

Analisis Pengaruh Suhu Panel Surya Terhadap Output Panel Performance

Harie Satiyadi Jaya¹, Muhamad Hudan Rahmat¹,Asrori²

Universitas Palangka Raya¹

Politeknik Negeri Malang²

DOI: <https://10.47134/jme.v1i1.2189>

*Correspondensi: Harie Satiyadi Jaya

Email: hariysatiyadi@gmail.com

Published: 25 January 2024



Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstrak: Kendala utama yang sangat mempengaruhi sistem daya keluaran tenaga surya adalah efisiensi konversi panel surya yang rendah, yang sangat dipengaruhi oleh suhu operasinya. Kelalaian dalam mempertimbangkan suhu panel surya meningkatkan risiko finansial pemasangan sistem instalasi. Pada penelitian ini, kinerja keluaran panel surya di teliti pada kondisi di luar ruangan. Semua data diukur dan dicatat dari pukul 09.00 sampai 17.00, selama interval 30 menit. Pengukuran suhu panel dilakukan dengan menggunakan thermometer infrared Ditec C355. Dan selanjutnya dibandingkan dengan menggunakan Pvsyst software. Daya keluaran panel surya sangat bergantung pada radiasi matahari yang jatuh ke permukaannya. Jumlah penyinaran matahari yang masuk jauh lebih tinggi pada durasi jam 11.00 sampai dengan jam 13.00, yang bisa ditentukan sebagai puncak matahari pada siang hari. Sehingga dapat disimpulkan bahwa iklim yang ideal untuk mendirikan sistem

instalasi surya yang besar adalah iklim yang dingin dan cerah.

Kata Kunci: Suhu, Panel, Surya, Radiasi

Abstrak: The main obstacle that greatly affects solar power output systems is the low conversion efficiency of solar panels, which is greatly influenced by their operating temperature. Failure to consider solar panel temperature increases the financial risks of installing the installation system. In this research, the output performance of solar panels was examined in outdoor conditions. All data was measured and recorded from 09.00 to 17.00, over 30 minute intervals. Panel temperature measurements were carried out using a Ditec C355 infrared thermometer. And then compared with using Pvsyst software. The output power of a solar panel is highly dependent on the solar radiation that falls on its surface. The amount of incoming sunlight is much higher during the hours from 11.00 to 13.00, which can be determined as the peak of the sun during the day. So it can be concluded that the ideal climate for setting up a large solar installation system is a cool and sunny climate.

Keywords: Temperature, Panels, Solar, Radiation

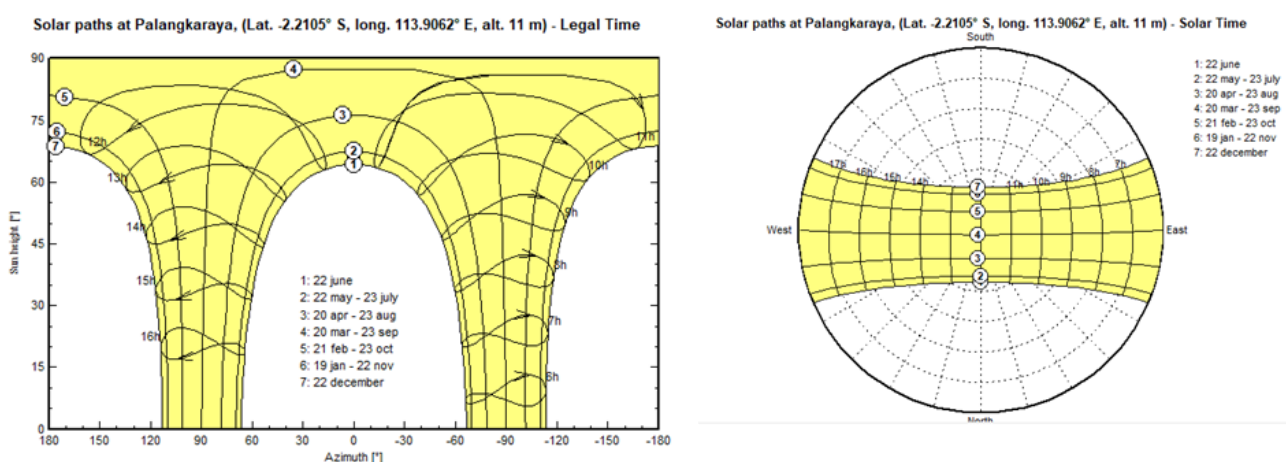
PENDAHULUAN

Arus dan tegangan keluaran suatu panel surya sangat dipengaruhi oleh perubahan iklim, hal tersebut penting untuk mengetahui seberapa pengaruh response sistem panel surya terhadap perubahan iklim, sehingga dapat diukur dengan tepat (Saputra et al., 2019). Besarnya tegangan dan arus rata-rata dari sistem tenaga surya merupakan hal yang penting untuk dipertimbangkan agar dapat beroperasi dengan aman, memilih jenis panel yang tepat dan kemampuan peralatan serta meminimalkan jumlah kabel yang dibutuhkan (Ridwan et al., 2023). Dengan menggunakan data cuaca, termasuk informasi historis suhu dan iradiasi matahari, dapat diperkirakan berapa banyak energi yang

