



Pengaruh iradiasi dan temperatur terhadap efisiensi daya keluaran pada pemodelan *photovoltaic canadian solar 270 wp*

Mochammad Iedvan Maulana*, Viktor Naubnome, Jojo Sumarjo
Jurusan Teknik Mesin, Universitas Singaperbangsa Karawang
Karawang, 41361, Indonesia
***Email:** 1710631150100@student.unsika.ac.id

Abstrak

Matahari sebagai sumber energi yang tidak terbatas sangat menguntungkan terhadap Indonesia dengan letak astronomis yang berada digaris khatulistiwa dan beriklim tropis. Dengan memiliki iklim tropis (musim hujan dan kemarau) mengakibatkan penyinaran energi surya lebih kurang 12 jam menjadikan Indonesia cukup untuk memanfaatkan PLTS sebagai sumber energi pengganti. Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya ini salah satunya adalah dengan teknologi yang disebut Panel Surya atau *Photovoltaic*. Berbeda dengan Negara 4 musim, Indonesia memiliki nilai temperatur lingkungan rata-rata lebih tinggi dan Iradiasi yang berubah-ubah. Tujuan Penelitian ini adalah untuk memodelkan dan menganalisa lebih lanjut hubungan antara pengaruh iradiasi dan temperatur terhadap efisiensi daya keluaran serta daya optimum rata-rata yang dapat dihasilkan panel. Metode pengambilan data yang dilakukan dengan metode kuantitatif korelasional terhadap iradiasi dan temperatur. Berdasarkan hasil simulasi pemodelan menunjukkan Daya keluaran maksimum yang dihasilkan *Photovoltaic Canadian Solar CS6K-270 Wp* berbanding lurus secara signifikan dengan iradiasi matahari. Pada saat iradiasi tertinggi sebesar 876,11 W/m², daya keluaran yang dihasilkan pun tinggi sebesar 214,35 Watt, namun perubahan temperatur terhadap daya keluaran selama 7 hari cenderung fluktuatif. Pada saat temperatur tinggi sebesar 32,7°C daya keluaran yang dihasilkan kurang maksimal yaitu sebesar 202,21 Watt. Sedangkan Nilai Efisiensi *Photovoltaic Canadian Solar CS6K-270 Wp* berbanding terbalik dengan iradiasi. Pada saat Iradiasi tertinggi dan bersifat fluktuatif mengakibatkan penurunan nilai efisiensi yang signifikan bernilai 16,11% - 16,09 %, sedangkan pengaruh temperatur yang signifikan mengakibatkan nilai efisiensi menurun namun tidak terlalu drastis.

Kata kunci : Daya keluaran, efisiensi, iradiasi, *photovoltaic*, temperatur.

The effect of irradiation and temperature on output power efficiency in 270 Wp Canadian solar photovoltaic modeling

Abstrack

The sun as an unlimited source of energy is very profitable to Indonesia with an astronomical location on the equator and a tropical climate. Having a tropical climate (rainy and dry season) resulting in solar energy irradiation of approximately 12 hours making Indonesia sufficient to utilize solar power plant as a substitute source of energy. Utilization of this Solar Power Plant with technology is known as Solar Panel or Photovoltaic. Unlike the 4-season country, Indonesia has a higher average environmental temperature value and variable irradiation. The purpose of this research is to model and analyze further the connection between the effect of irradiation and temperature on the output power efficiency and the average optimum power that can be generated by solar panel. The data collection method that being used is the correlations quatitative method of irradiation and temperature. Based on the results of modeling simulations showing the maximum output power produced by Photovoltaic Canadian Solar CS6K-270 Wp is significantly proportional to solar irradiation, At the time of the highest irradiation of 876.11 W/m², the output power produced was high at 214.35 Watt, but the change of temperature on output power for 7 days tended to be volatile. At the time of high temperature at 32.7°C the output power produced is less than the maximum of 202.21 Watt. While the Efficiency Value of Photovoltaic Canadian Solar CS6K-270 Wp is inversely proportional to irradiation. At the time of the highest and volatile irradiation resulted in a significant decrease in Efficiency Value worth 16.11% - 16.09 %, while the significant influence of temperature resulted in a decreased Efficiency but not too drastic.

