sistem instalasi (*module conversion efficiency*) dan efisiensi daya normalisasi (*normalized power output efficiency*) dimana parameter tersebut sesuai dengan persamaan berikut,

- Efisiensi konversi panel (η_p)

$$\eta_p = \frac{P_{act}}{G \times A} \times 100 \quad (3)$$

- Efisiensi daya normalisasi (η_n)

$$\eta_n = \frac{P_{act}}{P_{max}} \times 100 \quad (4)$$

Dimana ; η_p adalah efisiensi konversi panel surya kondisi pengukuran di lapangan (%), η_n adalah efisiensi daya normalisasi yaitu perbandingan daya pengukuran output panel dibanding daya maksimal panel dalam kondisi STC (%), P_{act} adalah daya *output* terukur dari panel (Watt), dan G adalah radiasi matahari (W/m²).

Penelitian mengenai peningkatan efisiensi sel surya akibat pengaruh dari berbagai parameter telah dilakukan oleh banyak peneliti. El-Adaw dan Shalaby (2015) melakukan penelitian dengan tujuan menganalisa pengaruh radiasi matahari dan waktu lokal (*local daytime*) terhadap variasi temperatur pada sel surya. Penelitian dilakukan di dua negara yang berbeda yaitu hongkong dan mesir ini, menyimpulkan bahwa temperatur sel surya merupakan fungsi korelasi nilai maksimum dari radiasi global matahari, koefisien pendinginan (*cooling coefficient*), parameter optikal, parameter fisikal dan parameter geometri dari *solar cell*. Nogueira et al. (2015), membandingkan unjuk kerja panel surya tipe mono dan polikristal untuk aplikasi sistem pompa air di Brasil. Tipe polikristal menghasilkan efisiensi total yang lebih tinggi dan biaya yang lebih rendah per volume air yang dipompa. Efisiensi yang dihasilkan tipe poly dan monokristal masing-masing adalah 9,40% dan 6,57%.

Beberapa peneliti lokal (Indonesia) juga melakukan eksperimen mengenai pengaruh temperatur pada permukaan panel surya diantaranya; Khwee (2013) melakukan pengamatan pada panel surya tipe monokristal berkapasitas 1 kWp yang berada di Pontianak. Hasilnya menunjukkan pengaruh temperatur terhadap daya listrik rata-rata yang diproduksi oleh panel surya 1 kW dari bulan Januari – Desember terjadi penurunan produksi listrik oleh panel surya sebesar $-0.7113 \text{ W/}^{\circ}\text{C}$. Semakin tinggi temperatur lingkungan sekitar panel surya, daya listrik yang dihasilkan oleh semakin berkurang. Rizali dan Irwandy (2015) melakukan pengujian sel surya secara lab dan lingkungan nyata. Hasil yang didapat menunjukkan pada kondisi rentang temperatur $<56^{\circ}\text{C}$, daya keluaran akan meningkat seiring dengan kenaikan temperatur permukaan sel surya. Sedangkan dalam kondisi nyata terdapat fluktuasi daya keluaran sel surya dikarenakan faktor lingkungan. Daya keluaran eksperimen dengan lampu H4 adalah maksimal 35% dari daya keluaran dengan sinar matahari langsung.

METODE

Penelitian dilakukan diluar ruangan (*outdoor condition*), di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang (7,944 LS ; 112,613 BT). Radiasi matahari atau intensitas cahaya matahari yang dimaksud dalam penelitian ini adalah radiasi global disebut juga *Global Horizontal Irradiance* (GHI), dimana dalam pengukurannya menggunakan *Solar Power Meter* dengan satuan ukur W/m^2 . Daya aktual (P_{act}) merupakan daya keluaran panel surya ketika tersambung dengan beban berupa lampu. Faktor utama yang mempengaruhi intensitas radiasi matahari adalah pengaruh cuaca, yaitu kondisi mendung (*cloud day*) atau kondisi cerah (*clear day*). Sehingga dalam pengujian ini variasi pembacaan radiasi matahari ini dilakukan dalam interval setiap 10 menit dengan rentang pembacaan antara $450 - 1100 \text{ W/m}^2$.