mungkin dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga surya selama *lifetime* atau jangka waktu usia pakai panel surya (Albahar & Haqi, 2020).

Dalam instalasi sistem photovoltaik, komponen biaya investasi yang paling tinggi adalah pada panel surya jika dibandingkan dengan komponen lainnya. Dengan demikian, pengembalian investasi tersebut sangat tergantung dari energi output yang dihasilkan oleh kinerja panel surya (Al Bahar & Paise, 2020). Namun sayangnya, panel surya biasanya dioperasikan dengan efisiensi yang rendah akibat beberapa faktor degradasi. Salah satunya adalah faktor suhu pada panel surya, faktor ini merupakan hal yang sangat penting diperhatikan saat panel memproduksi energi (Fakhira et al., 2023). Sebagai contoh, pada panel surya yang beroperasi pada kondisi temperatur tinggi dalam jangka waktu lama akan menyebabkan penurunan daya output. Temperatur yang tinggi disebabkan karena limbah panas yang dihasilkan selama proses penyerapan radiasi matahari. Dari radiasi yang masuk ke sebuah panel surya hanya 20% dari solar energi yang dikonversi menjadi listrik, sisanya diubah menjadi panas (Zhang dkk., 2014). Akibatnya, akumulasi energi panas akan menyebabkan peningkatan suhu operasi panel dan penurunan efisiensi listriknya. Berdasarkan *standar test condition*, efisiensi panel akan menurun sebesar 0,40 – 0,50% setiap peningkatan temperatur panel (Natarajan dkk., 2011). Namun, semua data yang ada jarang sekali sesuai dengan kondisi matahari sebenarnya, dan sangat tergantung pada iklim setempat pada setiap lokasi (Nugraha et al., 2021).

Chander dkk. telah mengadakan penelitian mengenai pengaruh variasi suhu panel pada kondisi intensitas cahaya yang konstan dengan menggunakan sebuah solar simulator. Dari Penelitian ini diketahui suhu sel photovoltaik memiliki peran yang sangat penting dalam mengontrol keluaran parameter. Koefisien suhu dari V_{oc} , P_{max} dan faktor pengisian (FF) akan negatif jika I_{sc} positif (Chander dkk., 2015). Penelitian lain oleh Dash & Gupta (2015) mengamati dampak suhu terhadap daya keluaran dari berbagai jenis panel PV, menemukan panel monokristalin mengalami kerugian daya yang tertinggi, sedangkan Temanah-Nyah & Mukwekwe (2015) juga menemukan bahwa suhu tinggi dapat menyebabkan kerugian daya (Asrori & Yudiyanto, 2019).



Gambar 1. Sun Path Diagram di Palangka Raya

Disamping untuk memprediksi daya keluaran dari panel, mengetahui besarnya temperatur panel juga berguna untuk menentukan jenis material yang akan dipergunakan untuk membuat panel surya, karena setiap material memiliki perbedaan efisiensi akibat temperatur (Makkulau et al., 2020). Oleh karena itu, sistem instalasi tenaga surya harus direkayasa tidak hanya sesuai dengan suhu lingkungan maksimum, minimum dan rata-rata di setiap lokasi, tetapi juga dengan pemahaman tentang bahan yang digunakan pada panel surya. Ketergantungan suhu suatu material berhubungan dengan koefisien suhu. Untuk panel surya polycrystallin, jika suhu menurun satu derajat Celcius, tegangan meningkat 0,12 V sehingga koefisien suhu 0,12 V/°C (Siagian & Prasetyo, 2022).