Keywords: Output Power, Efficiency, Irradiation, Photovoltaic, Temperature.

1. Pendahuluan

Perkembangan zaman yang berdampak dengan evolusi teknologi membuat konsumsi penggunaan listrik di dunia berujung pada pemborosan. Listrik yang digunakan pada hampir setiap rumah bersumber listrik dari PLN dan cenderung tidak efisien. Berkaitan dengan masalah tersebut, cara mengurangi pemborosan penggunaan listrik yang bersumber dari PLN ini adalah dengan mengganti sumber energi listriknya. Pada saat ini dunia tengah mengembangkan Energi terbarukan sebagai sumber energi pembangkit listrik, salah satunya adalah pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya atau biasa dikenal dengan PLTS [1].

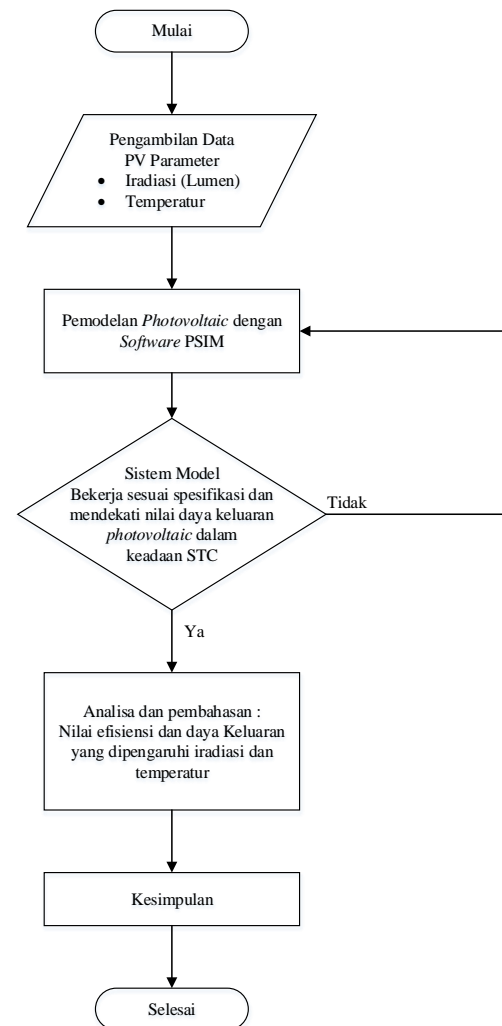
Pembangkit Listrik Tenaga Surya atau PLTS ini memanfaatkan sinar radiasi matahari yang dikonversikan menjadi energi listrik. Penggunaan sistem PLTS ini sangat ramah terhadap lingkungan karena tidak menimbulkan emisi karbon dan bebas dari polusi. Selain itu pemanfaatan PLTS ini juga lebih hemat karena bersumber dari energi radiasi matahari yang gratis. Menurut Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral [1] Matahari sebagai sumber energi tak terbatas sangat menguntungkan terhadap Indonesia dengan letak astronomis yang berada digaris khatulistiwa dan beriklim tropis. Dengan memiliki iklim tropis (musim hujan dan kemarau) sehingga penyinaran energi radiasi lebih kurang 12 jam menjadikan Indonesia cukup untuk memanfaatkan PLTS sebagai sumber energi pengganti. Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya ini salah satunya adalah dengan teknologi yang disebut Panel Surya atau *photovoltaic*. Panel surya sendiri terbuat dari bahan semikonduktor yang berdasar bahan semi logam dan memiliki partikel yang disebut elektron proton. Partikel ini apabila digerakkan oleh energi dari luar akan membuat pelepasan elektron sehingga menimbulkan arus listrik dan pasangan elektron *hole*. Maka dari itu semakin murni suatu bahan semikonduktor semakin bagus pula daya yang diserap oleh *photovoltaic*. Ketika *photovoltaic* terkena cahaya matahari, modul akan menghasilkan listrik searah atau *Direct Current* (DC). Listrik DC ini akan dikonversikan menjadi listrik bolak-balik atau *Alternating Current* (AC) oleh inverter, yang selanjutnya akan didistribusikan ke beban [2].