Pengujian panel surya dilakukan secara *outdoor* seperti tampak dalam Gbr. 1, penelitian diharapkan mampu memberikan gambaran informasi data yang nyata mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi performansi/kinerja dari panel surya. Selanjutnya dari pengujian tersebut diambil data untuk diolah menjadi suatu grafik agar dapat dilakukan analisis sesuai dengan kondisi yang ada dilapangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Potensi Energi Radiasi Matahari

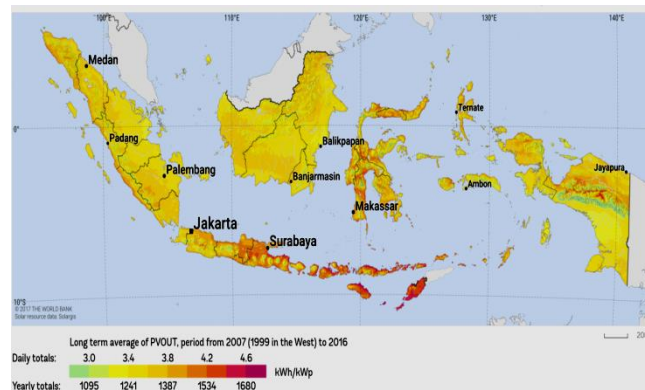
Indonesia merupakan negara khatulistiwa yang berada pada $11^{\circ}\text{LS}-6^{\circ}\text{LU}$ dan $95^{\circ}\text{BT}-141^{\circ}\text{BB}$. Indonesia memiliki iklim tropis dengan dua musim sepanjang tahunnya yaitu musim kering (kemarau) dan musim basah (hujan). Letak geografis yang berada di ekuator ini menjadikan Indonesia salah satu daerah yang memiliki potensi energi matahari yang cukup besar karena mendapat sinar matahari sepanjang tahun. Data radiasi matahari global untuk beberapa kota di wilayah Indonesia ditunjukkan dalam tabel 2. Data

yang diolah dari <http://www.opensolardb.org> merupakan data yang menunjukkan rata-rata radiasi matahari global per hari kWh/m² untuk setiap bulan dalam setahun yang berdasarkan pengukuran di lapangan. Data tersebut diambil selama periode 3 tahun yaitu 2010-2013.

Tabel . Radiasi matahari global (kWh/m²/hari) di beberapa kota di Indonesia.

KOTA	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
Bali	5,489	5,639	6,169	5,950	5,839	5,561	5,861	6,550	7,189	7,269	6,561	5,700
Bandar Lampung	4,831	4,919	5,031	4,889	4,511	4,339	4,411	4,850	5,300	5,211	4,961	4,703
Bandung	4,311	4,581	5,031	5,011	4,850	4,669	4,969	5,531	5,950	5,689	5,050	4,719
Batam	4,250	5,131	5,031	4,831	4,531	4,331	4,250	4,369	4,489	4,519	4,019	3,769
Bekasi	4,250	4,750	5,189	5,219	5,100	4,931	5,261	5,919	6,289	5,811	5,000	4,450
Bogor	4,189	4,289	4,800	4,831	4,711	4,564	4,800	5,239	5,600	5,339	4,781	4,581
Depok	4,250	4,750	5,189	5,219	5,100	4,931	5,261	5,919	6,289	5,811	5,000	4,450
Jakarta	4,250	4,739	5,189	5,219	5,100	4,931	5,261	5,919	6,289	5,811	5,000	4,450
Makasar	4,550	4,811	5,369	5,711	5,619	5,369	5,581	6,289	6,711	6,539	5,561	4,389
Malang	4,400	4,419	4,581	4,611	4,589	4,419	4,564	5,089	5,631	5,639	5,050	4,683
Medan	4,889	5,289	5,331	4,911	4,772	4,989	4,719	4,531	4,431	4,181	4,119	4,269
Padang	4,869	5,281	5,200	5,111	5,031	4,961	4,850	4,831	4,900	4,842	4,500	4,550
Palembang	4,119	4,650	4,661	4,650	4,431	4,369	4,419	4,842	4,961	4,731	4,361	4,081
Pekan Baru	4,469	5,000	5,039	4,989	4,811	4,761	4,772	4,781	4,861	4,850	4,450	4,211
Semarang	4,181	4,539	5,419	5,561	5,500	5,289	5,731	6,369	6,839	6,389	5,350	4,611
Surabaya	4,861	5,119	5,731	5,650	5,639	5,439	5,811	6,519	7,050	6,719	5,781	4,989
Tangerang	4,250	4,750	5,189	5,219	5,100	4,931	5,261	5,919	6,289	5,811	5,000	4,450
Yogyakarta	4,200	4,369	4,461	4,600	4,581	4,419	4,650	5,089	5,489	5,361	4,689	4,519