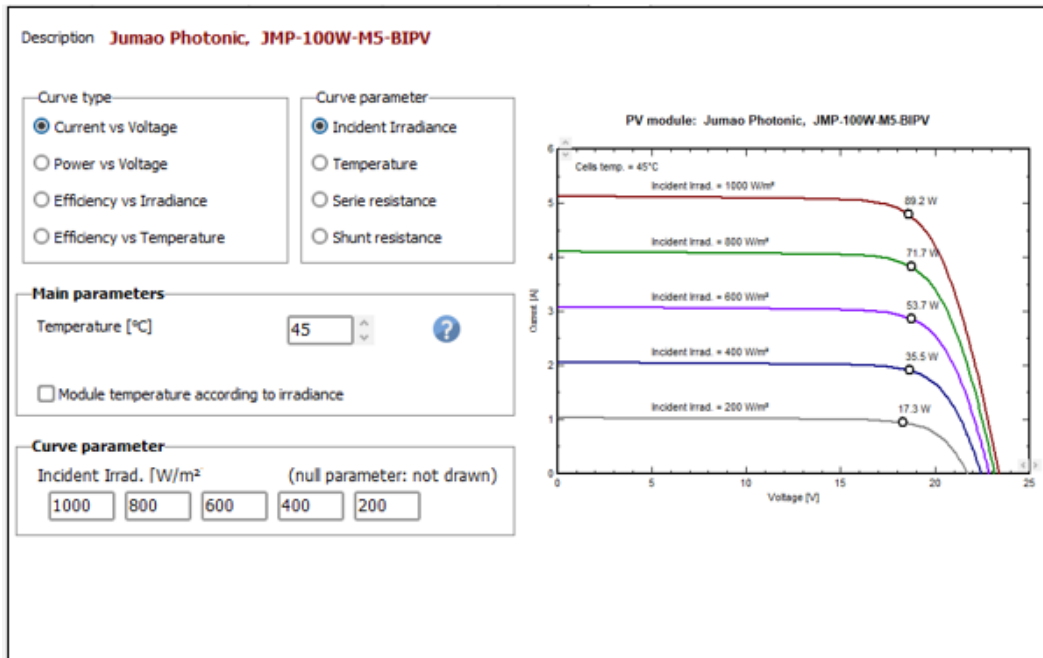
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan temperatur dengan kinerja dari output panel. Analisa pengaruh temperatur panel fotovoltaik dengan parameter panel dilakukan dengan menggunakan Pvsyst software. Dan selanjutnya dibandingkan dengan data pengaruh temperatur pada panel hasil eksperimen di Palangka Raya dengan kondisi iklim dan intensitas panas matahari seperti yang ditunjukkan pada gambar 1 (Patriany et al., 2023).

METODE

Tahap pertama adalah membuat simulasi dan menganalisis kinerja keluaran panel photovoltaik dengan menggunakan software Pvsyst. Dengan menggunakan perangkat lunak ini, data yang ada di panel surya dapat di pelajari seperti yang di tunjukkan pada gambar 2. Semua data ditentukan di bawah kondisi uji standar (STC) dengan rating 25°C, 1000 W/m² dan massa udara 1.5 (Amelia dkk., 2016). Selain itu, efisiensi dan kemampuan kinerja panel surya dapat dianalisa pada daerah panel tersebut terpasang. Tujuan dari simulasi adalah untuk mengamati pengaruh suhu operasi pada kinerja keluaran panel PV. Setelah semua parameter diidentifikasi, langkah selanjutnya adalah menganalisis kinerja panel surya melalui grafik, seperti yang ditunjukkan pada gambar 3, ada berbagai macam jenis grafik yang dapat dipelajari untuk menganalisis kinerja panel surya (Huda & Siraju, 2021).

Model	JMP-100W-M5-BIPV		Manufacturer	Jumao Photonic	
File name	Jumao_JMP100W_M5.PAN		Data source	Photon Mag. 2008	
	Original Pvsyst database			Prod. from 2004 to 2010	
Nom. Power (at STC)	100.0 Wp	Tol. +/-	-5.0	5.0	%
Technology	Si-mono				
The nominal power doesn't match the Vmpp*Imp data (discrepancy of 0.23%). This will distort the Performance Ratio result (Pvsyst usually accepts up to 0.2%)					
Manufacturer specifications or other measurements					
Reference conditions	GRef	1000	W/m ²	TRef	25 °C
Short-circuit current	Isc	5.080	A	Open circuit Voc	25.80 V
Max Power Point	Imp	4.750	A	Vmpp	21.10 V
Temperature coefficient	muIsc	2.5	mA/°C	Nb cells	42 in series
	or muIsc	0.050	%/°C		
Internal model result tool					
Operating conditions	GOper	1000	W/m ²	TOper	25 °C
Max Power Point	Pmpp	100.2	W	Temper. coeff.	-0.54 %/°C
	Current Imp	4.77	A	Voltage Vmpp	21.0 V
Short-circuit current	Isc	5.08	A	Open circuit Voc	25.8 V
Efficiency	/ Cells area	N/A	%	/ Module area	8.17 %
Model summary					
Main parameters					
R shunt	300 Ω				
Rsh(G=0)	1200 Ω				
R serie model	0.37 Ω				
R serie max.	0.41 Ω				
R serie apparent	0.57 Ω				
Model parameters					
Gamma	0.923				
IoRef	0.03 nA				
muVoc	-118 mV/°C				
muPMax fixed	-0.55 /°C				