Pada penelitian sebelumnya [3] menjelaskan tentang pengaruh perubahan intensitas matahari terhadap daya keluaran panel surya. Penelitian ini diawali dengan pengukuran intensitas cahaya matahari pada area permukaan sel surya, Namun tidak dijelaskan pengaruh intensitas dan temperatur yang berubah pada kondisi disekitarnya. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan pengaruh iradiasi dan temperatur terhadap efisiensi dan daya keluaran serta waktu energi tertinggi dapat dihasilkan panel surya sehingga

penempatan *photovoltaic* dapat dimanfaatkan sesuai dengan kondisi iradiasi dan temperatur disekitarnya. Selain itu, penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *software* PSIM sebagai penunjang proses simulasi daya keluaran yang dihasilkan *photovoltaic*.

2. Metode Penelitian

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Diagram Alir penelitian

2.1. Waktu dan Tempat penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT Lentera Bumi Nusantara pada *latitude* -7,737915 dan *Solar peak hour* pada pukul 07.00 – 16.00 WIB. Pengambilan data penelitian dilakukan selama 7 hari dari tanggal 31 Mei – 7 Mei 2021. Posisi penempatan *photovoltaic* berada dipesisir pantai Tasikmalaya Jawa Barat.

2.2. Alat dan Bahan penelitian

Alat yang digunakan adalah Luxmeter untuk mengukur intensitas cahaya yang sampai pada permukaan modul surya dan Termometer yang digunakan untuk mengukur temperatur pada modul surya. Sedangkan Bahan yang diuji adalah *Photovoltaic Canadian Solar CS6K 270 Watt peak*, modul yang menggunakan sel teknologi inovatif terkini dan dapat meningkatkan daya keluaran keandalan sistem.



Gambar 2. Canadian Solar photovoltaic CS6K

Photovoltaic Canadian Solar CS6K-270 Wp adalah modul surya berjenis *Poly-Crystalline* yang memiliki spesifikasi pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Spesifikasi *Photovoltaic Canadian Solar CS6K-270 Wp* [7]

Manufacturer Datasheet		
No	Parameter	Satuan
1	Number of Cells Ns	60
2	Maximum Power Pmax	270 W
3	Voltage at Max	30,8 V
4	Current at Max	8,75 A
5	Open-Circuit Voltage Voc	37,5 V
6	Short-Circuit Current Isc	9,32 A
7	Temperatur Coeff. Of Voc	-31%
8	Temperatur Coeff. Of Isc	0.05

2.3. Prosedur Penelitian

Dalam penelitian ini, pertama-tama dilakukan pengambilan data *photovoltaic* parameter yaitu data intensitas cahaya dan temperatur menggunakan luxmeter dan termometer. Kemudian memodelkan rangkaian modul surya sesuai dengan spesifikasi *datasheet photovoltaic Canadian solar CS6K-270 Wp* menggunakan *software Power Simulation (PSIM)*. Setelah dilakukan pemodelan dilakukan simulasi untuk mendapatkan nilai daya keluaran dan efisiensi.

Proses pengambilan data pada penelitian ini dilakukan secara berkala dalam kurun waktu sejam sekali mulai dari pukul 07.00 WIB sampai dengan 16.00 WIB, sehingga didapat 10 data tercatat pada

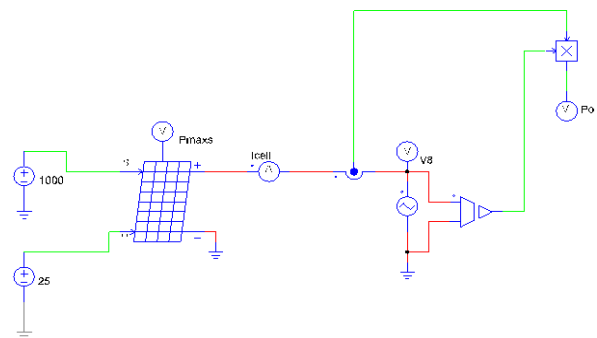
parameter intensitas cahaya (lux) dan temperatur ($^{\circ}\text{C}$).



