



Pengaruh variasi aliran udara terhadap optimasi daya panel surya

Effect of airflow variations on solar panel power optimization

R. Pido^{*1}, B.H. Rahmad², R. Wawan³, D.R Rianto⁴

Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Gorontalo, Jl. Abd. Wahab no. 247, Gorontalo, Indonesia. HP. 085954305468.

Prodi Teknik Mesin, Universitas Kayangan, Jl. Angkasa no. 11, Jatilangkung, Singosari, Indonesia.
Jurusan Fisika, Universitas Enstain, Jl. Relativitas no.22, London, UK.

*E-mail: rifaldopido813@gmail.com

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article History:

Received 01 July 2023

Accepted 23 September 2023

Available online 01 October 2023

Keywords:

Solar panel

Airflow

Power



Solar panels are one of the most popular renewable energy technologies in this modern era. To optimize the performance of solar panels, many studies have been conducted to understand and improve the factors that affect the power generated by solar panels. In this experiment, the aim is to analyze the temperature setting for cooling solar panels using variations in air velocity to increase the performance of solar panels. In this study, solar panels were tested with variations in fluid flow velocity of 6.0 m/s, 5.5 m/s, and 4.4 m/s with an inclination angle of 15° solar panels facing north. with 60-minute intervals. The air blower is combined with an anemometer to provide variable air velocity for panel cooling. From the results of solar panel testing the maximum power generated at a wind speed of 4.4 m/s is 47.40 W, the power generated at a wind speed of 5.5 m/s is 47.55 W, and the power generated at a wind speed of 6.0 m/s the maximum power generated is 48.65 watts. While the maximum efficiency produced at a wind speed of 4.4 m/s is 4.23%, and the minimum efficiency produced is 1.87%, the average efficiency is 26.56%. at a wind speed of 5.5 m/s, the maximum efficiency produced is 44.6%, the minimum efficiency is 1.95%, and the average efficiency is 27.86%. at a wind speed of 6.0 m/s, the maximum efficiency produced is 4.79%, the minimum efficiency is 2.07%, and the average efficiency is 29.29%.

Dinamika Teknik Mesin, Vol. 13, No. 2, Oktober 2023, p. ISSN: 2088-088X, e. ISSN: 2502-1729

1. PENDAHULUAN

Panel surya adalah salah satu teknologi energi terbarukan yang semakin populer di era modern ini. Dalam upaya untuk mengoptimalkan kinerja panel surya, banyak penelitian telah dilakukan untuk memahami dan memperbaiki faktor-faktor yang mempengaruhi daya yang dihasilkan oleh panel surya. Salah satu faktor penting yang dapat mempengaruhi daya yang dihasilkan oleh panel surya, Quaschnig (2005).

Aliran udara sekitar panel surya dapat memiliki pengaruh signifikan terhadap efisiensi dan performa panel tersebut. Dalam kondisi cuaca yang panas, aliran udara dapat membantu dalam mendinginkan panel surya dan mencegah peningkatan suhu yang berlebihan yang dapat mengurangi efisiensi panel, Ali dkk. (2017) Selain itu, aliran udara juga dapat mengurangi pembentukan debu, kotoran, atau endapan lainnya yang mungkin menutupi permukaan panel dan mengurangi produksi energi, Salameh dkk. (2021)

Namun, meskipun pentingnya peran aliran udara terhadap panel surya, penelitian yang secara khusus membahas pengaruh variasi aliran udara terhadap optimasi daya panel surya masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi dan menganalisis pengaruh variasi aliran udara terhadap optimasi daya panel surya, Cahyono dkk. (2020).

Dalam penelitian ini, kami akan mempertimbangkan berbagai faktor yang dapat mempengaruhi aliran udara sekitar panel surya, seperti kecepatan angin, arah angin, dan posisi panel surya. Kami akan melakukan pengukuran dan analisis eksperimental untuk memperoleh data yang akurat dan valid tentang hubungan antara variasi aliran udara dan daya yang dihasilkan oleh panel surya. Selain itu, kami juga akan menggunakan model simulasi komputer untuk melengkapi penelitian ini.