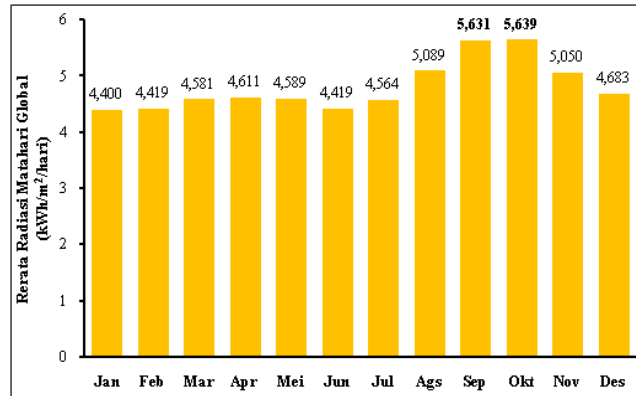
Sumber energi matahari yang tersebar diseluruh wilayah Indonesia tersebut, sangat berpotensi untuk dikembangkan PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) ataupun dimanfaatkan dengan melalui metode pemasangan panel surya atap (*solar rooftop*) untuk kapasitas rumah tangga di Indonesia. Potensi energi listrik (kWh) yang mampu dibangkitkan oleh instalasi panel surya (*Photovoltaic Modul*) diseluruh wilayah Indonesia dapat dilihat dalam Gbr.3.



Gambar 2. Potensi rata-rata energi listrik yang dihasilkan oleh instalasi panel surya (kWh/kWp) di Indonesia (<https://globalsolaratlas.info/>)

Gbr.2 menunjukkan untuk pemasangan panel surya berkapasitas 1 kWp di Indonesia dapat menghasilkan energi harian antara 3,4 kWh hingga 4,2 kWh. Dengan demikian, potensi energi listrik yang dibangkitkan oleh sebuah instalasi surya atap (*solar rooftop*) kapasitas 1 kWp saja cukup untuk memenuhi konsumsi energi listrik untuk setiap rumah tangga. Hal ini berdasarkan data kebutuhan energi listrik rata-rata per kapita penduduk Indonesia selama tahun 2018 yang hanya 1,064 kWh.

Sedangkan potensi radiasi matahari selama satu tahun di kota Malang (7,98 °LS dan 112,62 °BT) dimana penelitian ini dilakukan dapat dilihat dalam Gbr.4. Dari grafik (Gbr. 3) dapat diketahui potensi rata-rata radiasi matahari global harian di kota Malang dapat mencapai 4,806 kWh/m², dimana rata-rata radiasi matahari tertinggi terjadi pada bulan September dan Oktober, masing-masing adalah 5,631 kWh/m² dan 5,639 kWh/m².



Gambar 3. Rata-rata harian radiasi matahari global ($\text{kWh/m}^2/\text{hari}$) selama satu tahun di kota Malang

Karakteristik Daya Aktual (P_{act}) dan Efisiensi (η) Panel *Polycrystalline*

Tabel 3 menunjukkan hasil pengukuran dari radiasi matahari (G), arus (I) dan tegangan (V) dari panel surya jenis *polycrystalline*.

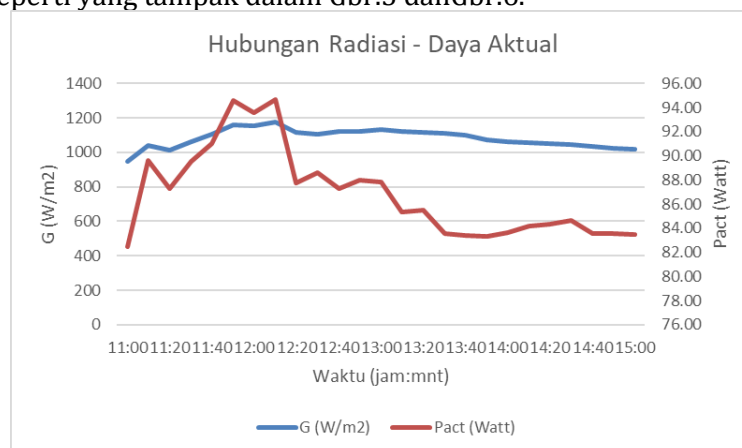
Tabel 3. Data pengukuran G - V - I panel *polycrystalline*