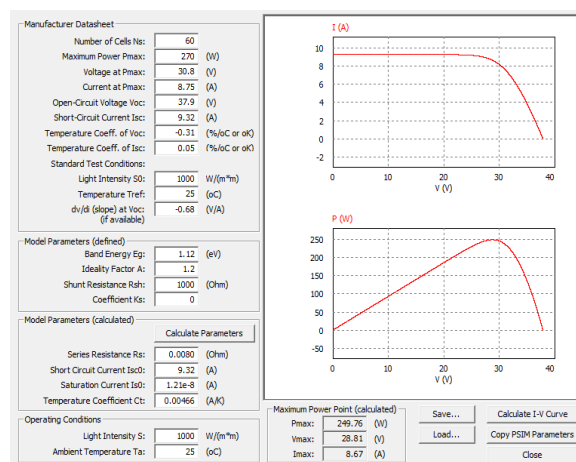
Gambar 3. Proses pengambilan data

2.4. Pemodelan *Photovoltaic Canadian Solar CS6K 270 Wp*

Desain pemodelan *Photovoltaic Canadian Solar CS6K-270 Wp* yang dirancang dengan menggunakan aplikasi *Power Simulation (PSIM)* sesuai dengan spesifikasi dan rangkaian listrik pada *photovoltaic* tersebut.



Gambar 4. Pemodelan Rangkaian *Photovoktaic*



Gambar 5. Karakteristik Pemodelan

Setelah dilakukan pengujian pada pemodelan *photovoltaic* Canadian solar CS6K-270 Wp, didapatkan nilai daya maksimum sebesar 249,76 Watt dari 270 Watt. Dengan besar persentase pendekatan nilai daya maksimum sebesar 92,50 %, maka pemodelan memenuhi syarat untuk dapat mensimulasikan daya keluaran *photovoltaic*.

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan pengambilan data sampel pada pengukuran intensitas matahari dan temperatur yang dilakukan pada *range* waktu dari tanggal 31 Mei 2021 – 06 Juni 2021, maka didapatkan data intensitas matahari dan temperatur sesuai dengan kondisi lapangan. Data pengukuran intensitas cahaya dan temperatur dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Data pengukuran intensitas cahaya matahari (lux)

Jam	Pengukuran Intensitas Matahari (x 10)							
	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4	Hari ke-5	Hari ke-6	Hari ke-7	Rata-rata
07.00	5149	1228	85370	1911	2130	4355	4520	3975
08.00	2121	7402	98740	4884	4198	8199	6191	6124
09.00	5346	8406	110100	8196	6917	9746	2130	7393
10.00	9744	10850	89340	10470	9559	11330	12440	10475
11.00	7323	11030	12240	11240	10650	11670	13480	11090
12.00	9553	11200	11279	81190	10500	10590	11880	10445
13.00	7089	7060	5065	81790	8372	9671	9550	7855
14.00	4208	4820	2959	48080	5240	6076	4817	4704
15.00	4818	2930	3259	46880	3619	4824	1770	3701
16.00	8745	5827	3441	32400	1563	1306	1035	3593

Tabel 3. Data pengukuran temperatur (°C)

Jam	Pengukuran Temperatur pada Permukaan <i>Photovoltaic</i>							
	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4	Hari ke-5	Hari ke-6	Hari ke-7	Rata-rata
07.00	30,4	27,5	26,9	26,1	26,5	25,3	26,2	26,9
08.00	31,3	32,4	28,8	30,5	28,9	29,3	29,1	30,0
09.00	33,1	32,7	28,3	32	31,6	32,1	32,7	31,7
10.00	33,6	32,5	32,5	32,3	33,5	32	33	32,7
11.00	31,4	31,9	31,7	32,6	31,7	34,5	32	32,2
12.00	31,7	31,9	31,9	33,3	32,2	33,5	34,4	32,7
13.00	33,6	33,4	31,7	32,9	32,5	32	32,6	32,6
14.00	31,1	29,8	31,7	28,6	32	33,2	32,3	31,2
15.00	29,8	30,8	31,4	31,9	31,5	31,2	31,8	31,2
16.00	30,9	30,3	30	31,2	30,6	30,8	30,5	30,6