Gambar 2. Basic Data of panel surya



Gambar 3. Analisa daya keluaran Panel Surya

Pada penelitian ini, kinerja keluaran panel surya diteliti pada kondisi di luar ruangan seperti yang ditunjukkan pada gambar 4. Semua data diukur dan dicatat dari pukul 09.00 sampai 17.00, selama interval 30 menit. Pengukuran suhu panel dilakukan dengan menggunakan thermometer infrared Ditec C355.



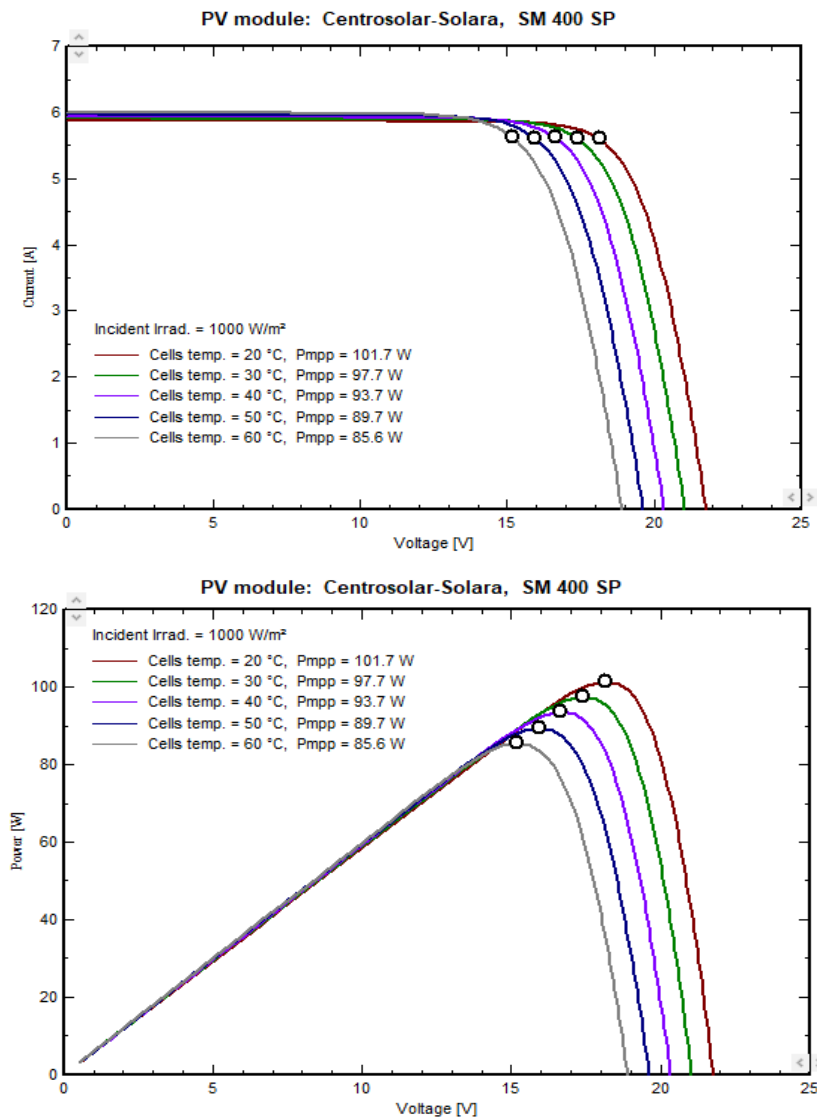
Gambar 4. Eksperimental di luar ruangan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh suhu dapat dengan jelas ditampilkan oleh kurva panel I-V (arus vs. tegangan). Kurva I-V menunjukkan kombinasi tegangan dan arus yang berbeda yang dapat dihasilkan oleh panel Photovoltaik tertentu dalam kondisi yang ada. Untuk

mengumpulkan data untuk grafik ini, panel surya ditempatkan di luar ruangan pada kondisi suhu lingkungan. Dari grafik yang dihasilkan dengan jelas menunjukkan bahwa ketika panel berada pada suhu yang lebih dingin, tegangan yang lebih tinggi, dan dengan demikian, keluaran daya yang lebih tinggi, tercapai.

a. Output Kinerja Photovoltaik panel berdasarkan Pvsyst Software.



