



## Studi Kinerja Panel Surya Tipe 180 Wp Berdasarkan Air Cooling System Dan Perpindahan Panas Pada Permukaan Panel

Yoga Fernando<sup>a,\*</sup>, Eddy Elfiano<sup>b</sup>, Rafil Arizona<sup>c</sup>, Heri sriptio<sup>d</sup>

<sup>a,b,c</sup>Program Studi Teknik Mesin, Universitas Islam Riau, Jl. Kaharuddin Nst No.113, Simpang Tiga, Kec. Bukit Raya, Kota Pekanbaru, Riau 28284

<sup>d</sup>Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pasir Pengaraian, Jl. Tuanku Tambusai, Rambah, Pasir Pengaraian, Kabupaten Rokan Hulu, Riau 28558

### INFO ARTIKEL

Histori artikel:

Diajukan 25 Oktober 2021

Diterima dalam bentuk revisi 17

Januari 2022

Diterima terbit 18 Januari 2022

Tersedia Online 19 Januari 2022

### ABSTRAK

Efisiensi dari *solar cell* menurun menjadi 0,5% setiap kenaikan 1 °C sebagai hasil dari energi panas, sehingga diperlukan pendinginan pada panel surya. Tujuan dari penelitian ini adalah dengan membuat sistem pendingin diatas permukaan panel dengan memvariasikan kecepatan angin dan mengetahui laju perpindahan panas serta pengaruhnya terhadap kinerja panel surya. Alat yang digunakan pada penelitian adalah *anemometer*, *thermometer couple*, *clambmeter*, *pyranometer* dan *multimeter*. Penelitian menggunakan 4 buah panel surya dengan spesifikasi yang sama yaitu 180 WP dan kipas angin digunakan sebagai pendingin pada panel surya dengan 4 jenis variasi kecepatan yaitu 0 m/s, 2,30 m/s, 3,11 m/s, dan 3,60 m/s . Hasil penelitian yang didapat, pada panel surya dengan kecepatan angin 0 m/s memperoleh nilai rata-rata tegangan terbuka 37,55 V , arus singkat 4,17 A dan laju perpindahan panas sebesar 0 W. Panel surya dengan kecepatan angin 2,30 m/s memperoleh nilai rata-rata tegangan terbuka 39,29 V, arus singkat 4,25 A dan laju perpindahan panas sebesar 22,15 W . Panel surya dengan kecepatan angin 3,11 m/s memperoleh nilai rata-rata tegangan terbuka 39,65 V, arus singkat 4,28 A dan laju perpindahan panas sebesar 39,77 W. Panel surya dengan kecepatan angin 3,60 m/s memperoleh nilai rata-rata tegangan terbuka 39,67 V, arus singkat 4,37 A dan dan laju perpindahan panas sebesar 65,56 W. Terdapat pengaruh *air cooling system* dengan variasi kecepatan angin dan meningkatkan laju perpindahan panas yang berdampak pada kinerja panel surya.. Nilai kinerja terbaik terjadi pada panel surya dengan kecepatan angin yang semakin laju.

**Kata kunci:** Panel surya; perpindahan panas ; temperatur permukaan

### E – MAIL

Fernando.yoga6@gmail.com\*

Eddy\_elfiano@eng.uir.ac.id

### ABSTRACT

*The efficiency of the solar cell decreases to 0.5% for every 1°C increase as a result of heat energy, so cooling of the solar panel is required. The purpose of this research is to create a cooling system on the surface of the panel by varying the wind speed and knowing rate of heat transfer with its effect on the performance of the solar panel. The tools used in this research are anemometer, thermometer couple, clamb meter, pyranometer and multimeter. This study used 4 solar panels with the same specifications, namely 180 WP and a fan is used as a cooler on the solar panel with 4 types of speed variations, namely 0 m/s, 2.30 m/s, 3.11 m/s, and 3.60 m/s. The results obtained, on a solar panel with a wind speed of 0 m/s obtained an average open voltage value of 37.55 V, a short current of 4.17 A and a heat transfer rate of 0 W. The solar panel with a wind speed of 2.30 m /s obtained an average value of 39.29 V open voltage, 4.25 A short current and 22.15 W heat transfer rate. The solar panel with a wind speed of 3.11 m/s obtained an average open voltage of 39.65 V, a short current of 4.28 A and a heat transfer rate of 39.77 W. The solar panel with a wind speed of 3.60 m/s obtained an average open voltage value of 39.67 V, short current 4.37 A and heat transfer rate of 65.56 W. There is an effect of the air cooling system with variations in*

