

## Penggunaan Sistem Pendingin Temperatur Menggunakan Heatsink-Fan sebagai Peningkatan Kinerja Panel Surya

Andi Ahlun Nazaar<sup>1</sup>, Stepanus Sigga K<sup>2</sup>, Andreas Pangkung<sup>3</sup>, Suryanto<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar 90245, Indonesia  
\*sigga018@gmail.com

**Abstract:** The efficiency of solar panels decreases when there is an increase in the temperature of the photovoltaic (PV) cell which can be detrimental to the production of electrical energy. The purpose of this research is to reduce the temperature of the solar panel when the radiation level is high which causes the cell temperature to rise. Efforts to reduce the temperature of the PV cell to maintain the efficiency of solar panels at optimal conditions. The designed solar panel cooling technique method is using a heat sink-fan, where the heat sink as a passive cooler is combined with a fan as an active cooler. The heat sink and fan are placed on the underside of the solar panel to help transfer heat from the top surface of the PV panel to the back side. The test was carried out by comparing two monocrystalline PV panels with a power capacity of 100Wp. One PV panel with a heat sink-fan cooling system and one PV panel without a cooling system are compared. The experiment results show that by adding a heat sink cooling system combined with a fan, the average surface temperature reduction of solar panels is obtained from 4.3°C to 7.12°C and the average net power increase ranges from 1.07 W - 2.07 W (4.70%-16.17%) while the increase in the average efficiency of solar panels is 0.38%-1.24%.

**Keywords:** Efficiency; heat sink; cooling system.

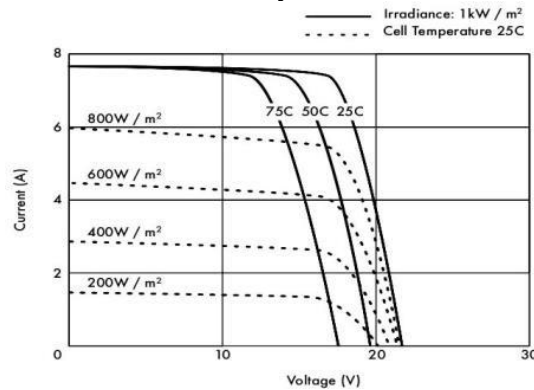
**Abstrak:** Efisiensi panel surya menurun apabila terjadi kenaikan temperatur cell photo voltaic (PV) yang merupakan karakteristik dari cell PV yang dapat merugikan produksi energi listrik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menurunkan temperatur panel surya pada saat tingkat radiasi tinggi yang menyebabkan temperatur cell naik. Usaha menurunkan temperatur cell PV untuk mempertahankan efisiensi panel surya berada pada kondisi optimal. Metode teknik pendingin panel surya yang dirancang adalah menggunakan heatsink-fan. Dimana heatsink sebagai pendingin pasif dikombinasikan dengan fan sebagai pendingin aktif. Heatsink dan fan diletakkan pada bagian sisi bawah panel surya untuk membantu heat transfer dari permukaan atas panel PV ke sisi belakangnya. Pengujian dilakukan dengan membandingkan 2 panel PV jenis monocrystalline dengan kapasitas daya 100Wp. Satu panel PV dengan sistem pendingin heatsink-fan dan yang satu panel PV tanpa sistem pendingin sebagai pembanding. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa dengan penambahan sistem pendingin heatsink yang dikombinasikan dengan fan diperoleh penurunan temperatur permukaan rata-rata panel surya 4,3°C sampai dengan 7,12°C dan peningkatan daya bersih rata-rata berkisar antara 1,07 W - 2,07 W (4,70%-16,17%) sedangkan peningkatan efisiensi rata-rata panel surya adalah 0,38%-1,24%.