Waktu (jam:menit)	G (W/m^2)	I_{act} (Amp)	V_{act} (Volt)	P_{act} (Watt)	η (%)
11:00	947	4,76	17,33	82,47	12,93
11:10	1041	5,24	17,10	89,60	12,78
11:20	1014	5,08	17,19	87,30	12,79
11:30	1063	5,22	17,16	89,58	12,51
11:40	1104	5,31	17,14	91,00	12,24
11:50	1162	5,55	17,04	94,60	12,09
12:00	1155	5,51	16,98	93,56	12,03
12:10	1175	5,59	16,94	94,67	11,97
12:20	1115	5,22	16,81	87,77	11,69
12:30	1107	5,31	16,69	88,62	11,89
12:40	1121	5,27	16,56	87,26	11,56
12:50	1124	5,35	16,45	88,01	11,63
13:00	1131	5,36	16,38	87,81	11,53
13:10	1120	5,22	16,35	85,33	11,32
13:20	111	5,21	16,42	85,54	11,40

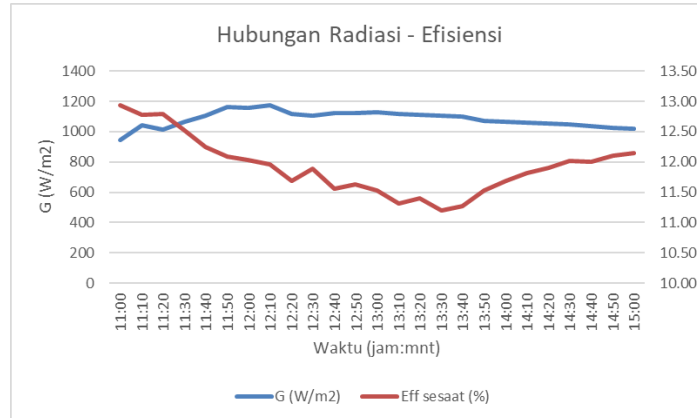
	4				
13:30	1108	5,08	16,45	83,58	11,20
13:40	1099	5,06	16,48	83,38	11,27
13:50	1074	5,04	16,54	83,36	11,53
14:00	1063	5,03	16,63	83,64	11,69
14:10	1058	5,03	16,73	84,16	11,81
14:20	1052	5,02	16,80	84,34	11,91
14:30	1046	5,02	16,86	84,65	12,02
14:40	1034	4,93	16,95	83,56	12,00
14:50	1026	4,91	17,03	83,60	12,10
15:00	1020	4,87	17,14	83,46	12,15
Rata-rata	1082,92	5,17	16,81	86,83	11,92

Daya aktual (P_{act}) merupakan hasil perhitungan dari pengukuran tegangan dan arus dari instalasi panel surya terpasang. Dari hasil perhitungan daya aktual (P_{act}) dapat dihitung besarnya efisiensi (η) yang merupakan perbandingan antara daya aktual dan daya input yang diterima. Daya input merupakan hasil perhitungan dari besarnya radiasi yang diterima (G) dan luasan panel surya (A). Dari pengujian panel surya selama 4 jam (11.00 – 15.00) diperoleh harga rata-rata radiasi matahari, tegangan keluaran, arus, daya aktual, dan efisiensi pada panel surya *polycrystalline* masing-masing adalah $G = 1082,92 \text{ W/m}^2$, $I_{act} = 5,17 \text{ A}$, $V_{act} = 16,81 \text{ V}$, $P_{act} = 86,83 \text{ W}$, dan $\eta = 11,92 \%$.

Selanjutnya untuk menganalisa kecenderungan dan pengaruhnya data pengukuran radiasi matahari terhadap daya aktual, dan efisiensi pada panel surya *polycrystalline*, maka dibuat grafik seperti yang tampak dalam Gbr.5 dan Gbr.6.