---

*wind speed and increasing the rate of heat transfer which had an impact on the performance of solar panels. The best performance values occur in solar panels with increasingly fast wind speeds.*

**Keywords:** Heat transfer; solar panels; surface temperature

---

## I. PENDAHULUAN

Ketika mengkonversikan cahaya menjadi energi listrik, unjuk kerja dari *solar cell* mengalami penurunan akibat munculnya panas dari permukaan panel surya. Efisiensi dari *solar cell* menurun menjadi 0,5% setiap kenaikan 1°C sebagai hasil dari energi panas. [1]

Peningkatan suhu pada panel surya terjadi karena bahan penghantar panel surya terdiri dari elektron bebas dan beberapa elektron dipegang erat oleh inti atom. Ketika radiasi meningkat, lebih banyak foton mencapai panel dan energi ini diserap oleh atom dan elektron. Kemudian bertabrakan satu sama lain memancarkan lebih banyak elektron dari atom sehingga meningkatkan suhu. Peningkatan suhu menyebabkan peningkatan resistensi terhadap aliran arus yang mengakibatkan efisiensi panel surya lebih rendah.

Untuk mendapatkan daya keluaran yang efisien dari panel PV, perlu untuk mendinginkan panel PV dengan menurunkan panas ekstra dari *solar cell* dalam beberapa cara. Penelitian ini berfokus pada pendinginan paksa yang menggunakan angin sebagai media pendingin untuk menurunkan suhu panel PV. Jia Yang dkk dalam penelitiannya membuat eksperimen untuk menyelidiki dampak kecepatan angin pada kinerja susunan panel surya. Kisaran kecepatan angin bervariasi dari 2 hingga 8 m/s. Hasil percobaan yang dilakukan, peningkatan kecepatan angin meningkatkan daya yang dihasilkan oleh panel surya [2]. H.G.Teo dkk melakukan studi tentang perbandingan efisiensi listrik panel PV dengan dan tanpa pendinginan. Peningkatan efisiensi sel surya terbukti dalam kondisi pendinginan [3]. Z. Farhana dkk. mengurangi suhu panel surya sebesar 40% saat menggunakan kipas DC *brushless* sebagai perangkat pendingin. Kipas tanpa DC *brushless* dengan desain *manifold inlet / outlet* untuk distribusi aliran udara yang seragam dipasang di bagian belakang panel PV [4]. Mazon-Hernandez melakukan penelitian pendinginan dengan

konveksi paksa udara, menggunakan kipas untuk mendinginkan bagian belakang dari modul panel surya. Dari penelitian tersebut bahwa kenaikan efisiensi adalah 2% dan penurunan maksimum pada temperature sel adalah 15 °C[5]. Suryana dkk pada penelitian menggunakan panel surya monokristalin 100 WP didapatkan bahwa tegangan yang diperoleh tidak hanya bergantung terhadap besarnya intensitas cahaya matahari yang diterima, tetapi meningkatnya temperatur pada permukaan panel surya juga menurunkan tegangan [6]. Hasil penelitian yang mirip juga didapatkan dari penelitian Suwarti dkk yang menunjukkan bahwa suhu permukaan yang besar dapat menghasilkan tegangan yang semakin kecil dan arus yang cenderung tetap [7].

Pada penelitian W.Z Leow didapatkan bahwa kecepatan angin dapat memberikan efek pendinginan untuk permukaan panel surya. Kecepatan angin tertinggi dapat menghamburkan lebih banyak panas yang dihasilkan oleh panel surya ke lingkungan. Oleh karena itu, panel surya dapat menghasilkan kinerja yang baik dengan suhu terendah [8].

