

PENGARUH PENDINGINAN MENGGUNAKAN SIRIP TERHADAP PERFORMA PANEL SURYA

1,2,4) Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat JL. Akhmad Yani Km.36 Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714
3) Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Banjarmasin JL. Brigjen Hasan Basri Kampus ULM, Banjarmasin, Kalimantan Selatan, 70714

Corresponding email ^{1*)} :
gunawan.cahyono@ulm.ac.id

Received: 17-02-2021

Accepted: 29-03-2021

Published: 28-06-2021

©2021 Politala Press.
All Rights Reserved.

Gunawan Rudi Cahyono ¹⁾, Pathurrazi Ansyah ²⁾, Joni Riadi ³⁾, Nuryasin Qadimil Awaly ⁴⁾

Abstrak. Penggunaan panel surya di Indonesia dapat dikatakan cukup menjanjikan, dikarenakan letak geografis Indonesia. Tercatat pada 2008 bumi menyerap iradiasi dari matahari sebesar 1360 W/m^2 Setelah disaring oleh atmosfer bumi total radiasi puncak yang diserap oleh bumi mencapai 1000 W/m^2 . Dalam penggunaan panel surya, daya yang dihasilkan dipengaruhi oleh beberapa hal terutama temperatur dari sel surya sendiri, karena material utama dari sel surya merupakan bahan semikonduktor yang sangat sensitif terhadap temperatur. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pendinginan menggunakan sirip terhadap performa dari panel surya. Hasil yang didapatkan yaitu, Pada konveksi alami penggunaan sirip dapat meningkatkan daya output sebesar 0,12% dan dapat meningkatkan efisiensi listrik dari 3,31% menjadi 3,32%. Sedangkan pada konveksi paksa penggunaan sirip dapat meningkatkan daya sebesar 0,78% dan dapat meningkatkan efisiensi listrik dari 3,38% menjadi 3,40%.

Kata Kunci: Pendingin, efisiensi, sirip, panel surya

Abstract. The use of solar panels in Indonesia can be said to be quite promising, due to Indonesia's geographical location. Recorded in 2008 the earth absorbed about 1360 W/m^2 irradiation from the sun. After being filtered by the earth's atmosphere, the total peak radiation absorbed by the earth reached 1000 W/m^2 . When using solar panels, the power generated is influenced by several factor, especially the temperature of the solar cells themselves, because the main material of solar cells is a semiconductor material that is very sensitive to temperature. This study aims is to determine the effect of cooling using fins on the performance of solar panels. The results obtained are, in natural convection the use of fins can increase output power by 0.12% and can increase electrical efficiency from 3.31% to 3.32%. Whereas in forced convection the use of fins can increase power by 0.78% and can increase electricity efficiency from 3.38% to 3.40%.

Keywords: Cooling, Efficiency, Fins, Solar Panel.

To cite this article at <https://doi.org/10.34128/je.v8i1.139>

1. Pendahuluan

Penggunaan panel surya di Indonesia dapat dikatakan cukup menjanjikan, mengingat letak geografis Indonesia berada di garis khatulistiwa, artinya sepanjang tahun Indonesia selalu disinari matahari. Mengingat potensi tenaga surya sebagai sumber energi ramah lingkungan dan tidak menimbulkan polusi [1]. Tercatat pada 2008 bumi menyerap iradiasi dari matahari sebesar 1360 W/m^2 [2]. Setelah disaring oleh atmosfer bumi total radiasi puncak yang diserap oleh bumi mencapai 1000 W/m^2 [3].

Dalam penggunaan panel surya, daya yang dihasilkan dipengaruhi oleh beberapa hal terutama temperatur dari sel surya sendiri, karena material utama dari sel surya merupakan bahan semikonduktor yang sangat sensitif terhadap temperatur. Ketika temperatur semakin naik, maka *bandgap* (selisih atau celah energi antara pita valensi dengan pita konduksi) semikonduktor menurun, sehingga nilai resistansi semakin meningkat dan perpindahan elektron semakin melambat [4].