Gambar 5. Grafik pengaruh radiasi terhadap daya aktual panel surya *polycrystalline*



Gambar 6. Grafik pengaruh radiasi terhadap efisiensi panel surya *polycrystalline*

Pada grafik dalam Gambar 5, terlihat bahwa saat terjadi kenaikan besarnya radiasi matahari yang diterima, maka terjadi kenaikan daya aktual yang dihasilkan oleh panel surya sampai pada waktu tertentu, kemudian daya aktual mengalami penurunan yang signifikan walaupun besarnya radiasi matahari yang diterima hanya sedikit mengalami penurunan. Pada grafik dalam Gambar 6, terlihat bahwa pada saat terjadi kenaikan besarnya radiasi matahari yang diterima, maka terjadi penurunan efisiensi panel surya, kemudian setelah berangsur-angsur besarnya radiasi matahari yang diterima mengalami penurunan, maka terjadi kenaikan efisiensi panel surya kembali.

Karakteristik Daya Aktual (P_{act}) dan Efisiensi (η) Panel *Amorphous*

Tabel 4 menunjukkan hasil pengukuran dari radiasi matahari (G), arus (I) dan tegangan (V) dari panel surya jenis *amorphous*.

Tabel 4. Data pengukuran G - V - I panel *amorphous*

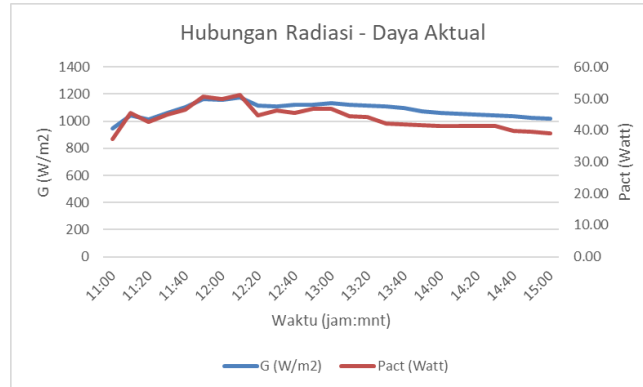
Waktu (jam:m nt)	G (W/m ²)	I _{act} (Amp)	V _{act} (Volt)	P _{act} (Watt)	η (%)
11:00	947	2,16	17,25	37,26	5,84
11:10	1041	2,64	17,18	45,36	6,47
11:20	1014	2,48	17,21	42,68	6,25
11:30	1063	2,62	17,20	45,06	6,30
11:40	1104	2,71	17,19	46,59	6,27
11:50	1162	2,95	17,16	50,63	6,47
12:00	1155	2,91	17,14	49,89	6,41
12:10	1175	2,99	17,13	51,22	6,47
12:20	1115	2,62	17,09	44,78	5,96
12:30	1107	2,71	17,05	46,21	6,20
12:40	112	2,67	17,01	45,42	6,02

	1				
12:50	112 4	2,75	16,98	46,69	6,17
13:00	113 1	2,76	16,96	46,80	6,15
13:10	112 0	2,62	16,95	44,40	5,89
13:20	111 4	2,61	16,97	44,29	5,90
13:30	110 8	2,48	16,98	42,11	5,64
13:40	109 9	2,46	16,99	41,79	5,65
13:50	107 4	2,44	17,01	41,49	5,74
14:00	106 3	2,43	17,03	41,39	5,78
14:10	105 8	2,43	17,07	41,47	5,82
14:20	105 2	2,42	17,09	41,35	5,84
14:30	104 6	2,42	17,11	41,40	5,88
14:40	103 4	2,33	17,13	39,92	5,73
14:50	102 6	2,31	17,16	39,63	5,74
15:00	102 0	2,27	17,19	39,03	5,68
Rata-rata	1082,9 2	2,57	17,09	43,88	6,01

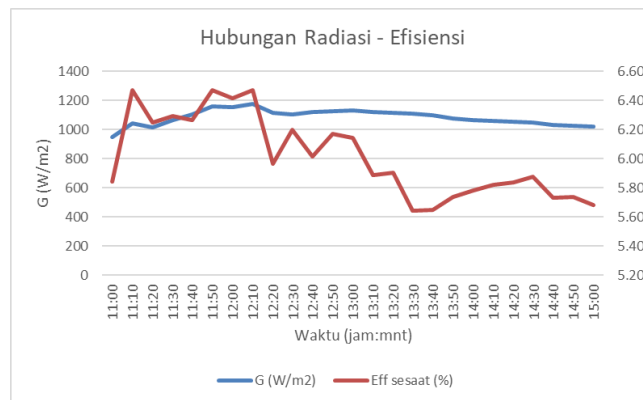
Daya aktual (P_{act}) merupakan hasil perhitungan dari pengukuran tegangan dan arus dari instalasi panel surya terpasang. Dari hasil perhitungan daya aktual (P_{act}) dapat dihitung besarnya efisiensi (η) yang merupakan perbandingan antara daya aktual dan daya input yang diterima. Daya input merupakan hasil perhitungan dari besarnya radiasi yang diterima (G) dan luasan panel surya (A).