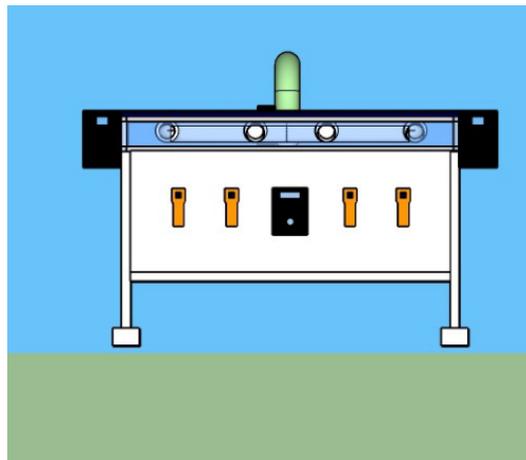
Dengan mengeksplorasi pengaruh variasi aliran udara terhadap optimasi daya panel surya, penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam mendesain dan mengoptimalkan instalasi panel surya. Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar bagi pengembangan strategi baru yang dapat meningkatkan efisiensi dan kinerja panel surya dalam berbagai kondisi aliran udara.

Melalui pemahaman yang lebih mendalam tentang hubungan antara aliran udara dan daya yang dihasilkan oleh panel surya, diharapkan dapat memacu penggunaan energi surya secara lebih luas dan efisien dalam upaya mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil yang terbatas dan berdampak negatif pada lingkungan.

Pengembangan sistem pendinginan menjadi salah satu cara mengatasi permasalahan temperatur pada panel surya telah dilakukan, (Sukarno dkk. 2017; Isyanto dkk., 2017; Almada dan Piliang, 2019).

2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini pengujian panel surya dengan variasi kecepatan aliran fluida 6,0 m/s, 5,5 m/s, dan 4,4 m/s dengan sudut kemiringan panel surya 15° alat menghadap ke utara. Masing-masing variasi diambil data perhari dengan durasi waktu 8 jam perharinya. Sesudah mendapatkan data yang diperlukan maka langkah selanjutnya menganalisa mengenai data tersebut. Hal-hal yang harus diperhatikan saat menganalisa data yaitu arus dan tegangan. Tempat dan waktu penelitian di halaman laboratorium terpadu kampus Universitas Gorontalo. Selain itu workshop Teknik Mesin digunakan untuk menganalisis hasil data. Sedangkan alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian adalah Multimeter untuk mengukur besaran arus dan tegangan, solar power meter untuk mengukur besaran intensitas radiasi matahari, *thermocouple* untuk mengukur suhu pada beberapa titik panel surya pada bagian permukaan panel dan bagian bawah panel, panel surya yang digunakan tipe monocrystalline berkapasitas 50 WP dengan pengujian matahari secara langsung, sedangkan bahan penelitian menggunakan besi hollow sebagai rangka pendukung untuk dudukan dari panel surya, Triplek dengan ukuran 700 cm x 11,25 cm dan tebal 5 mm sebagai kotak pendingin, dengan diameter 2 cm sebagai saluran masuk yang dihubungkan dengan Blower udara sebagai objek penelitian seperti yang ditunjukkan pada gambar 2, sedangkan desain alat sajikan dalam gambar 1.



Gambar 1. Desain alat



Gambar 2. Instalasi pengujian

Tabel 1. Alat dan bahan	
Nama	Spesifikasi
1. Panel Surya	Monocrystaline 50 WP
2. Termocouple	
3. Lampu LED	
4. Solar charger controller	PWM Solar 10-60 A/24 v
5. Inverter	Doxin, 600 Watt, DC 12 V, AC 220 V
6. Besi Hollow	Ukuran 120 x 120 mm
7. Digital thermometer	

Fill factor pada dasarnya adalah ukuran kualitas dari sel surya dapat diketahui dengan membandingkan daya maksimum teoritis dan daya output pada tegangan rangkaian terbuka dan hubungan pendek. dapat dihitung dengan persamaan (1):

$$FF = \frac{V_m I_m}{V_{oc} I_{sc}} \quad (1)$$

FF menyatakan *fill factor* (faktor pengisi), V_m adalah tegangan maksimum (V), I_m menyatakan arus maksimum (A), V_{oc} menyatakan rangkaian tegangan terbuka (V), I_{sc} menyatakan arus hubung singkat (A), P_{max} adalah daya maksimum (W).