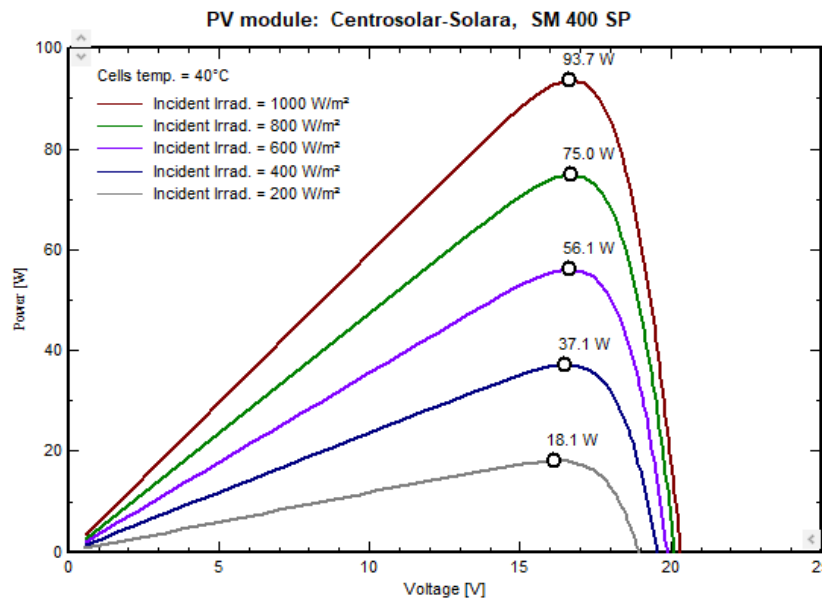
(a) I-V curve (b) P-V curve

Gambar 5. Karakteristik panel surya

Garis pada grafik menunjukkan karakteristik kurva arus-tegangan (I-V) dan tegangan-daya (P-V) berdasarkan variasi suhu panel surya. Dari analisa pada kedua grafik pada gambar 5, maka dapat dilihat bahwa jika suhu panel surya meningkat maka akan menyebabkan penurunan tegangan keluaran secara bertahap. Namun, hanya sedikit perubahan arus keluaran panel surya dengan meningkatnya suhu. Dari pengamatan pada grafik, peningkatan suhu 10°C menurunkan daya keluaran sekitar 4 W atau 4%. Berdasarkan hasil analisis, daya keluaran minimum panel adalah 85,6 W dengan suhu

panel 60°C. Sedangkan maksimumnya adalah 101,7 W saat temperatur panel diturunkan menjadi 20°C.

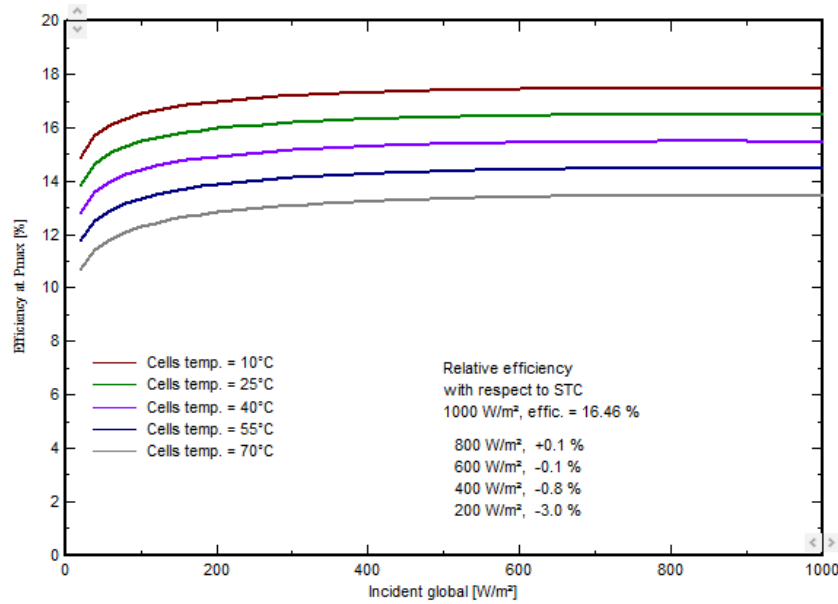
Potensi suhu lingkungan dalam satu hari biasanya bergantung pada variasi intensitas penyinaran matahari. Daerah yang melimpah dengan pancaran sinar matahari berpotensi tinggi dalam mengembangkan sistem surya untuk menghasilkan keluaran yang maksimal.