Dalam sebuah penelitian panel surya, pendinginan panel surya dengan media udara secara paksa dapat meningkatkan efisiensi panel surya dari 6,7% menjadi 7,8% [5], dan pada pendinginan menggunakan udara secara natural didapatkan bahwa penggunaan sirip merupakan metode yang memberikan hasil yang terbaik [6].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pendinginan menggunakan sirip pendingin terhadap performa dari panel surya.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Panel Surya

2.1.1. Panjang Gelombang Cahaya

Cahaya merupakan salah satu bentuk gelombang elektro magnetik [7].Setiap waktunya matahari melepaskan radiasi elektromagnetik dengan rentang spektrum yang sangat luas, hanya sebagian kecil yang merupakan spektrum kasat mata yang dapat terlihat oleh mata manusia. Panjang gelombang cahaya nantinya akan mempengaruhi efisiensi sel surya. Semakin kecil nilainya, maka nilai efisiensinya semakin besar.

2.1.2. Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya, adalah banyaknya cahaya yang jatuh di penampang sel surya. perubahan intensitas cahaya yang mengenai sel surya mempengaruhi nilai efisiensi konversi dari sel surya [3], karena cahaya sangat mempengaruhi kerja sel surya, karena output yang akan dihasilkan oleh sel surya akan bergantung pada jumlah intensitas cahaya itu sendiri.

2.1.3. Sudut Datang Cahaya

Hukum Kosinus Lambert menyatakan bahwa “intensitas cahaya yang jatuh pada sebuah bidang datar harus berbanding lurus terhadap (sudut) kosinus dari sudut yang dibentuk arah sumber cahaya dengan garis normal dari bidang datar itu”. Maka sudut datangnya cahaya akan sangat berpengaruh terhadap intensitas cahaya yang akan didapatkan panel surya.

2.1.4. Temperatur Sel Surya

Temperatur pada sel surya akan sangat mempengaruhi perpindahan elektron. karena material utama dari sel surya bersifat semikonduktor yang sangat sensitif terhadap perubahan temperatur. Ketika temperatur naik, maka *band gap* semikonduktor menurun, sehingga resistansi meningkat dan perpindahan elektron melambat [4], panel surya akan bekerja optimal ketika temperatur berada pada 25 °C [8].

Penambahan sirip pada bagian bawah panel tentunya akan menambah luas permukaan dari panel surya, yang mana akan meningkatkan perpindahan panas dari panel, sehingga dapat menurunkan temperatur maksimal panel. Jika temperatur maksimal panel menurun maka resistansi dari sel surya akan menurun juga, sehingga *output* akan meningkat.

Untuk menghitung efisiensi lipstik panel surya menggunakan rumus berikut [5]:

$$\eta_l = \frac{VI}{GA_p} \times 100\% \quad (1)$$

di mana:

η_l = efisiensi listrik (%)

V = Tegangan Listrik (Volt)

I = Arus Listrik (Ampere)

G = Intensitas Radiasi (W/m²)

A_p = Luas Permukaan Panel Surya (m²)

Intensitas radiasi dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$G = \frac{l_v}{K} \quad (2)$$

dimana:

l_v = Intensitas Cahaya (lm/m²)

K = *Luminous Efficacy* (om/W)

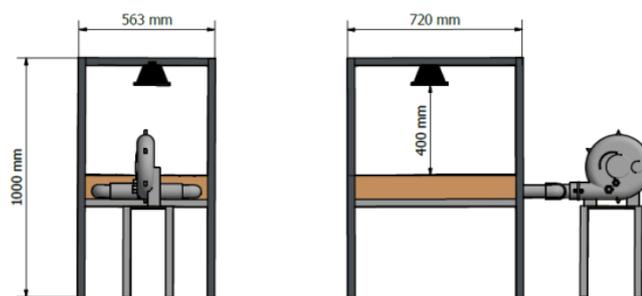
Luminous efficacy adalah kemampuan suatu sumber cahaya untuk memproduksi cahaya kasat mata yang merupakan rasio dari *luminousflux* dan daya, Sebagaimana Cahaya lampu merupakan hasil konversi dari energi listrik menjadi cahaya [9]. Untuk *Efficacy* pada lampu pijar adalah 12 lm/W, *efficacy* lampu halogen 18 lm/W, lampu neon 80 – 90 lm/W, dan lampu uap merkuri mempunyai *efficacy* sebesar 50 – 60 lm/W [10].