Daya maksimum diperoleh dari hasil perhitungan antara arus (I) dan tegangan (V), pada setiap titik kurva $V-I$ dapat dinyatakan besar daya yang di bangkitkan. Daya maksimum dari sel surya dapat dihitung dengan persamaan (2):

$$P_m = V_m \cdot I_m \quad (2)$$

P_m menyatakan daya maksimum keluaran (W). Sebelum mengetahui seberapa besar nilai daya sesaat yang dihasilkan harus diketahui terlebih dahulu nilai daya yang diterima (daya input), di mana daya tersebut adalah perkalian antara intensitas radiasi matahari yang diterima dengan luas area sel surya dengan persamaan:

$$P_{in} = I_r A \quad (3)$$

P_{in} menyatakan daya input akibat radiasi matahari (W), I_r adalah intensitas radiasi matahari (W/m^2) dan A adalah luas area permukaan sel surya (m^2). Sedangkan besarnya nilai daya keluaran pada sel surya (P_{out}) yaitu perkalian tegangan rangkaian terbuka (V_{oc}), arus hubung singkat (I_{sc}), dan *fill factor* (FF) yang dihasilkan oleh sel surya yang dapat dihitung dengan persamaan:

$$P_{out} = V_{oc} I_{sc} FF \tag{4}$$

P_{out} adalah daya yang dibangkitkan oleh sel surya (W).

Efisiensi sel surya didefinisikan sebagai perbandingan daya keluaran dengan daya masukan. Daya masukan dihitung sebagai radiasi yang diterima oleh permukaan sel surya. Persamaan yang digunakan untuk mendapatkan efisiensi dapat dihitung dengan persamaan:

$$\eta = \frac{P_{max}}{P_{in}} 100\% \tag{5}$$

η adalah efisiensi sel surya (%), dan P_{max} adalah daya maksimum keluaran (W).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hubungan daya dan efisiensi terhadap variasi aliran udara yaitu 4,4 m/s, 5,5 m/s dan 6,6 m/s, diperlihatkan pada tabel dibawah:

Tabel 2. Daya dan efisiensi pada variasi aliran udara sebesar 4,4 m/s

Waktu (Jam)	Radiasi matahari (W/m ²)	Tegangan (V)	Arus listrik (A)	Daya (W)	Efisiensi (%)
9.00	804,5	13,2	1,42	18,74	2,33
10.00	849,5	13,9	2,21	30,72	3,62
11.00	932,1	14,6	2,52	36,79	3,95
12.00	1027,7	15,9	2,48	39,43	3,84
13.00	1011,1	15,4	2,49	38,346	3,79
14.00	917,5	13,8	2,32	32,016	3,49
15.00	813,5	12,1	1,98	23,958	2,95
16.00	604,6	11,2	1,01	11,312	1,87