**Kata kunci:** Efisiensi; Heatsink; Sistem pendingin

### I. PENDAHULUAN

Salah satu energi alternatif yang mempunyai prospek yang bagus apabila digunakan di Indonesia saat ini adalah energi surya mengingat bahwa secara geografis Indonesia merupakan negara tropis, yang berada pada garis khatulistiwa berpotensi energi surya yang cukup baik. Panel surya memiliki efisiensi yang berbeda-beda tetapi yang paling tinggi efisiensinya adalah jenis *monocrystalline* sebesar 15%, namun efisiensi akan menurun juga. Penurunan efisiensi ini berdampak pada hasil daya listrik panel surya untuk itu perlu adanya upaya agar dapat mengoptimalkan daya listrik dari panel surya sehingga efisiensinya meningkat, faktor dari pengoperasian panel surya agar mendapatkan nilai yang maksimum sangat tergantung pada lima kemungkinan, yaitu temperatur udara, radiasi matahari, kecepatan angin bertiup, keadaan atmosfer bumi, dan orientasi panel surya kearah matahari [1]-[3]. Salah satu cara untuk mengoptimalkan daya keluaran panel surya adalah dengan menambah pendinginan untuk menjaga temperatur sel surya agar tetap stabil dibawah temperature puncak 45°C untuk itu dibutuhkan suatu metode pendingin panel surya agar tidak mengalami penurunan tegangan akibat kenaikan temperatur sehingga panas dibagian belakang panel surya dapat diminimalisir [4].

Panel surya adalah alat yang terdiri dari sel-sel surya yang merupakan salah satu alat yang dikembangkan oleh ilmuwan untuk mengubah energi cahaya matahari mejadi energi listrik. Kerja maksimum dan daya keluaran sel surya tidak hanya dipengaruhi oleh temperatur permukaan sel surya. Terdapat beberapa faktor lain yang dapat mempengaruhi daya keluaran sel surya. Faktor-faktor tersebut ada yang berpengaruh cukup besar dan ada juga yang kecil pengaruhnya [5]. Faktor yang mempengaruhi kerja maksimum sel surya adalah temperatur sel surya, radiasi matahari, kecepatan angin, keadaan atmosfir bumi, dan orientasi sel surya.



Gambar 1. Karakteristik Hubungan arus dan tegangan terhadap variasi Radiasi dan Temperatur

Berikut ini merupakan rumus teoritis kinerja panel surya [6]:

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

$$P_{in} = G \times A \dots \dots \dots (2)$$

$$P_{out} = V \times I \dots \dots \dots (3)$$

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \% \dots \dots \dots (4)$$

Dimana:

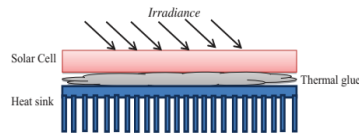
- FF = Faktor pengisi
- $V_m$  = Tegangan maksimum panel (V)
- $I_m$  = Arus maksimum panel (A)
- $V_{oc}$  = Tegangan rangkaian terbuka (V)
- $I_{sc}$  = Arus hubung singkat (A)
- $P_{in}$  = Daya input akibat radiasi matahari (W)
- $G$  = Intensitas cahaya matahari ( $W/m^2$ )
- $A$  = luas penampang panel surya ( $m^2$ )
- $P_{out}$  = Daya yang keluar pada panel surya (W)
- $V$  = Tegangan panel surya (V)
- $I$  = Arus panel surya (A)
- $\eta$  = Efisiensi panel surya
- $P_{out}$  = Daya yang keluar pada panel surya (W)
- $P_{in}$  = Daya input akibat radiasi matahari (W)

## II. METODE PENELITIAN

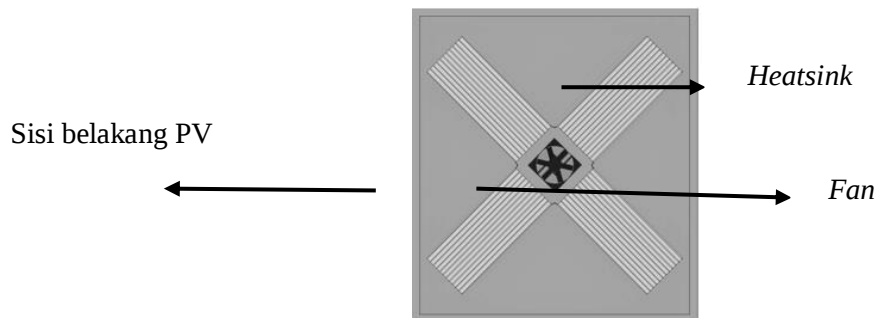
Penelitian ini dilakukan pada Laboratorium Teknik Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang selama 7 bulan, periode bulan februari hingga september 2022. Teknik penelitian yang dilakukan adalah metode eksperimen dengan menguji langsung yakni membandingkan panel surya yang menggunakan sistem pendingin *heatsink-fan* dan tanpa sistem pendingin. Dimana tegangan, arus, dan suhu pada permukaan panel surya yang dijadikan sebagai data pembanding. Alat dan bahan yang

digunakan dalam penelitian ini ialah dua buah panel surya jenis *monocrystalline* 100 Wp, solar power meter, gurinda, digital DC Wattmeter, soket terminal, sensor suhu DS18B20, Clamp meter, *fan*, 4 buah *heatsink*, arduino uno, dan beban DC. Adapun tahap perancangan penelitian ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