Dari pengujian panel surya selama 4 jam (11.00 – 15.00) diperoleh harga rata-rata radiasi matahari, tegangan keluaran, arus, daya aktual, dan efisiensi pada panel surya *amorphous* masing-masing adalah $G = 1082,92 \text{ W/m}^2$, $I_{act} = 2,57 \text{ A}$, $V_{act} = 17,09 \text{ V}$, $P_{act} = 43,88 \text{ W}$, dan $\eta = 6,01 \%$.

Selanjutnya untuk menganalisa kecenderungan dan pengaruhnya data pengukuran radiasi matahari terhadap daya aktual, dan efisiensi pada panel surya *amorphous*, maka dibuat grafik seperti yang tampak dalam Gbr.7 dan Gbr.8.



Gambar 7. Grafik pengaruh radiasi terhadap daya aktual panel surya *amorphous*

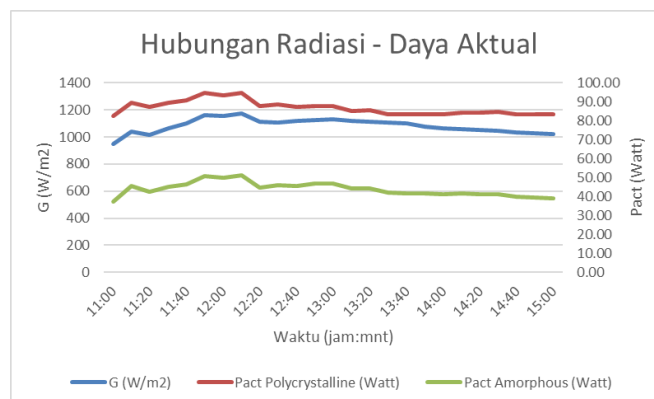


Gambar 8. Grafik pengaruh radiasi terhadap efisiensi panel surya *amorphous*

Pada grafik dalam Gambar 7, terlihat bahwa kenaikan atau penurunan daya aktual yang dihasilkan oleh panel surya hampir sebanding dengan kenaikan atau penurunan besarnya radiasi matahari yang diterima. Pada grafik dalam Gambar 8, terlihat bahwa saat terjadi kenaikan besarnya radiasi matahari yang diterima, maka terjadi kenaikan efisiensi panel surya sampai pada waktu tertentu, kemudian efisiensi panel surya mengalami penurunan yang signifikan walaupun besarnya radiasi matahari yang diterima hanya sedikit mengalami penurunan.

Kinerja Panel Surya Jenis *Polycrystalline* dan *Amorphous*

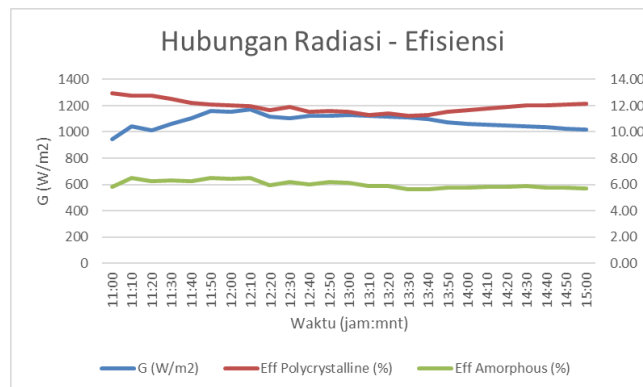
Grafik pada Gambar 5 dan Gambar 7 diperbandingkan, seperti tampak pada Gambar 9, agar dapat diketahui perbedaan daya aktual yang dihasilkan oleh panel surya jenis *polycrystalline* dan *amorphous*.