Gambar 6. Karakteristik P-V pada suhu yang berbeda dan solar irradiance

Suhu lingkungan rata-rata untuk lingkungan sekitar diasumsikan menjadi 35°C seperti yang ditunjukkan pada gambar 6. Sedangkan koefisien perpindahan panas (h_c) untuk konveksi bebas panel dihitung sebesar 15 W/m^2 dengan kecepatan angin rata-rata (v) 2,5 m/s. Grafik simulasi mengamati peningkatan radiasi matahari meningkatkan suhu panel. Temperatur tertinggi ditemukan pada radiasi matahari maksimum 1000 W/m^2 dan terendah diamati pada radiasi level rendah yaitu 200 W/m^2 . Ada sekitar 49,43% perbedaan suhu di antara keduanya. Selain itu, penyinaran matahari juga menjadi faktor penting untuk produksi tenaga listrik panel surya. Seperti yang dapat diamati pada gambar ini, daya keluaran maksimum meningkat dengan bertambahnya radiasi matahari. Sayangnya, daya peringkat tidak dapat bekerja 100% karena suhu panel yang meningkat. Daya keluaran diamati dalam kondisi yang lebih buruk pada radiasi matahari rendah.

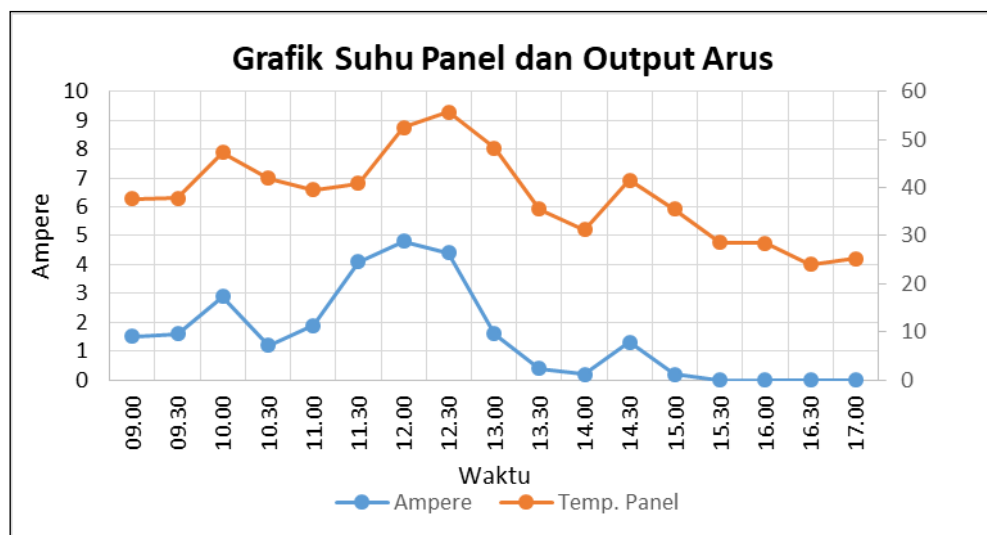
Waktu pengembalian modal dari integrasi system tenaga surya sangat ditentukan oleh efisiensi daya keluaran dari panel surya. Gambar 6 menampilkan pengaruh suhu panel pada kinerja keluaran panel surya pada intensitas radiasi matahari yang berbeda. Daya keluaran panel tertinggi akan dihasilkan oleh kombinasi radiasi matahari yang tinggi dan suhu yang rendah. Seperti yang diilustrasikan pada gambar 7 berikut, produksi tenaga surya yang paling efisien adalah 15,43% saat suhu panel adalah 25°C pada 1000 W/m^2 . Semua nilai ini serupa dengan kondisi uji standar (STC) panel. Sayangnya, efisiensi panel menurun ketika terkena suhu panel yang tinggi. Efisiensi terendah sebesar 12,27% pada suhu panel surya sebesar 65°C. Sedangkan efisiensi menjadi 13,08%, 13,88% dan 14,66% pada suhu panel surya masing-masing 55° C, 45° C dan 35° C.



Gambar 7. Effisiensi output power pada suhu panel dan radiasi sinar matahari yang berbeda

b. Eksperimental di Luar Ruangan

Daya keluaran panel surya sangat bergantung pada radiasi matahari yang jatuh ke permukaannya. Gambar 8 menunjukkan intensitas penyinaran matahari selama hari percobaan. Jumlah penyinaran matahari yang masuk jauh lebih tinggi pada durasi jam 11.00 sampai jam 13.00 siang, yang bisa ditentukan sebagai puncak matahari pada siang hari. Dengan demikian, dapat dianggap lokasi ini memiliki potensi besar dalam pemasangan system. Intensitas penyinaran matahari yang rendah mungkin disebabkan oleh penyumbatan piringan Matahari yang sangat pendek dan tiba-tiba dengan awan yang terlalu tebal.