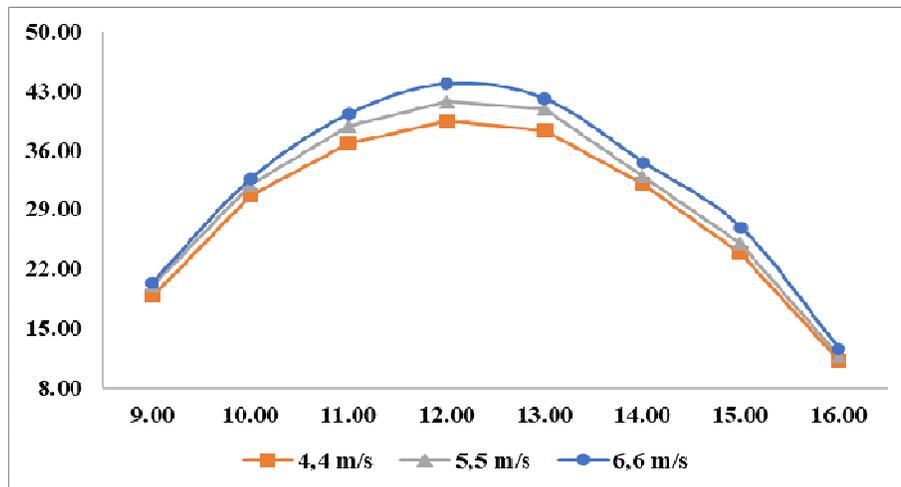
Tabel 3. Daya dan efisiensi pada variasi aliran udara sebesar 5,5 m/s

Waktu (Jam)	Radiasi matahari (W/m ²)	Tegangan (V)	Arus listrik (A)	Daya (W)	Efisiensi (%)
9.00	806,7	13,6	1,48	20,13	2,50
10.00	850,3	14,3	2,23	31,89	3,75
11.00	934,2	15,1	2,57	38,81	4,15
12.00	1028,8	16,1	2,59	41,70	4,05
13.00	1013,2	15,9	2,57	40,863	4,03
14.00	916,7	14,1	2,34	32,994	3,60
15.00	815,7	12,5	2,00	25	3,06
16.00	606,7	11,6	1,02	11,832	1,95

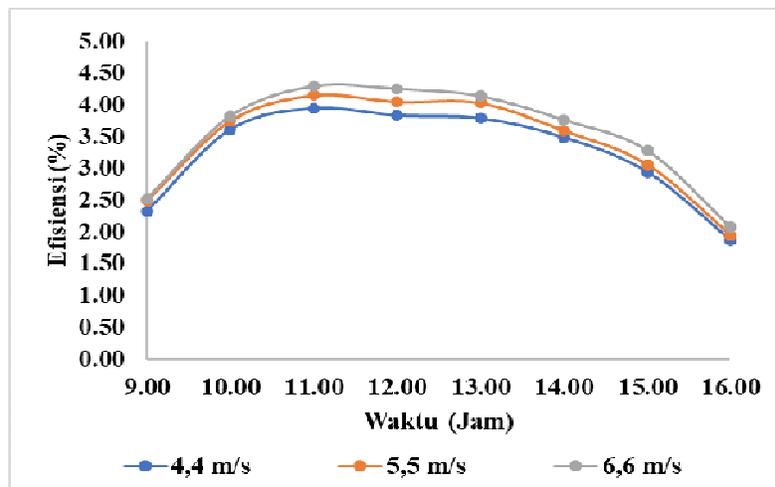
Tabel 4. Daya dan efisiensi pada variasi aliran udara sebesar 6,6 m/s

Waktu (Jam)	Radiasi matahari (W/m ²)	Tegangan (V)	Arus listrik (A)	Daya (W)	Efisiensi (%)
9.00	807,8	13,7	1,49	20,41	2,53
10.00	852,1	14,5	2,25	32,63	3,83
11.00	936,3	15,6	2,58	40,25	4,30
12.00	1029,7	16,8	2,61	43,85	4,26
13.00	1015,1	16,3	2,58	42,054	4,14
14.00	918,8	14,6	2,37	34,602	3,77
15.00	817,8	12,8	2,10	26,88	3,29
16.00	608,3	11,9	1,06	12,614	2,07

Hubungan antara daya dan efisiensi terhadap variasi aliran udara pada masing-masing kecepatan diperlihatkan pada gambar 1 dan gambar 2.