Gambar 9. Grafik perbandingan daya aktual panel surya *polycrystalline* dan *amorphous*

Daya aktual rata-rata yang dihasilkan oleh panel surya jenis *polycrystalline* lebih besar daripada panel surya jenis *amorphous*, yaitu sebesar 86,83 W berbanding 43,88 W. Perbedaan kapasitas panel surya, yakni jenis *polycrystalline* yang berkapasitas 100 Wp dan jenis *amorphous* berkapasitas 88 Wp, tentu juga ikut berpengaruh terhadap peningkatan daya aktual yang dihasilkan. Jadi dapat disimpulkan bahwa panel surya *polycrystalline* lebih banyak mengubah radiasi sinar matahari menjadi daya listrik daripada panel surya jenis *amorphous*. Dari grafik tersebut terlihat bahwa kenaikan atau penurunan daya aktual yang dihasilkan oleh kedua jenis panel surya hampir sebanding dengan kenaikan atau penurunan besarnya radiasi matahari yang diterima.

Grafik pada Gambar 6 dan Gambar 8 diperbandingkan, seperti tampak pada Gambar 10, agar dapat diketahui perbedaan efisiensi panel surya jenis *polycrystalline* dan *amorphous*.



Gambar 10. Grafik perbandingan efisiensi panel surya *polycrystalline* dan *amorphous*

Perbedaan kapasitas panel surya, yakni jenis *polycrystalline* yang berkapasitas 100 Wp dan jenis *amorphous* berkapasitas 88 Wp, tentu juga berpengaruh terhadap peningkatan daya aktual yang dihasilkan. Agar lebih obyektif, maka perlu dibandingkan besarnya harga efisiensi yang dihasilkan oleh kedua jenis panel surya tersebut, dimana harga efisiensi tidak dipengaruhi oleh besarnya kapasitas terpasang dari kedua jenis panel surya tersebut. Dari perbandingan rata-rata efisiensi kedua jenis panel surya tersebut, didapatkan bahwa efisiensi panel surya jenis *polycrystalline* lebih besar daripada panel surya jenis *amorphous*, yaitu sebesar 11,92 % dibandingkan dengan 6,01 %. Jadi dapat disimpulkan bahwa panel surya *polycrystalline* lebih efisien untuk mengubah radiasi sinar matahari menjadi daya listrik daripada panel surya jenis *amorphous*. Dari grafik dalam Gambar 10, terlihat bahwa saat terjadi kenaikan besarnya radiasi matahari yang diterima, maka terjadi kenaikan efisiensi panel surya jenis *polycrystalline* sampai pada waktu tertentu, kemudian mengalami penurunan yang signifikan walaupun besarnya radiasi matahari yang diterima hanya sedikit mengalami penurunan. Hal tersebut berbeda dengan panel surya jenis *amorphous*, kenaikan dan penurunan efisiensi yang terjadi akibat kenaikan dan penurunan besarnya radiasi yang diterima relatif stabil. Jadi panel surya jenis *amorphous* menghasilkan harga efisiensi yang lebih stabil dibandingkan panel surya jenis *polycrystalline* pada saat menerima radiasi matahari.



Gambar 1. Instalasi peralatan pengujian panel surya

Panel surya tipe *Polycrystalline* yang digunakan dalam penelitian ini berkapasitas *Peak Power* (P_{max}) sebesar 100 WP, sedangkan panel surya tipe *Amorphous* berkapasitas *Peak Power* (P_{max}) sebesar 88 WP.