3. Metode Penelitian

Penelitian ini mulai dilaksanakan pada bulan Februari 2020. Penelitian dan pembuatan alat dilakukan di Jl. Pamajatan RT. 007, RW. 003, kec. Gambut, kab. Banjar.

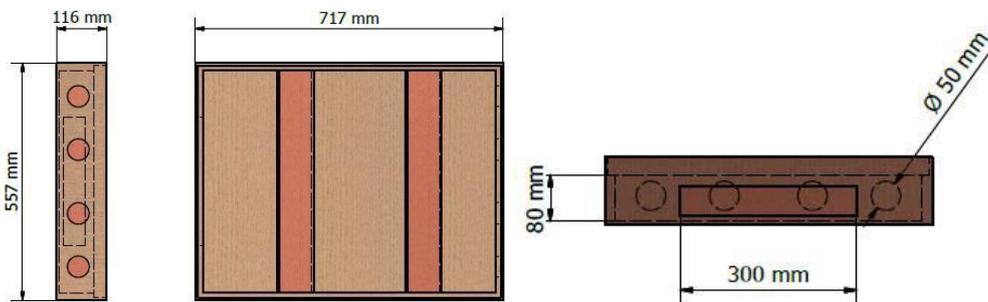
Alat dan bahan yang digunakan yaitu Anemometer, Sensor temperatur, Sensor Daya, Laptop, *Micro Controller*, *Luxmeter*, Kotak pendingin, dan Solar simulator

Solar simulator dilengkapi dengan lampu sorot halogen 500 W dengan *efficacy* sebesar 18 lm/W [10] dan blower yang digunakan untuk menghembuskan udara ke kotak pendingin melewati pipa saluran udara. Kecepatan udara yang masuk diatur sebesar 2 m/s.



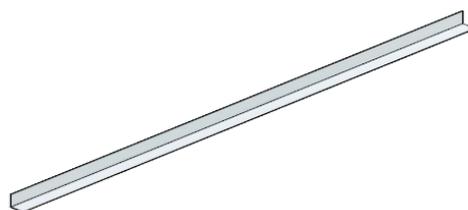
Gambar 1. Solar Simulator

Pada pendinginan alami kotak pendingin berfungsi untuk memberi ruang agar udara dapat bersirkulasi secara alami, pada konveksi paksa kotak pendingin yang dilengkapi dengan sudu pengarah berfungsi untuk mengarahkan dan membuat udara menjadi turbulen untuk meningkatkan pertukaran panas.



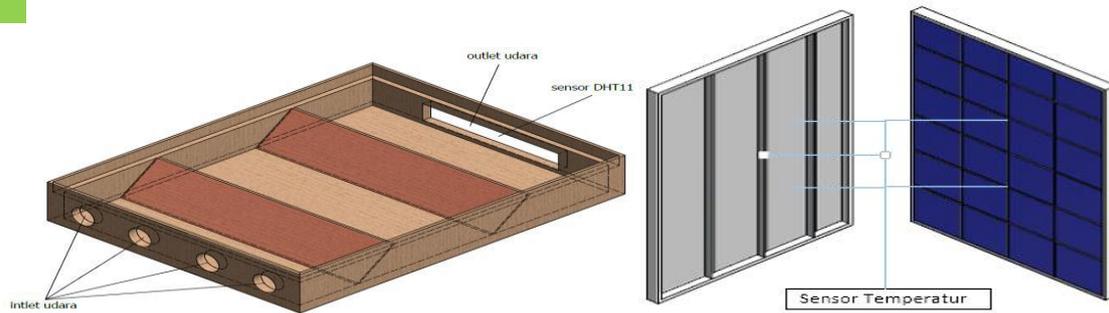
Gambar 2. Kotak Pendingin

Sirip pendingin berfungsi untuk menambah luas permukaan untuk meningkatkan perpindahan panas. Sirip yang digunakan pada penelitian ini merupakan seng yang mempunyai tinggi 20 mm dan panjang 700 mm sebanyak 3 buah.