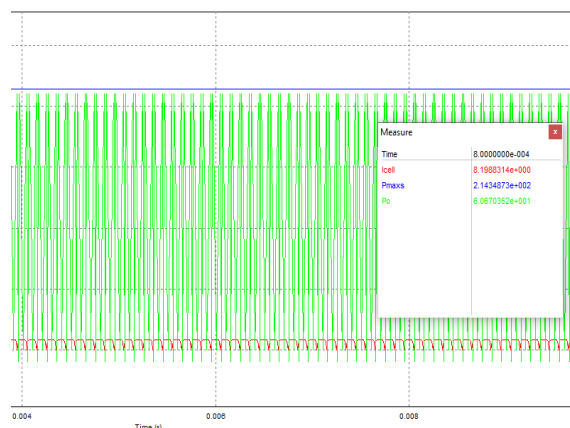
Sebelum melakukan simulasi pada pemodelan *photovoltaic*, parameter intensitas cahaya matahari yang masih dalam satuan lux harus dikonversi menjadi Iradiasi dalam satuan W/m² (1 Lux = 0,0079 W/m²). Nilai parameter intensitas cahaya dapat dilihat pada tabel 4. berikut.

Tabel 4. Data iradiasi (W/m²)

Jam	Intensitas Cahaya (lux)	Iradiasi (W/m ²)
07.00	39750	314,025
08.00	61240	483,796
09.00	73930	584,047
10.00	104750	827,525
11.00	110900	876,11
12.00	104450	825,155
13.00	78550	620,545
14.00	47040	371,616
15.00	37010	292,379
16.00	35930	283,847

3.1 Simulasi Pemodelan *Photovoltaic Canadian Solar CS6K 270 Wp*

Hasil simulasi pemodelan *Photovoltaic Canadian Solar CS6K-270Wp* dengan nilai daya maksimum paling tinggi dibanding simulasi pengujian pada jam yang lain yaitu pada pukul 11.00 sebesar 214,35 Watt.



Gambar 6. Hasil Simulasi Daya Maksimum tertinggi

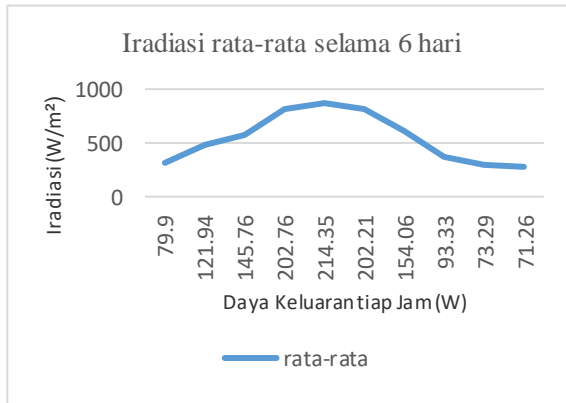
Tabel 5 menunjukkan hasil Daya keluaran, Tegangan dan Arus yang dihasilkan pemodelan *Photovoltaic Canadian Solar CS6K-270 Wp* pada tiap jamnya.

Tabel 5. Data Tegangan, Arus dan Daya Keluaran

Jam	Intensitas Cahaya (W/m ²)	Temperatur (°C)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya Keluaran(W)
07.00	314,025	26,9	29,05	2,75	79,90
08.00	483,796	30,0	28,80	4,23	121,94
09.00	584,047	31,7	28,56	5,10	145,76
10.00	827,525	32,7	28,18	7,19	202,76
11.00	876,11	32,2	28,17	7,61	214,35
12.00	825,155	32,7	28,18	7,17	202,21
13.00	620,545	32,6	28,43	5,42	154,06