- 1) Perancangan dan Kapasitas Sistem Pendinginan Heatsink dan *Fan* [7].

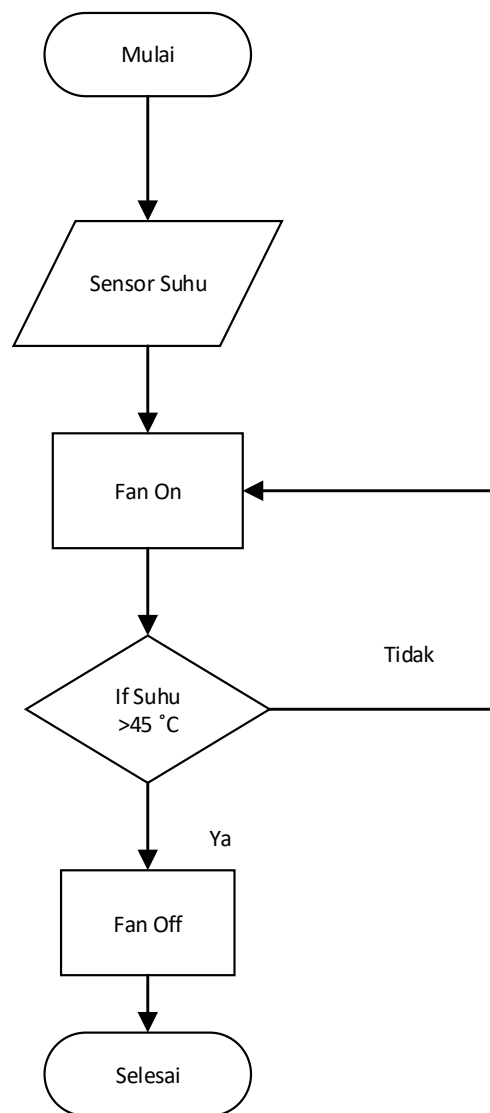


Gambar 2. Tampak depan pemakaian *thermal glue* pada *heatsink*

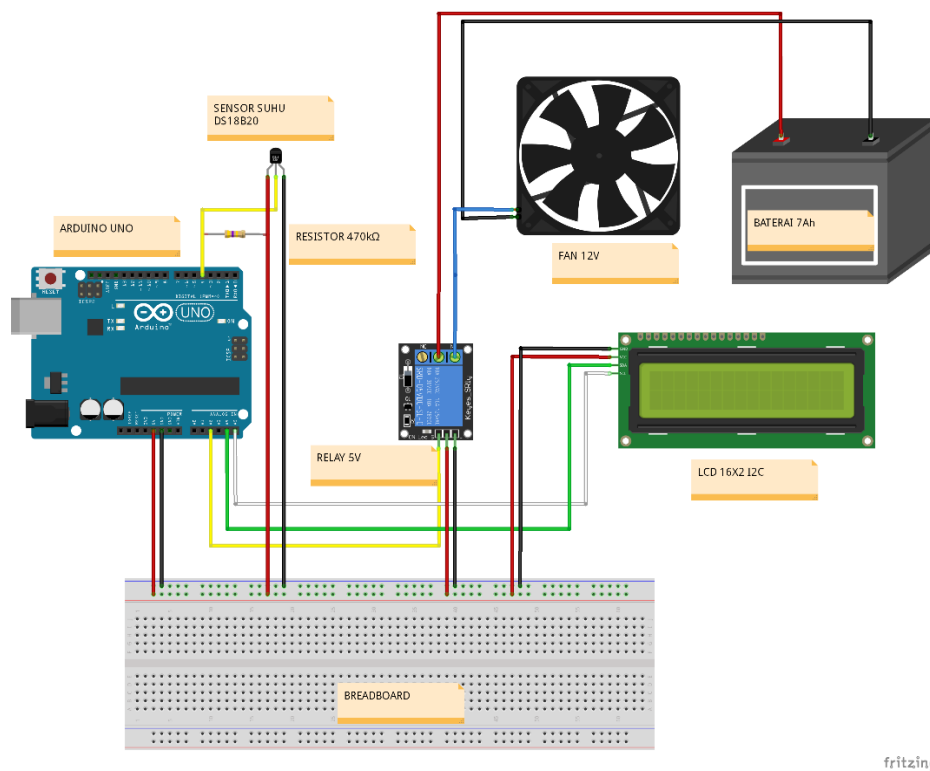


Gambar 3. Tampak belakang panel surya setelah pemasangan *heatsink-fan*

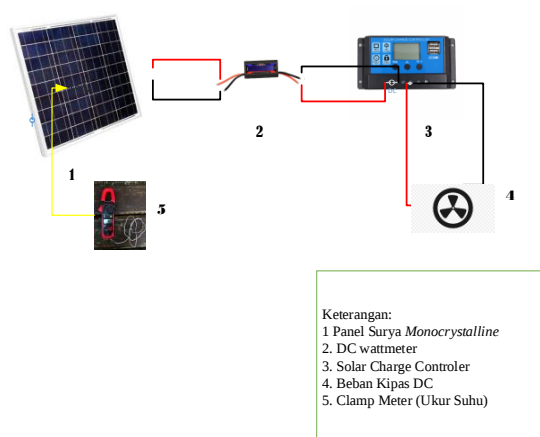
2) Perancangan *Automatic Kontrol Fan*



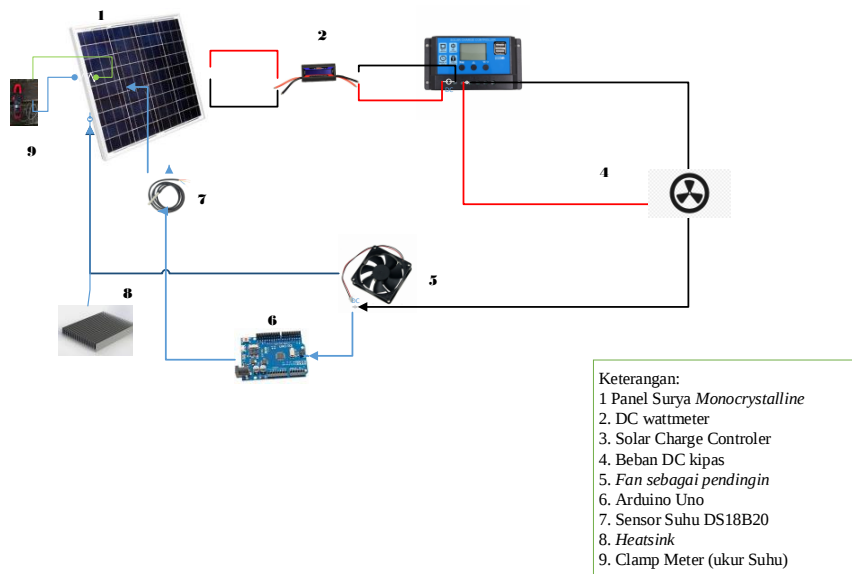
Gambar 3. *Flowchart kontrol fan*

Gambar 4. Skema kontrol *fan*

Pada perancangan Automatic kontrol *fan* menggunakan mikrokontroler arduino uno dan untuk membuat program kontrol otomatisnya menggunakan software arduino, dimana dalam software ini akan dibuatkan program untuk mengontrol ON/OFF dari *fan* pada saat panel surya mencapai temperature tertentu berdasarkan dari sensor temperaturnya dalam hal ini pengaturan temperatur yang digunakan adalah 45°C. Untuk skema pengujian yang dilakukan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. Skema pengujian panel surya tanpa pendingin