Gambar 3. Sirip Pendingin

Berikut adalah skema instalasi dari penelitian ini:



Gambar 4. Instalasi Penelitian

Prosedur Penelitian:

- Pengujian pertama dilakukan pada panel surya tanpa menggunakan sirip pendingin.
- Kemudian, letakan panel surya pada kotak pendingin.
- Letakan pada *solar simulator*.
- Nyalakan *solar simulator* tanpa menyalakan blower.
- Catat perubahan Temperatur panel bagian atas (T_{pa}), Temperatur Panel bagian bawah (T_{pb}), Temperatur sirip (T_f), Temperatur *UT* udara (T_{out}), arus *output* panel (I) dan tegangan *output* dari panel (V) setiap 5 Menit hingga kondisi temperatur *steady*.
- Matikan *solar simulator* dan dinginkan solar panel.
- Ulangi langkah b - f dengan menggunakan hembusan udara dari blower dengan kecepatan 2 m/s.
- Pada pengujian kedua, pasang sirip pada panel surya dan ulangi langkah b – g

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil

Berikut adalah hasil dari pengujian yang didapatkan:

Tabel 1. Pengujian Konveksi Alami Tanpa Sirip

T_{∞} (°C)	T_s (°C)	Daya Output (Watt)	Efisiensi (%)
32	45,63	3,216	3,353
32	47	3,194	3,339
32	48	3,175	3,328
32	48,38	3,162	3,325
32	48,38	3,153	3,312
32	49,38	3,15	3,31
32	49,75	3,139	3,31

Tabel 2. Pengujian Konveksi Alami Dengan Sirip

T_{∞} (°C)	T_{out} (°C)	T_s (°C)	Daya Output (Watt)	Efisiensi (%)
32	32	40,625	3,222	3,409
32	33	41,75	3,209	3,396
32	33	42,5	3,201	3,387
32	33	42,75	3,198	3,384
32	33	42,625	3,198	3,384
32	33	42,75	3,197	3,383
32	33	43,25	3,195	3,381
32	33	43	3,195	3,381

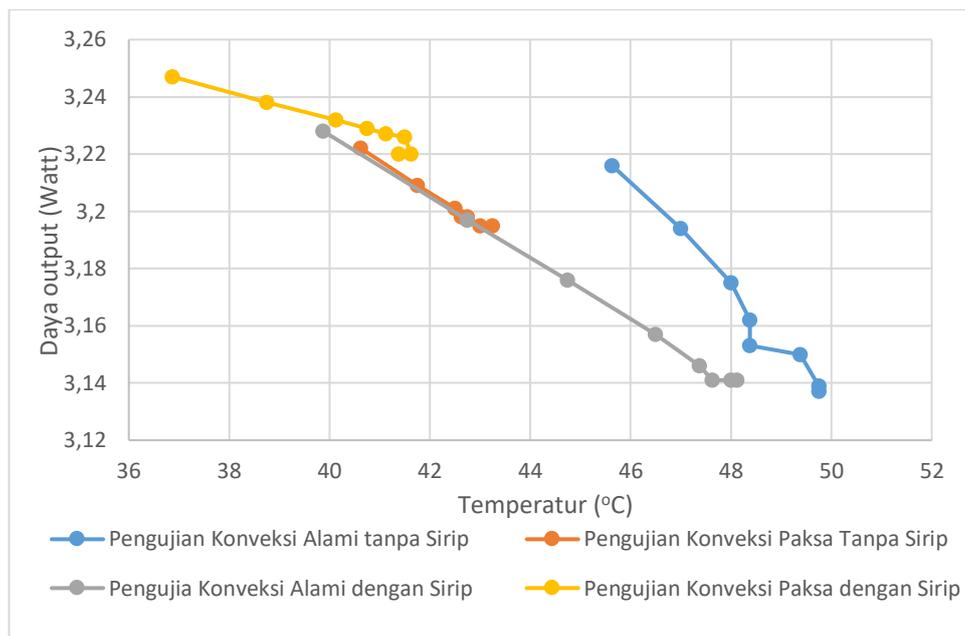
Tabel 3. Pengujian Konveksi Paksa Tanpa Sirip