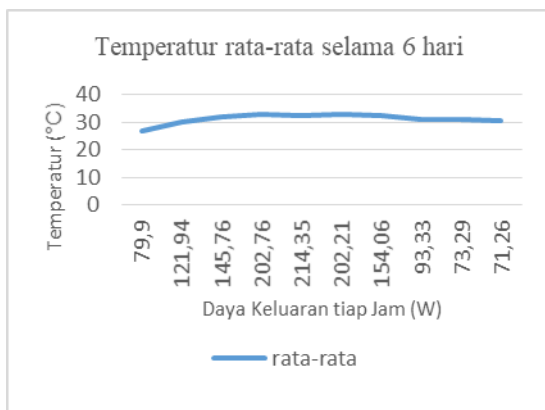
14.00	371,616	31,2	28,60	3,26	93,33
15.00	292,379	31,2	28,47	2,57	73,29
16.00	283,847	30,6	28,52	2,50	71,26

3.2 Pengaruh Iradiasi dan Temperatur terhadap Daya Keluaran



Gambar 7. Grafik rata-rata iradiasi tiap jamnya

Grafik pada Gambar 7. menunjukkan bahwa iradiasi sangat berpengaruh terhadap Daya keluaran pada *Photovoltaic* Canadian Solar CS6K-270 Wp, Semakin tinggi intensitas matahari maka semakin tinggi pula Daya keluaran yang dihasilkan. Pada saat iradiasi tertinggi sebesar 876,11 W/m², daya keluaran yang dihasilkan pun tinggi sebesar 214,35 Watt. Sebaliknya pada saat iradiasi terendah sebesar 283,847 W/m², daya keluaran yang dihasilkan rendah sebesar 71,26 Watt.



Gambar 8. Grafik rata-rata temperatur tiap jamnya

Sedangkan pada Gambar 8. menunjukkan bahwa perubahan temperatur terhadap daya keluaran selama 10 jam cenderung fluktuatif. Pada saat temperatur tinggi sebesar 32,7°C daya keluaran yang dihasilkan kurang maksimal yaitu sebesar 202,21 Watt, sehingga untuk mendapatkan nilai daya keluaran yang maksimal dibutuhkan intensitas matahari yang tinggi.

3.3 Pengaruh Iradiasi dan Temperatur terhadap Efisiensi

Nilai efisiensi *Photovoltaic* Canadian Solar CS6K-270 Wp dihitung dengan membandingkan dari daya yang dapat dibangkitkan modul surya dengan daya yang diterima permukaan modul surya nilai. Adapun perhitungan untuk mengetahui nilai efisiensi *Photovoltaic* Canadian Solar CS6K-270 Wp dapat ditulis secara sistematis sebagai berikut :

Nilai Efisiensi pada Pukul 07.00

Diketahui :

$$P_{max} = 79,90 \text{ Watt}$$

$$I_r = 314,025 \text{ W/m}^2$$

$$A = 1,52 \text{ m}^2$$

Penyelesaian :

$$\eta = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \times 100\% = \frac{P_{max}}{I_r \times A} \times 100\% \quad (1)$$

$$\eta = \frac{79,90}{314,025 \times 1,52} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{79,90}{477,318} \times 100\%$$

$$\eta = 16,73 \%$$

Keterangan :

P_{max} = Daya maksimum pada pukul 07.00

I_r = Intensitas cahaya pada pukul 07..00

A = Luas Area permukaan modul surya

Jadi, Nilai Efisiensi pada *photovoltaic canadian solar* CS6K-270 Wp pada kondisi iradiasi dan temperatur di pukul 07.00 adalah sebesar 16,73 %.