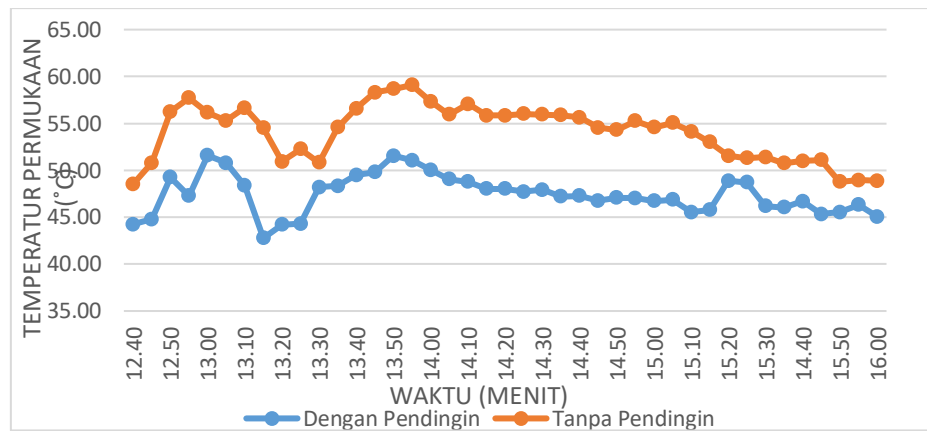
Gambar 5. Skema pengujian panel surya dengan pendingin

Skema pengujian dalam penelitian dapat dilihat pada gambar 4 dan 5, dimana pada gambar skema pengujian tanpa dilengkapi pendingin dan pada gambar 5 panel surya dilengkapi dengan pendingin yaitu heatsink dan fan. Alat yang digunakan untuk mengukur temperatur adalah clamp meter dimana titik yang diukur adalah permukaan panel surya.



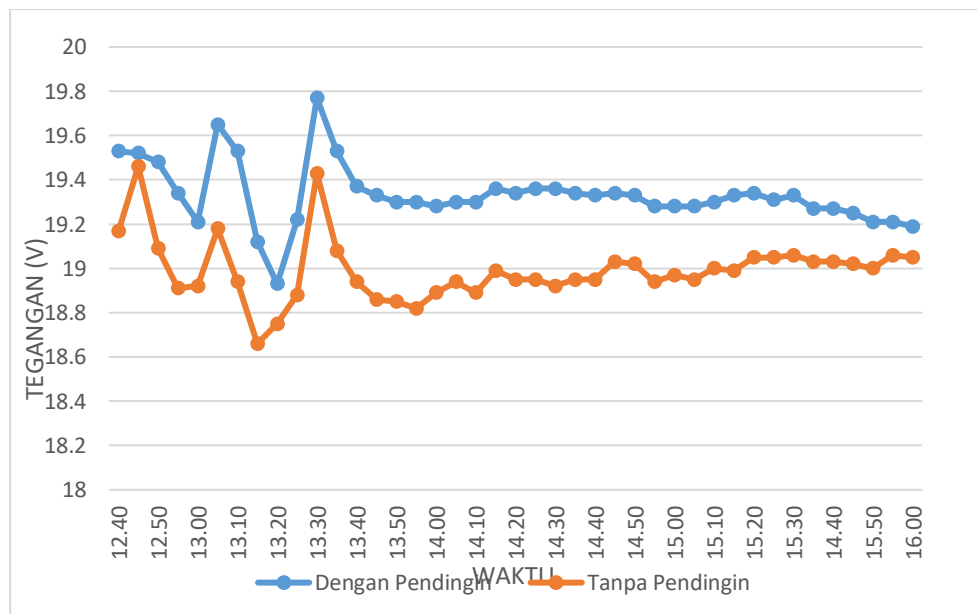
Gambar 6. Alat Pengujian

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 7. Grafik Hubungan Temperatur Permukaan Panel Surya terhadap Waktu