Konveksi paksa adalah fluida yang mengalir diatas suatu permukaan plat panas, misalnya saluran baja sebuah alat pemanas udara surya, dipanasi secara konveksi. Jika aliran udara disebabkan oleh *blower*, disebut dengan konveksi paksa, dan jika disebabkan oleh gradient massa jenis, maka disebut konveksi alamiah. Pada umumnya, laju perpindahan panas konveksi dapat dinyatakan dengan dengan *Newton's law of cooling* [9].

Oleh karena itu penulis mengangkat suatu ide untuk melakukan suatu penelitian dengan dengan membuat sistem pendingin di atas permukaan panel dengan memvariasikan kecepatan angin dan mengetahui pengaruh laju perpindahan panas konveksi terhadap kinerja panel surya.

## II. MATERIAL DAN METODE

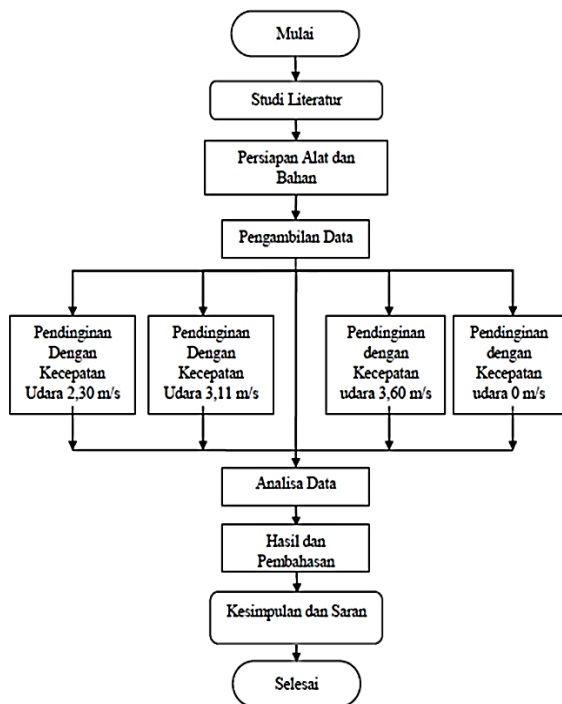
### 2.1 Material Penelitian

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah panel surya tipe monokristalin dengan tipe 180 WP yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 4 panel surya. *Pyranometer* digunakan untuk mengukur intensitas cahaya matahari. Tegangan terbuka ( $V_{oc}$ ) diukur dengan multimeter dan arus singkat ( $I_{sc}$ ) diukur dengan *clamp meter*. *Thermocouple* digunakan untuk mengukur temperatur permukaan panel. *Anemometer* digunakan untuk mengukur kecepatan angin pada kipas dengan mengukur kecepatan di posisi depan, tengah, belakang kemudian mengambil nilai rata-rata kecepatan pada tiap panel. Kipas angin digunakan untuk mengalirkan angin diatas permukaan panel surya.

### 2.2 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara *true experimental research* yang dilaksanakan diluar ruangan atau outdoor guna mengumpulkan data-data penelitian secara *real* di lapangan. Pengambilan data dilakukan selama 6 hari dari tanggal 22 Maret – 2 April 2021 dari pukul 09:00-15:00 WIB, di atas gedung (*rooftop*) Gedung C Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

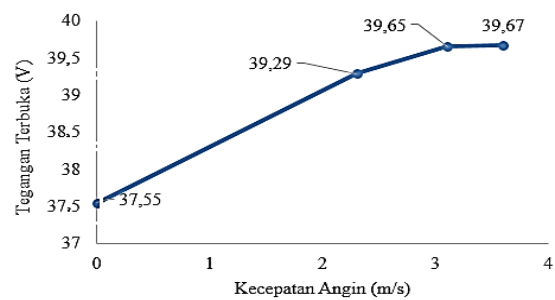
## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil yang digunakan merupakan nilai rata-rata yang diambil dari data pukul 09:00-15:00 WIB.