T_{∞} (°C)	T_s (°C)	Daya Output (Watt)	Efisiensi (%)
32	39,875	3,228	3,406
32	42,75	3,197	3,373
32	44,75	3,176	3,352
32	46,5	3,157	3,337
32	47,375	3,146	3,33
32	47,625	3,141	3,324
32	48,125	3,141	3,324
32	48	3,141	3,324

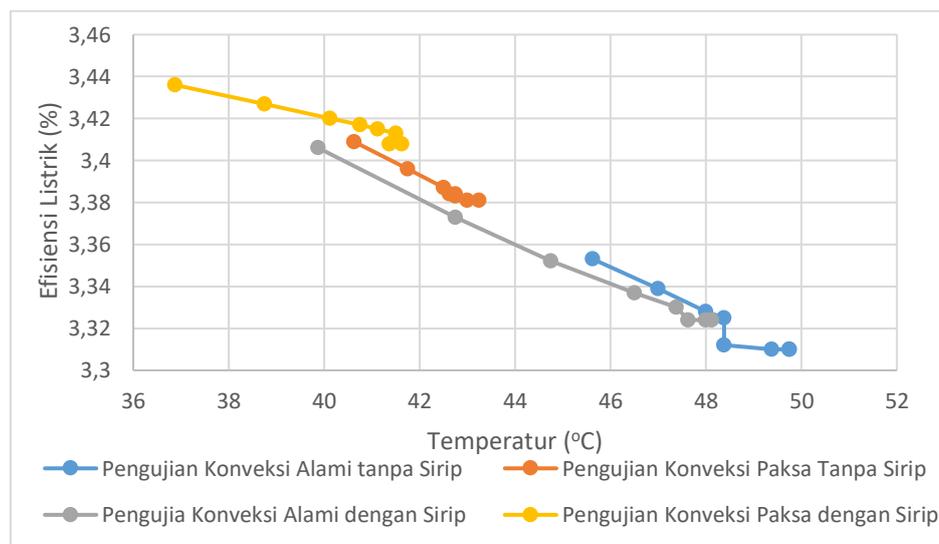
Tabel 4. Pengujian Konveksi Paksa Dengan Sirip

T_{∞} (°C)	T_{out} (°C)	T_s (°C)	Daya Output (Watt)	Efisiensi (%)
32	34	36,875	3,247	3,436
32	34	38,75	3,238	3,427
32	35	40,125	3,232	3,42
32	35	40,75	3,229	3,417
32	35	41,125	3,227	3,415
32	36	41,5	3,226	3,413
32	36	41,625	3,22	3,408
32	36	41,375	3,22	3,408

Dari hasil pada Tabel 1 sampai Tabel 4, didapat grafik sebagai berikut:



Gambar 5. Grafik Pengaruh Temperatur Terhadap Daya Output



Gambar 6. Grafik Pengaruh Temperatur Terhadap Efisiensi Listrik

4.2 Pembahasan

Pada Gambar 5 terlihat bahwa pada pengujian konveksi alami, saat temperatur maksimal tercapai, penggunaan sirip dapat meningkatkan daya sebesar 0,12 % lebih tinggi dibanding dengan tanpa sirip. Pada pengujian konveksi paksa, saat temperatur maksimal tercapai, penggunaan sirip dapat meningkatkan daya sebesar 0,78% dibanding dengan tanpa sirip.

Peningkatan daya ini disebabkan oleh perbedaan temperatur maksimal yang dicapai oleh setiap pengujian. Penambahan sirip pada panel surya dapat memperluas permukaan untuk perpindahan panas, sehingga meningkatkan laju perpindahan panas dari panel surya dan hasilnya dapat menurunkan temperatur maksimal dari panel surya. dengan kata lain dengan penambahan sirip dapat menurunkan temperatur maksimal panel surya sehingga dapat menurunkan resistansi elektrik dari sel menyebabkan peningkatan dari daya output panel surya.

Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa pada pengujian konveksi alami, saat temperatur maksimal tercapai, penggunaan sirip dapat meningkatkan efisiensi listrik dari 3,31% menjadi 3,32%. Pada pengujian konveksi paksa, saat temperatur maksimal tercapai, penggunaan sirip dapat meningkatkan efisiensi listrik dari 3,38% menjadi 3,40%. Pada dasarnya peningkatan efisiensi listrik akan sebanding dengan rasio dari daya dan besar radiasi yang diterima panel. Karena pada penelitian ini menggunakan cahaya yang berasal dari lampu sorot maka dapat dikatakan radiasi yang diterima panel tidak terjadi perubahan, sehingga satu-satunya hal yang dapat menyebabkan perubahan efisiensi adalah daya *output* dari panel surya. Hal ini dimaksudkan agar dapat mempermudah pembacaan dan analisis data untuk mengetahui pengaruh temperatur terhadap daya *output* dari panel surya.

5. Kesimpulan

Pada konveksi alami penggunaan sirip dapat meningkatkan daya *output* sebesar 0,12% dan dapat meningkatkan efisiensi listrik dari 3,31% menjadi 3,32%. Sedangkan pada konveksi paksa penggunaan sirip dapat meningkatkan daya sebesar 0,78% dan dapat meningkatkan efisiensi listrik dari 3,38% menjadi 3,40%.

Daftar Pustaka

- [1] S. Kalogirou, "The potential of solar industrial process heat applications," *Appl. Energy*, vol. 76, no. 4, pp. 337–361, 2003, doi: 10.1016/S0306-2619(02)00176-9.
- [2] G. Kopp and J. L. Lean, "A new, lower value of total solar irradiance: Evidence and climate significance," *Geophys. Res. Lett.*, vol. 38, no. 1, pp. 1–7, 2011, doi: 10.1029/2010GL045777.
- [3] M. Arifin, D. O. Margareta, and O. F. Trimaryana, "Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Efisiensi Konversi Sel Surya Berbasis Dye-Sensitized Solar Cell (DSSC)," *J. Integr.*, vol. 9, no. 1, p. 24, 2017, doi: 10.30871/ji.v9i1.246.
- [4] S. Mahdy, M. Reza, and C. Ekaputri, "Mempengaruhi Kinerja Photovoltaic Jenis Polycrystalline Berukuran 6Cm X 11Cm X 0 . 25Cm Analyze of Characteristic and External Factors Which Influencing of Polycrystalline Photovoltaic Works With the Size 6Cm X 11Cm X 0 . 25Cm," vol. 5, no. 3, pp. 3816–3822, 2018.
- [5] T. A. Rizal, M. Amin, and P. H. Saputra, "Kaji Eksperimental Pendinginan Panel Surya Menggunakan Media Udara," *Jurutera*, vol. 01, no. 01, pp. 027–030, 2014, [Online]. Available: <http://jurnal.unsam.ac.id/index.php/jurutera/article/view/711/526>.
- [6] J. K. Tonui and Y. Tripanagnostopoulos, "Performance improvement of PV/T solar collectors with natural air flow operation," *Sol. Energy*, vol. 82, no. 1, pp. 1–12, 2008, doi: 10.1016/j.solener.2007.06.004.
- [7] P. Handoko and Y. Fajariyanti, "Pengaruh Spektrum Cahaya Tampak Terhadap Laju Fotosintesis Tanaman Air Hydrilla Verticillata," *Semin. Nas. X Pendidik. Biol. FKIP UNS*, pp. 1–9, 2010.
- [8] I. Yusuf, "Implementasi Water Cooling System Untuk Menurunkan Temperature Losses Pada Panel Surya," *J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura*, vol. 1, no. 2, pp. 3–5, 2017, [Online]. Available: <http://jurnal.untan.ac.id/index.php/jteuntan/article/view/21994/17633>.
- [9] A. K. R. Choudhury, *Characteristics of light sources*. 2014.
- [10] dan S. Sudirman, "Kajian Intensitas Cahaya (Adin Sudirman)," *Bul. Pengelolaan Reakt. Nukl.*, pp. 1–9, 2007.