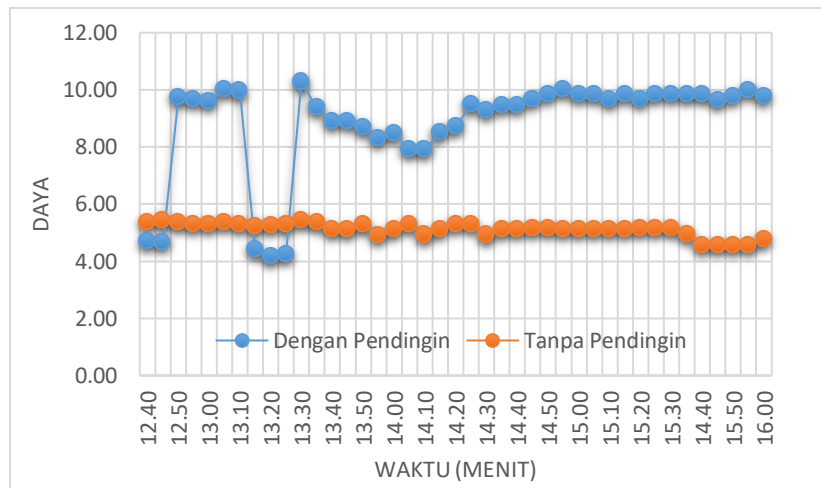
Gambar 7 merupakan grafik yang menunjukkan nilai perbandingan temperatur permukaan panel surya yang menggunakan pendingin dan tanpa pendingin dengan waktu. Temperatur rata-rata dari panel surya yang menggunakan pendingin sebesar  $47,4^{\circ}\text{C}$  sedangkan tanpa pendingin temperatur rata-rata sebesar  $54,1^{\circ}\text{C}$  jadi penurunan temperatur rata-rata jika dipersentasekan adalah sebesar 14,13%. Berdasarkan grafik tersebut dapat diketahui bahwa nilai temperatur pada permukaan panel surya yang menggunakan pendingin lebih kecil dibandingkan dengan tanpa pendingin. Adapun nilai temperatur yang didapatkan fluktuatif disebabkan karena pendingin yang diletakan dibagian bawah panel surya tidak menutupi seluruh permukaan bawah panel dan juga aliran angin dari *fan* tidak mampu menjangkau seluruh sirip-sirip dari *heatsink*.



Gambar 8. Grafik Hubungan Tegangan output Panel Surya terhadap Waktu

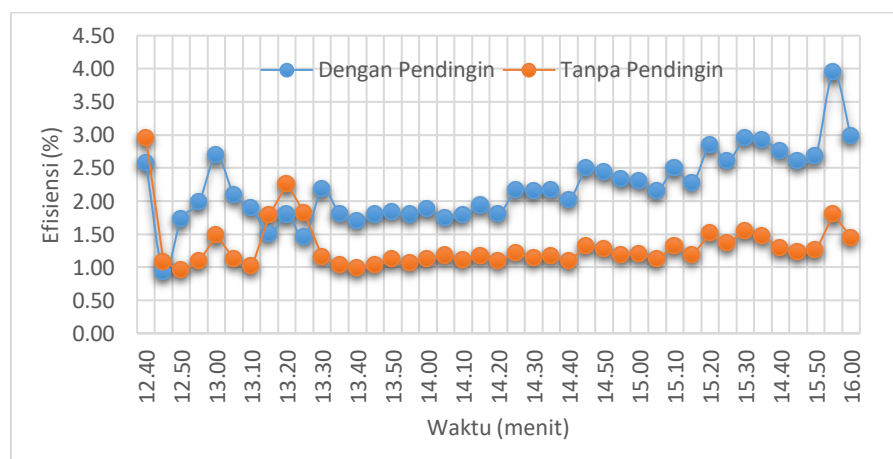
Gambar 8 merupakan grafik yang menunjukkan nilai perbandingan tegangan keluaran panel surya yang menggunakan pendingin dan tanpa pendingin waktu. Berdasarkan grafik tersebut dapat diketahui bahwa tegangan keluaran panel surya yang menggunakan pendingin lebih besar dibandingkan dengan tanpa pendingin. Nilai tegangan tertinggi dan terendah yang dihasilkan oleh panel surya yang menggunakan pendingin adalah 19,77 V dan 18,93 V, Sedangkan untuk panel surya tanpa pendingin sebesar 19,46 V dan 18,66 V, Adapun tegangan rata-rata yang dihasilkan oleh panel

surya yang menggunakan pendingin dan tanpa pendingin adalah 19,33 V dan 18,99 V. Hal ini menunjukkan bahwa dari hasil pengukuran panel surya yang menggunakan pendingin mengalami peningkatan tegangan rata-rata 1,76%. Nilai fluktuatif yang dihasilkan pada pukul 12.40-13.30 disebabkan oleh nilai intensitas cahaya yang berubah-ubah, Dimana perbedaan yang terjadi cukup besar.