KESIMPULAN

Besarnya radiasi matahari berpengaruh terhadap daya aktual yang dihasilkan oleh panel surya. Semakin besar radiasi matahari, maka semakin tinggi daya yang dihasilkan oleh panel surya. Panel surya jenis *polycrystalline* mampu menghasilkan daya aktual rata-rata yang lebih tinggi daripada panel surya jenis *amorphous*, yaitu 86,83 W untuk panel surya jenis *polycrystalline* dan 43,88 W panel surya jenis *amorphous*. Akan tetapi karena adanya perbedaan kapasitas panel surya, yakni jenis *polycrystalline* yang berkapasitas 100 Wp dan jenis *amorphous* berkapasitas 88 Wp, maka perlu dibandingkan besarnya harga efisiensi yang dihasilkan oleh kedua jenis panel surya tersebut agar lebih obyektif, dimana harga efisiensi tidak dipengaruhi oleh besarnya kapasitas kedua jenis panel surya tersebut. Panel surya jenis *polycrystalline* memiliki nilai rata-rata efisiensi (η) yang lebih tinggi daripada panel surya jenis *amorphous*, yaitu 11,92% untuk panel surya jenis *polycrystalline* dan 6,01% panel surya jenis *amorphous*. Akan tetapi, panel surya jenis *amorphous* menghasilkan harga efisiensi yang lebih stabil dibandingkan panel surya jenis *polycrystalline* terhadap perubahan besarnya radiasi matahari yang diterima.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhsassi, M, El Fathi, A, Erraissi, N, Aarich N, Bennouna, A, Raoufi, M & Outzourhit, A 2018, 'Experimental investigation and modeling of the thermal behavior of a solar PV module', Solar Energy Materials and Solar Cells, Vol. 180, pp 271–279.
- Andriawan, AH & Slamet, P 2017, 'Tegangan Keluaran Solar Cell Type Monocrystalline Sebagai Dasar Pertimbangan Pembangkit Tenaga Surya', Jurnal Penelitian LPPM, Untag Surabaya, September 2017, Vol.02, No. 01, hal 39– 45.
- Bayrak, F, Ertürk, G, Oztop, HF 2017, 'Effects of partial shading on energy and exergy efficiencies for photovoltaic panels', J. Clean Prod. 164, 58–69.
- Darmanto, M. dan Yohana, Eflita. 2011. Uji Eksperimental Pengaruh Sudut Kemiringan Modul Surya 50 Watt-Peak Dengan Posisi Mengikuti Pergerakan Arah Matahari. Undergraduate Thesis, Mechanical Engineering Departement, Faculty Engineering of Diponegoro University.
- Duffie, JA & Beckman, WA 2006, *Solar Engineering of Thermal Processes*, 3rd Edition. John Wiley and Sons Inc, New York, John Wiley and Sons, pp. 928.
- El-Adaw, MK & Ed Shalaby, SA 2015, 'Effect of Solar Cell Temperature on its Photovoltaic Conversion Efficiency', International Journal of Scientific & Engineering Research, Vol.6, Issue 3, ISSN 2229-5518.

- Green, MA 1995, *Silicon Solar Cells : Advanced Principles and Practice*, Bridge Printery, Sydney.
- Jansen, TJ, Arismunandar, W 1985, *Solar Engineering Technology (Teknologi Rekayasa Surya)*, PT. Pradnya Paramita Press, Jakarta.
- Khwee, KH2013, 'Pengaruh Temperatur Terhadap Kapasitas Daya Panel Surya (Studi Kasus: Pontianak)', *Jurnal ELKHA* Vol.5, No 2, Oktober 2013.
- Muchammad, M., & Yohana, E. 2010. Pengaruh Suhu Permukaan Photovoltaic Module 50 Watt Peak Terhadap Daya Keluaran Yang Dihasilkan Menggunakan Reflektor Dengan Variasi Sudut Reflektor. *ROTASI*, 12(3), 14-18.
- Nogueira, CAC, Bedin, J, Niedzialkoski, RK, de Souza, SNM & Neves, JCM 2015, 'Performance of monocrystalline and polycrystalline solar panels in a water pumping system in Brazil', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol.51, pp 1610–1616.
- Rizali, M & Irwandy, 2015, 'Pengaruh Temperatur Permukaan Sel Surya Terhadap Daya pada Kondisi Eksperimental dan Nyata', *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV (SNTTM XIV)*, Banjarmasin, 7-8 Oktober 2015.
- Suryana, D & Ali, MM 2016, 'Pengaruh temperatur/suhu terhadap tegangan yang dihasilkan panel surya jenis monokristalin (studi kasus: Baristand Industri Surabaya', *Jurnal Teknologi Proses dan Inovasi Industri*, Vol. 02, No.1, November 2016.
- Ya'acob M.E, Hizam H, Bakri M 2014, 'Performance Test Conditions for Direct Temperature Elements of Multiple PV Array configurations in Malaysia', *Energy Procedia* 61 (2014) 2387 – 2390.

Copyright Holder :

© Witono, K., Asrori A., & Harijono, A. (2021)

First Publication Right :

© Bulletin of Science Education

This article is under:

CC BY SA