Gambar 1. Hubungan antara daya *output* terhadap kecepatan aliran udara



Gambar 2. Hubungan antara Arus dan tegangan listrik terhadap kecepatan aliran udara

Pada gambar 1 dan 2 terlihat bahwa hubungan antara daya dan efisiensi terhadap variasi aliran udara menghasilkan nilai yang berbeda-beda. Daya dan efisiensi panel surya yang dihasilkan sangat bergantung dari besaran aliran udara yang diberikan. Beberapa variabel yang diuji pada penelitian ini antara lain debit aliran udara, efisiensi dan daya keluaran yang dihasilkan. Debit aliran udara yang divariasikan adalah debit aliran udara pada sisi panas panel surya. Adapun kecepatan aliran udara yang divariasikan adalah 4,4 m/s, 5,5 m/s dan 6,6 m/s.

Terdapat tiga variasi kecepatan angin yang diuji dalam eksperimen, yaitu 4,4 m/s, 5,5 m/s, dan 6,6 m/s. Hasilnya menunjukkan bahwa daya maksimum yang dihasilkan oleh panel surya terjadi pada kecepatan angin 6,0 m/s dengan daya sebesar 48,65 W. Ini menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan angin dapat meningkatkan daya yang dihasilkan oleh panel surya.

Debit aliran udara juga divariasikan dengan mengatur putaran Blower. Meskipun tidak terdapat detail lebih lanjut mengenai hasil variasi debit aliran udara, namun dapat diasumsikan bahwa perubahan debit aliran udara juga mempengaruhi kinerja panel surya, terutama dalam hal efisiensi.

Efisiensi panel surya dapat bervariasi tergantung pada kecepatan angin dan debit aliran udara. Efisiensi maksimum tercapai pada kecepatan angin 5,5 m/s sebesar 44,6%, sedangkan efisiensi minimum tercatat pada kecepatan angin 4,4 m/s sebesar 1,87%. Rata-rata efisiensi selama eksperimen adalah sekitar 27-29%.

Eksperimen ini menunjukkan bahwa pengaturan aliran udara yang tepat dapat meningkatkan daya dan efisiensi panel surya. Panel surya cenderung mencapai efisiensi yang lebih tinggi pada kecepatan angin yang lebih tinggi, tetapi perlu dicatat bahwa daya maksimum tercapai pada kecepatan angin tertentu, dalam hal ini 6,0 m/s. Ini menunjukkan pentingnya mengoptimalkan aliran udara untuk meningkatkan kinerja panel surya.

Dapat disimpulkan bahwa semakin besar kecepatan udara maka efisiensi yang dihasilkan juga akan semakin besar. Hal ini dikarenakan temperatur panel turun seiring kenaikan kecepatan udara. Hal ini juga diperkuat oleh penelitian lainnya yang menyebutkan bahwa peningkatan rata-rata efisiensi listrik yang paling besar terjadi pada saat penurunan rata-rata *temperature* paling rendah. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya dilakukan oleh (Nopriandy dan Suhendra, 2019) kenaikan performansi panel surya dengan kondisi kecepatan udara outlet 2 m/s, 4 m/s dan 6 m/s adalah masing-masing sebesar 3,98%, 1,88%, dan 1,54%. Penelitian juga dilakukan oleh (Rakhmadanu dkk. (2019) dengan menggunakan media pendingin pada panel PV sebagai *passive cooling* dapat meningkatkan daya output yang lebih baik, Sofijan dkk. (2020), penelitian juga dilakukan (Widiantara dan Sugiarta, 2019), dari hasil pengujian yang telah dilakukan terjadi peningkatan daya. Disamping itu, dari Gambar 1 dan 2 dapat dilihat bahwa daya keluaran dan efisiensi di setiap kecepatan, terlihat menurun. Hal ini dikarenakan temperatur panel yang meningkat, sedang pendinginan yang terjadi belum mampu menjaga kondisi temperatur panel seperti di awal pengujian.