Tabel 1. Data hasil pengujian

Pengujian (m/s)	Voc (V)	Isc (A)
0	37,55	4,17
2,30	39,29	4,25
3,11	39,65	4,28
3,60	39,67	4,37

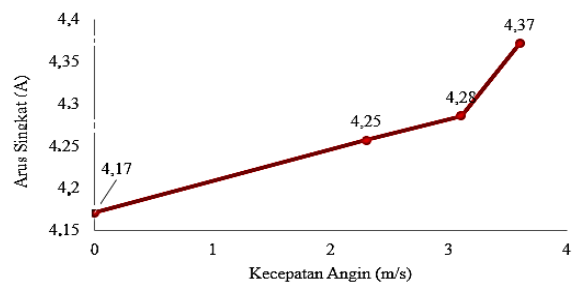
### 4.1 Pengaruh Variasi Kecepatan Angin Terhadap Tegangan Terbuka



Gambar 2. Grafik variasi kecepatan angin terhadap tegangan terbuka

Dari gambar 2 diatas terdapat nilai tertinggi dan terendah. Untuk nilai tegangan terbuka tertinggi didapatkan pada panel surya dengan kecepatan angin 3,60 m/s sebesar 39,67 V. Sedangkan nilai tegangan terbuka terendah didapatkan pada panel surya dengan kecepatan angin 0 m/s sebesar 37,55 V. Dapat disimpulkan bahwa penambahan kecepatan angin mempengaruhi kenaikan dari hasil tegangan terbuka. Sesuai dengan hasil penelitian ini bahwa semakin efektif pendinginan panel surya, maka semakin besar nilai tegangan yang didapat [10].

### 4.2 Pengaruh Variasi Kecepatan Angin Terhadap Arus Singkat



Gambar 3. Grafik variasi kecepatan angin terhadap tegangan terbuka

Dari gambar 3 diatas terdapat nilai tertinggi dan terendah. Untuk nilai arus singkat tertinggi didapatkan pada panel surya dengan kecepatan angin 3,60 m/s sebesar 4,37 A. Sedangkan nilai arus terbuka terendah didapatkan pada panel surya dengan kecepatan angin 0 m/s sebesar 4,17 A. Dapat disimpulkan bahwa penambahan kecepatan angin mempengaruhi kenaikan dari hasil tegangan terbuka. Nilai arus singkat dari panel surya yang didinginkan oleh kipas lebih tinggi daripada yang dihasilkan oleh tidak ada pendinginan yang terpasang. Hal ini menunjukkan adanya perubahan arus singkat yang terjadi akibat peningkatan dari kecepatan angin.

#### 4.3 Pengaruh Variasi Kecepatan Angin Terhadap Laju Perpindahan Panas Konveksi

Untuk menghitung laju perpindahan panas konveksi digunakan persamaan *Newton's law of cooling* yaitu:

$$Q = h A (T_s - T_{\infty})$$

Keterangan:

- Q = Laju perpindahan panas (Watt)  
 h = Koefisien perpindahan panas konveksi (W/m<sup>2</sup>.K)  
 A = Luas permukaan (m<sup>2</sup>)  
 Ts = Temperatur dinding (K)  
 T<sub>∞</sub> = Temperatur udara (K)

Data hasil perhitungan laju perpindahan panas konveksi dapat dilihat pada tabel berikut

**Tabel 2.** Hasil perhitungan laju perpindahan panas konveksi

Pengujian (m/s)	T <sub>∞</sub> (°C)	T <sub>s</sub> (°C)	q (W)
0	45,83	45,83	0
2,30	45,83	43,60	22,15
3,11	45,83	45,83	39,77
3,60	45,83	40,45	65,56

Dari tabel 1 diatas terdapat perubahan laju perpindahan panas akibat dari kenaikan laju kecepatan angin. Pada panel surya dengan kecepatan angin 0 m/s dengan temperatur permukaan 45,83 °C dengan laju perpindahan

panas 0 W. Hal ini karena tidak ada fluida yang mengalir diatas permukaan panel surya. Sedangkan Nilai perpindahan panas tertinggi terjadi pada panel surya dengan kecepatan angin 3,60 m/s dengan laju perpindahan panas sebesar 65,56 W dan temperatur permukaan sebesar 40,45 °C.