Untuk menganalisa pengaruh Iradiasi dan temperatur terhadap efisiensi *photovoltaic canadian solar* CS6K-270 Wp maka p erhitungan yang sama pada nilai efisiensi dihitung dalam tiap jamnya. Setelah dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan (1) nilai efisiensi pada tiap jamnya dapat dilihat pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Data Nilai Efisiensi tiap jamnya

Jam	Intensitas Cahaya (W/m ²)	Temperatur (°C)	Daya Keluaran(W)	Efisiensi (η)
07.00	314,025	26,9	79,90	16,73 %
08.00	483,796	30,0	121,94	16,58 %
09.00	584,047	31,7	145,76	16,41 %
10.00	827,525	32,7	202,76	16,11 %
11.00	876,11	32,2	214,35	16,09 %

12.00	825,155	32,7	202,21	16,12 %
13.00	620,545	32,6	154,06	16,33 %
14.00	371,616	31,2	93,33	16,52 %
15.00	292,379	31,2	73,29	16,49 %
16.00	283,847	30,6	71,26	16,51 %
Rata-rata			135,89	16,39 %

Setelah dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan (1), Nilai Efisiensi pada tiap jamnya dapat dilihat pada Tabel 6 menunjukkan bahwa iradiasi dan temperatur sangat berpengaruh pada Nilai Efisiensi *Photovoltaic Canadian Solar CS6K-270 Wp*. Iradiasi yang tinggi dan bersifat fluktuatif mengakibatkan Nilai Efisiensi yang menurun namun signifikan, sedangkan dengan perubahan temperatur yang signifikan mengakibatkan Nilai Efisiensi menurun.

4. Kesimpulan

Daya keluaran maksimum yang dihasilkan Pemodelan *Photovoltaic Canadian Solar CS6K-270 Wp* berbanding lurus secara signifikan dengan iradiasi matahari, Semakin tinggi intensitas matahari maka semakin tinggi pula Daya keluaran yang dihasilkan., namun perubahan temperatur terhadap daya keluaran selama 7 hari cenderung fluktuatif. Pada saat temperatur tinggi sebesar 32,7°C daya keluaran yang dihasilkan kurang maksimal yaitu sebesar 202,21 Watt. Nilai Efisiensi *Photovoltaic Canadian Solar CS6K-270 Wp* berbanding terbalik dengan iradiasi. Pada saat Iradiasi tertinggi dan bersifat fluktuatif mengakibatkan penurunan Nilai Efisiensi yang signifikan, sedangkan pengaruh temperatur yang signifikan mengakibatkan Nilai Efisiensi menurun namun tidak terlalu drastis. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan *Photovoltaic Canadian Solar CS6K-270 Wp* cocok digunakan.

Referensi

- [1] Kementrian ESDM RI. "Matahari untuk PLTS Indonesia"ESDM : media center, Juni. 19,2012 [Feb. 27, 2021].
- [2] D. Tan and A.K. Seng. *Handbook for Solar Photovoltaic System*. Singapore: Enegy Market Authority, 2014.
- [3] Y. Subekti. S. Gede and H. Retno. "Jurnal Penelitian LPPM." *Pengaruh Perubahan Intensitas Matahari terhadap Daya Keluaran Panel Surya*, vol. 01, pp. 193-202, Nov. 2015.
- [4] R.Y. Dela. "Investigasi titik Daya Maksimum *Photovoltaic* dengan peningkatan daya guna cahaya matahari sebagai sumber cahaya pengganti matahari." S.T. Tugas Akhir, Universitas Andalas, Indonesia, 2017.
- [5] Powersimtech. *PSIM User Guide: Powersim Inc*, 2018, pp. 1-5.
- [6] R.H. Alaudin. "Efisiensi Output Panel Surya terhadap Perubahan Temperatur menggunakan Simulasi Cahaya Lampu sebagai sumber cahaya pengganti Matahari." S.T. Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Indonesia, 2019.
- [7] *Canadian Solar Datasheet*. Canada: Canadian Solar Inc, 2017.
- [8] Darno.S. Yohannes and M. Taufikurrahman. "Studi Perencanaan Praktikum Pembangkit Listrik Tenaga Surya.", Universitas Tanjungpura, Indonesia, 2019.
- [9] U. Mukhamad. "Analisis Intensitas Cahaya Terhadap Energi Listrik yang dihasilkan Panel Surya". *Jurnal POLEKTRO*, vol. 09, 2020.
- [10] T. Putri and W. Mahendra. "Pengaruh Efek Suhu pada Kinerja Panel Surya." *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 09, pp. 871-876, 2020.