Gambar 9. Grafik Hubungan Daya terhadap Waktu

Gambar 9 merupakan grafik yang menunjukkan nilai perbandingan daya yang dihasilkan oleh panel surya yang menggunakan pendingin dan tanpa pendingin terhadap waktu. Berdasarkan grafik tersebut dapat diketahui bahwa daya yang dihasilkan oleh panel surya yang menggunakan pendingin lebih besar dibandingkan dengan tanpa pendingin. Adapun daya dihasilkan oleh panel surya dengan pendingin pada mengalami penurunan pada pukul 13.15-13.30 disebabkan karena *fan* pada saat pengambilan data dalam keadaan tidak menyala sehingga arus beban berkurang menyebabkan daya yang dihasilkan juga menurun. Rata-rata daya output yang dihasilkan oleh panel surya yang menggunakan pendingin dan tanpa pendingin adalah 8,83 W dan 5,12W.



Gambar 10. Grafik Hubungan Efisiensi Panel Surya terhadap Waktu

Gambar 10 merupakan grafik yang menunjukkan nilai perbandingan efisiensi yang dihasilkan oleh panel surya yang menggunakan pendingin dan tanpa pendingin dengan waktu. Berdasarkan grafik tersebut dapat diketahui bahwa efisiensi yang dihasilkan oleh panel surya yang menggunakan pendingin lebih besar dibandingkan dengan tanpa pendingin. Adapun efisiensi yang dihasilkan oleh panel surya baik yang menggunakan pendingin maupun yang tanpa pendingin cenderung mengalami

fluktuatif hal ini disebabkan oleh radiasi matahari yang berubah-ubah. Rata-rata efisiensi yang dihasilkan oleh panel surya yang menggunakan pendingin dan tanpa pendingin adalah 2,19% dan 1,31%. Jadi dapat diketahui kenaikan rata-rata efisiensi dari panel surya yang menggunakan pendingin adalah 0,88%.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dan hasil analisis data, maka dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan sistem pendingin berupa *heatsink-fan* pada panel surya, pengaruh yang didapatkan yaitu adanya perbedaan tempertaur permukaan dengan panel surya yang tidak menggunakan pendingin *heatsink-fan*. Hal ini menandakan bahwa dengan penambahan sistem pendingin dapat menurunkan temperatur permukaan panel namun belum optimal dalam hal peningkatan efisiensi dan daya yang dihasilkan apabila ditinjau dari analisis data yang didapatkan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Harafany, D. S., Prasetya, S., & Sukandi, A. (2021). Perbandingan Efisiensi Panel Surya dengan Pemanfaatan Heatsink dan Pengaruh Sensor pada Panel Surya. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta*, 261.
- [2] Muhammad Y. M., (2023). Analisa Efisiensi Pemakaian Panel Surya Monocrystalline 50 Wp dan Polycrystalline 50 Wp menggunakan beban 25 W. Laporan Tugas Akhir, Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Sultan Agung.
- [3] Nugroho, A. A., Isyanto, H., Ibrahim, W. (2022). Analisa Perbandingan Kinerja Panel Surya Jenis Monocrystalline dan Thin Film. *Jurnal RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer)* Vol. 7 No. 1.
- [4] Farhana, Z., Irwan, Y., Azimmi, R., Razliana, A., & Gomesh, N. (2012). Experimental Investigation of Photovoltaic Modules Cooling System. *IEEE Symposium on Computers & Informatics*, 165.
- [5] Widodo, S. B., Arif, Z., & Royadi, S. (2015). Kaji Eksperimental Pengaruh Temperatur Permukaan Panel Surya Terhadap Daya Keluaran. *Jurnal Ilmiah Jurutera*, 38-39.
- [6] Uhsg, T., Lubis, Z., & Sitorus, T. B. (2016). Analisa kinerja sistempendingin peltier yang menggunakan sel PV dengan sumber energi radiasi matahari. *Jurnal Energi dan Manufaktur*, 167.
- [7] Fatoni, E. K., Taqwa, A., & Kusumanto, R. (2019). Solar Panel Performance Improvement using Heatsink Fan as the Cooling Effect. *Journal Of Physics: Conf. Series 1167 (2019) 012031*, 5.