Nilai kecepatan angin berpengaruh terhadap temperatur permukaan dan laju perpindahan panas. Semakin laju kecepatan angin, maka temperatur permukaan semakin turun sedangkan laju perpindahan panas konveksi semakin besar. Temperatur permukaan dapat turun akibat dari pembuangan panas oleh angin yang dialirkan.

#### V. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian panel surya menggunakan *air cooling system* dengan variasi kecepatan angin menghasilkan rata-rata tegangan terbuka dan arus singkat tertinggi yaitu 39,67 V dan 4,37 A dengan laju perpindahan konveksi sebesar 65,56 W pada panel surya dengan kecepatan angin 3,60 m/s. Dapat disimpulkan bahwa penambahan laju kecepatan angin mampu meningkatkan nilai dari tegangan terbuka, arus singkat dan laju perpindahan panas. Nilai laju perpindahan panas yang tinggi pada panel surya berdampak pada penurunan temperatur permukaan panel yang berpengaruh terhadap kinerja panel surya.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan artikel ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Pradana, M. A. P, "Prototype Sistem Kontrol Otomatis pada Pembangkit Listrik Alternatif Tegangan Rendah", *Jurnal Widya Teknik*, vol 15, no 2, pp 112-126. 2016, doi: doi.org/10.33508/wt.v15i2.916
- [2]. Jia Yang, et al, "Modeling Impact of Environmental Factors on Photovoltaic Array Performance", *International Journal of Energy and Environment*, vol 4: pp 955-968, 2013, [www.ijee.ieefoundation.org/vol4/issue6/IJE\\_E\\_04\\_v4n6.pdf](http://www.ijee.ieefoundation.org/vol4/issue6/IJE_E_04_v4n6.pdf)
- [3]. H.G. Teo, et al, "An active cooling system for photovoltaic modules", *Applied Energy*, vol 90, no 1, pp 309-315, 2012, doi : doi.org/10.1016/j.apenergy.2011.01.017

- [4]. Farhana, Z., et al. "Experimental investigation of photovoltaic modules cooling system." *IEEE Symposium on Computers & Informatics (ISCI)*, pp 165-169, 2012
- [5]. Mazón-Hernández, R., et al, "Improving The Electrical Parameters Of A Photovoltaic Panel By Means Of An Induced Or Forced Air Stream".*International Journal of Photoenergy*, vol 2013, pp 1-10, 2013, doi :10.1155/2013/830968
- [6]. Suryana D. & Ali. M.M." Pengaruh Temperatur / Suhu Terhadap Tegangan yang Dihasilkan Panel Surya Jenis Monokristalin (Studi Kasus: Baristand Industri Surabaya)". *Jurnal teknologi proses dan inovasi industri*, vol. 2, no. 1, pp, 49-52, 2016, doi :10.36048/jtpii.v1i2.1791
- [7]. Suwarti, Wahyono & Prasetyo B, "Analisis Pengaruh Intensitas Matahari, Suhu Permukaan & Sudut Pengarah terhadap Kinerja Panel Surya", *EKSERGI Jurnal Teknik Energi* ,vol 14, no. 3, pp 78- 85 ,2018, doi:10.32497/eksergi.v14i3.1373
- [8]. Leow, W. Z., et al, "Investigation of solar panel performance based on different wind velocity using ANSYS", *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, vol 1, no 3, pp 456-463, 2016, doi:10.32497/eksergi.v14i3.1373
- [9]. C. Kothandaraman, "Fundamentals Of Heat And Mass Transfer", 2006.
- [10]. Nižetić, D., et al, "Water Spray Cooling Technique Applied On A Photovoltaic Panel: The Performance Response," *Energy Convers., Manag.*, vol. 108, pp 287–296, 2016.