Gambar 8. Hubungan Temperatur Panel dan Arus

Untuk memastikan pengoperasian yang andal selama siklus hidup panel, kamera pemindai termal memainkan peran penting dalam mengidentifikasi kesalahan atau

kerusakan apa pun. Tegangan arus (I-V) diukur untuk menghitung daya keluaran yang dihasilkan dari panel surya. Gambar 8 menunjukkan karakteristik I-V dari panel sepanjang hari percobaan. Seperti yang dapat diamati, arus keluaran yang diperoleh dari panel surya sedikit meningkat dengan meningkatnya suhu panel. Arus keluaran yang terlihat mulai dinaikkan dari jam 11.00 pagi menjadi 2.00 sore. yang berada pada puncak radiasi matahari. Arus keluaran maksimum dihasilkan pada suhu 52,5 °C sebesar 4,8 A. Tetapi hanya 0,2 A yang dapat dihasilkan pada suhu panel 31,3 °C. Jumlah arus keluaran yang rendah dapat diamati pada suhu panel minimum, yang berarti pada radiasi tingkat rendah. Dengan demikian, arus keluaran yang dihasilkan dari panel surya berbanding lurus dengan radiasi matahari. Peningkatan arus keluaran panel surya dihasilkan dengan lebih banyak energi insiden yang diserap selama suhu tinggi.

Seperti yang ditunjukkan pada gambar 8, daya keluaran maksimum ditemukan pada 52,5 °C dengan 59,04 W sedangkan minimum teridentifikasi pada 35,5 °C yaitu 2,5 W. Hal ini dapat diamati daya keluaran panel surya akan meningkat berbanding lurus dengan arus keluaran serta pancaran sinar matahari. Namun, daya keluaran dari panel surya tidak dapat sepenuhnya dilakukan pada pengenalnya karena suhu yang ada di seluruh panel. Daya keluaran yang tidak efisien yang dihasilkan disebabkan oleh total produksi dari arus keluaran yang tinggi dan tegangan keluaran yang rendah. Davud dkk. membuktikan bahwa kenaikan suhu menyebabkan tegangan menurun tetapi sedikit meningkatkan arus keluaran. Peningkatan arus keluaran dengan menurunnya tegangan keluaran mengakibatkan rendahnya produksi efisiensi listrik panel (Amelia dkk., 2016). Dengan demikian, koefisien temperatur negatif dari daya yang dihasilkan untuk panel.

SIMPULAN

Suhu dapat mempengaruhi bagaimana listrik mengalir melalui rangkaian listrik dengan mengubah kecepatan gerak elektron. Selain itu, karena panel surya bekerja paling baik pada kondisi cuaca dan suhu tertentu, diperlukan rekayasa desain untuk meningkatkan efisiensi panel surya yang beroperasi dalam kondisi suhu yang tidak optimal. Ini mungkin melibatkan perancangan sistem pendingin yang menggunakan udara luar, kipas dan pompa. Sehingga dapat disimpulkan bahwa iklim yang ideal untuk mendirikan sistem instalasi surya yang besar adalah iklim yang dingin dan cerah.

Berdasarkan hasil simulasi dan eksperimental, dapat dibuktikan bahwa suhu panel surya memainkan surya peran penting dalam produksi daya keluaran. Kedua metode tersebut menunjukkan bahwa perubahan suhu yang paling signifikan adalah tegangan keluaran yang berkurang dengan naiknya suhu panel. Penurunan tegangan keluaran menyebabkan daya keluaran produksi panel tidak dapat dihasilkan secara efisien walaupun terjadi peningkatan arus keluaran. Selain itu, kualitas pengoperasian panel juga menurun dengan meningkatnya suhu panel.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Bahar, A. K., & Paiso, L. S. (2020). Analisa Perubahan Cuaca Terhadap Tegangan Input Panel Surya 100 WP. *Sustainability (Switzerland)*, 14(2), 1–4.
- Albahar, A. K. A., & Haqi, M. F. H. (2020). Pengaruh Sudut Kemiringan Panel Surya (Pv)

Terhadap Keluaran Daya. *Sustainability (Switzerland)*, 14(2), 1–4.