4. KESIMPULAN

Daya maksimum yang dihasilkan pada kecepatan angin 4,4 m/s yaitu 47,40 Watt, daya yang dihasilkan pada kecepatan angin 5,5 m/s yaitu 47,55 Watt, dan daya yang dihasilkan pada kecepatan angin 6,0 m/s daya maksimum yang dihasilkan 48,65 watt. Efisiensi maksimum yang dihasilkan pada kecepatan angin 4,4 m/s yaitu 4,23%, dan efisiensi minimum yang dihasilkan adalah 1,87%, dan efisiensi rata-rata adalah 26,56%. pada kecepatan angin 5,5 m/s efisiensi maksimum yang dihasilkan yaitu 44,6%, efisiensi minimum memperoleh 1,95%, dan rata-rata efisiensi 27,86%. pada kecepatan angin 6,0 m/s efisiensi maksimum yang dihasilkan 4,79%, efisiensi minimum yaitu 2,07% , dan rata-rata efisiensi ialah 29,29%.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis pada kesempatan ini mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu baik berupa materi maupun pikiran sehingga penelitian dan paper ini dapat terselesaikan. Yang kedua penulis mengucapkan terimakasih kepada Lembaga penelitian Pendidikan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat (LP3M UG) atas bantuan dana penelitian melalui program penelitian hibah *internal* 2022. Ucapan terimakasih juga kami sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu baik berupa materi maupun pikiran sehingga penelitian ini bisa terselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M., Iqbal, M.H., Sheikh, N.A., Ali, H.M., Manzoor, S.M., Khan, M.M., Tamrin, K.F., Performance investigation of air velocity effects on PV modules under controlled conditions, *International Journal of Photoenergy*, 1–10, 2017.
- Almanda, D., Piliang, B. P, Perbandingan sistem pendingin pada konsentrasi water coolant, air mineral, dan air laut menggunakan panel surya fleksibel monocrystalline 20 Wp, *RESISTOR (ElektRONIKA KEndali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer*, 2 (2), 73, 2019.
- Cahyono, G.R., Ansyah, P.R., Munthaha, M., Pengaruh variasi kecepatan hembusan udara terhadap temperatur, daya output dan efisiensi pada pendinginan panel surya, *Infotekmesin*, 11 (2), 141–146, 2020. <https://doi.org/10.35970/infotekmesin.v11i2.259>.
- Isyanto, H., Budiyanto, Fadliandi, Chamdareno, P.G., Pendingin untuk peningkatan daya keluaran panel surya. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi 2017*, November, 1–2, 2017.
- Nopriandy, Suhendra, A.R, Analisis kecepatan aliran fluida terhadap kinerja kolektor surya yang bergerak mengikuti posisi matahari kandungan, *Jurnal Rona Teknik Pertanian*, 12 (2), 11–22, 2019.
- Quaschnig, V., *Understanding Renewable Energy Systems*, 2005.
- Rakhmadanu, Y., Setyono, G., Arifin, A.A., Pengaruh variasi pendinginan terhadap peforma photovoltaik kapasitas 100 WP Ddngan Variasi Sudut Kemiringan 0°, 5° dan 10°, *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan VII-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya*, October, 391–396, 2019.
- Salameh, W., Castelain, C., Faraj, J., Murr, R., El Hage, H., Khaled, M, Improving the efficiency of photovoltaic panels using air exhausted from HVAC systems: Thermal modelling and parametric analysis, *Case Studies in Thermal Engineering*, 25 (January), 1–10, 2021.
- Sofijan, A., Suparlan, M., Alwani, H., Desain *passive cooling* menggunakan perforated aluminum plate pada

- fotovoltaik monokristalin, *Jurnal Surya Energy*, 5 (1), 23–30, 2020.
- Sukarno, K., Hamid, A.S.A., Razali, H., Dayou, J, Evaluation on cooling effect on solar PV power output using Laminar H₂O surface method, *International Journal of Renewable Energy Research*, 7(3), 1213–1218, 2017.
- Widianara, I.B.G., Sugiarta, N, Pengaruh penggunaan pendingin air terhadap output panel surya pada sistem tertutup, *Matrix : Jurnal Manajemen Teknologi Dan Informatika*, 9 (3), 110–115, 2019.