- Amelia, A. R., Irwan, Y. M., Leow, W. Z., Irwanto, M., Safwati, I., & Zhafarina, M. (2016). Investigation of the effect temperature on photovoltaic (PV) panel output performance. *Int. J. Adv. Sci. Eng. Inf. Technol*, 6(5), 682-688.
- Asrori, A., & Yudiyanto, E. (2019). Kajian Karakteristik Temperatur Permukaan Panel terhadap Performansi Instalasi Panel Surya Tipe Mono dan Polikristal. *FLYWHEEL : Jurnal Teknik Mesin Untirta*, 1(1), 68. <https://doi.org/10.36055/fwl.v1i1.7134>
- Chander, S., Purohit, A., Sharma, A., Nehra, S. P., & Dhaka, M. S. (2015). A study on photovoltaic parameters of mono-crystalline silicon solar cell with cell temperature. *Energy Reports*, 1, 104-109.
- Dash, P. K., & Gupta, N. C. (2015). Effect of temperature on power output from different commercially available photovoltaic modules. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 5(1), 148-151.
- Fakhira, A. A., . S., & . Y. (2023). Analisis Pemanfaatan Panel Surya Tipe Polycrystalline 100 Wp Sebagai Sumber Energi Alternatif Untuk Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat Pedesaan Di Indonesia. *Jurnal Pendidikan, Sains Dan Teknologi*, 2(4), 982–985. <https://doi.org/10.47233/jpst.v2i4.1318>
- Huda, A., & Siraju, W. (2021). Desain Simulasi Maksimum Power Point Tracking Metode P&O Pada Panel Surya Di Azzahra Hidroponik Juata Tarakan. *Elektrika Borneo*, 7(1), 5–10. <https://doi.org/10.35334/jeb.v7i1.2107>
- Makkulau, A., Samsurizal, S., & Kevin, S. (2020). Karakteristik Temperatur Pada Permukaan Sel Surya Polycrystalline Terhadap Efektifitas Daya Keluaran Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *Sutet*, 10(2), 69–78. <https://doi.org/10.33322/sutet.v10i2.1291>
- Natarajan, S. K., Mallick, T. K., Katz, M., & Weingaertner, S. (2011). Numerical investigations of solar cell temperature for photovoltaic concentrator system with and without passive cooling arrangements. *International journal of thermal sciences*, 50(12), 2514-2521.
- Nugraha, A. T., Ravi, A. M., & Tiwana, M. Z. A. (2021). Penggunaan Algoritma Interferensi dan Observasi Untuk Sistem Pelacak Titik Daya Maksimum Pada Sel Surya Menggunakan Konverter DC-DC Photovoltaics. *Jurnal Janitra Informatika Dan Sistem Informasi*, 1(1), 8–18. <https://doi.org/10.25008/janitra.v1i1.107>
- Patriany, A. K., Aksan, A., & Usman, U. (2023). Analisis Kinerja dan Ekonomi Sistem Pompa Air Tenaga Surya dan PLN. *Seminar Nasional Teknik Elektro Dan Informatika (SNTEI)*, 8(1), 410–415. <http://jurnal.poliupg.ac.id/index.php/sntei/article/view/3626>
- Ridwan, A., Medan, U. H., Hm, J., No, J., Yanie, A., Medan, U. H., Hm, J., No, J., Medan, U.

- H., Hm, J., & No, J. (2023). Perancangan Alat Penetas Telur Unggas Dengan Energi Terbarukan Menggunakan Panel Surya. *RELE (Rekayasa Elektrikal Dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro*, 5(2), 41–46. <https://doi.org/10.30596/rele.v5i2.13090>
- Saputra, A. J., Erfianto, B., Saputra, M. A., Prabowo, S., & Swastika, N. A. (2019). Implementasi Fuzzy Logic Control Pada Tracking (Pelacakan) Solar Panel Menggunakan Arduino Atmega328. *Jurnal Teknologi Bahan Dan Barang Teknik*, 9(1), 25. <https://doi.org/10.37209/jtbtt.v9i1.107>
- Siagian, A. O., & Prasetyo, T. F. (2022). Keterkaitan Perbandingan Kinerja Panel Surya Dalam Situasi Lingkungan Tertentu Dengan Memanfaatkan Sirkuit Sensor. *Jurnal AKRAB JUARA*, 7(8.5.2017), 2003–2005. www.aging-us.com
- Temaneh-Nyah, C., & Mukwekwe, L. (2015, February). An investigation on the effect of operating temperature on power output of the photovoltaic system at University of Namibia Faculty of Engineering and IT campus. In 2015 Third International Conference on Digital Information, Networking, and Wireless Communications (DINWC) (pp. 22-29). IEEE.
- Zhang, X., Shen, J., Xu, P., Zhao, X., & Xu, Y. (2014). Socio-economic performance of a novel solar photovoltaic/loop-heat-pipe heat pump water heating system in three different climatic regions. *Applied energy*, 135, 20-34.