

# PENGARUH PENGGUNAAN REFLEKTOR DAN PENDINGIN PASIF UNTUK MENGOPTIMALKAN DAYA KELUARAN PADA MODUL SURYA

Widodo Putra Halomoan Siregar<sup>1\*</sup>, Moh. Fawaid<sup>2</sup> dan Haris Abizar<sup>3</sup>

Pendidikan Vokasional Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Jl. Ciwaru Raya No.25, Cipare, Kec. Serang, Kota Serang, Banten, Kode Pos: 42117, Indonesia

\*E-mail : siregarwidodo123@gmail.com

## ABSTRAK

Tujuan Penelitian ini adalah (1) Mengetahui pengaruh penggunaan reflektor dan pendingin pasif terhadap daya keluaran yang dihasilkan modul surya. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan model true eksperimental design yaitu dalam design ini terdapat 2 sistem, sistem pertama diberi perlakuan, sistem kedua tidak diberi perlakuan. Adapun variasi perlakuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut; (1) Modul surya tanpa menggunakan reflektor dan pendingin pasif (2) Modul surya menggunakan reflektor dan pendingin pasif. Pengambilan data dilakukan selama 4 hari dari pukul (08.00-14.00 ) dengan sampel modul surya kapasitas 50 Wp. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah studi literatur, unjuk kerja dan dokumentasi pengujian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil daya pengujian modul surya dengan 2 variasi perlakuan yaitu; (1) Modul surya tanpa menggunakan reflektor dan pendingin pasif menghasilkan daya rata-rata sebesar 47,68 watt (2) Modul surya menggunakan reflektor dan pendingin pasif 59,63 watt. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa modul surya menggunakan reflektor dan pendingin meningkatkan daya sebesar 25,07% dari modul surya tanpa menggunakan reflektor dan pendingin pasif.

Kata Kunci : Modul surya, Reflektor, Pendingin, Daya

## ABSTRACT

*The objectives of this study were (1) To determine the effect of using passive reflectors and coolers on the output power produced by solar modules. The research method used was an experimental method with a true experimental design model, namely in this design there were 2 systems, the first system was treated, the second system was not given treatment. The variations in treatment in this study are as follows; (1) Solar modules without using passive cooling reflectors (2) Solar modules using reflectors and passive cooling. Data were collected for 4 days from (08.00-14.00) with a sample of 50 Wp solar modules. The data collection technique used is literature study, performance and testing documentation. The results showed that the results of the solar panel testing power with 2 variations of treatment, namely; (1) Solar modules without the use of reflectors and passive cooling produce an average power of 47.68 watts (2) Solar modules using reflectors and passive cooling 59.63 watts. The results of this study indicate that solar modules using reflectors and coolers increase the power by 25.07% of solar modules without using reflectors and passive cooling.*

*Keywords : Solar Panel, Reflector, Cooling, Power*

## PENDAHULUAN

Indonesia yang merupakan negara di garis khatulistiwa dengan posisi secara astronomis berada pada  $6^{\circ}$  LU- $11^{\circ}$  LS dan  $95^{\circ}$  BT- $145^{\circ}$  BT, menempatkan Indonesia di kawasan tropis yang memiliki iradiasi harian matahari rata-rata relatif

tinggi yaitu sebesar 4,80 kWh/m<sup>2</sup>/hari, (Kementerian ESDM, 2016), menurut data Potensi Energi Terbarukan Indonesia Tahun 2015 potensi sumber daya energy matahari di indonesia mencapai 207.898 MW, jumlah ini terbagi-bagi di setiap daerah di Indonesia, untuk di Provinsi Banten potensi daya sebesar 2.641 MW (Perpres, 2017).

Energi matahari ini dapat dimanfaatkan dengan dikonversikan menjadi listrik searah (DC) dengan solar photovoltaic, Namun permasalahan utama dari photovoltaic adalah besarnya daya keluaran yang dihasilkan relatif tidak konstan karena dipengaruhi oleh besarnya intensitas matahari serta suhu lingkungan di sekitarnya. Daya yang dihasilkan dari photovoltaic ditentukan oleh besarnya intensitas matahari yang diterima modul surya. Semakin besar intensitas matahari yang diterima oleh modul surya maka semakin besar pula daya yang dapat dihasilkan oleh photovoltaic tersebut.

Untuk memaksimalkan radiasi matahari yang diterima oleh modul surya maka ada beberapa hal yang harus dilakukan yaitu; pada perancangan system dibutuhkan sudut kemiringan modul yang paling tepat untuk menerima radiasi matahari yang paling optimal sesuai dengan daerah pemasangan, sudut yang mempengaruhi pemasangan modul surya ada 2 macam yaitu sudut kemiringan modul surya terhadap bidang horisontal (slope) dan sudut azimuth yang diukur dari arah selatan (Otoritas Jasa Keuangan (OJK), 2014). Alternatif lain yang dilakukan untuk meningkatkan daya keluaran matahari adalah dengan menambah intensitas cahaya yang diterima panel surya dengan menggunakan reflektor berupa cermin datar, karena berkas cahaya yang dipantulkan sejajar, hal ini dilakukan karena memudahkan untuk memantulkan cahaya matahari ke panel secara merata, (Virdi dan Novitrian, 2014) sehingga intensitas cahaya yang diterima panel bisa meningkat.

Faktor turunnya nilai daya output adalah tegangan, karena komponen semikonduktor sensitive terhadap perubahan suhu sehingga sangat berpengaruh banyak terhadap perubahan tegangan daripada arus (Aswar, 2018). Untuk menghindari penurunan kinerja modul surya upaya yang dilakukan adalah dengan penambahan system pendingin pasif pada modul surya sehingga dapat menjaga temperature modul surya. Pendingin pasif berfungsi untuk menyeimbangkan suhu dan kelembapan melalui aliran energy secara alami. Sistem pendingin modul surya pada penelitian ini berfungsi untuk menjaga temperatur modul surya dalam kondisi ideal dengan cara memanfaatkan konveksi secara alami yaitu memindahkan panas yang diterima permukaan modul surya menuju sistem pendingin pasif (Pane, 2015).

Penelitian sebelumnya terkait upaya dalam meningkatkan daya output modul surya/panel surya menggunakan reflektor dan system pendingin pasif,

dilakukan oleh (Pawawoi dan Zulfahmi, 2019) dengan judul Penambahan Sistem Pendingin Heat sink Untuk Optimasi Penggunaan Reflektor Pada Panel Surya, hasil penelitian menjelaskan bahwa Rata-rata penurunan nilai temperatur pada photovoltaic yang dilengkapi reflektor dan sistem pendingin Heat sink mencapai 18,26 %. Terhadap photovoltaic dengan reflektor tanpa sistem pendingin. Metode pertama penggunaan Heat sink dengan aliran udara alami dinilai cukup efektif karena sederhana dan tidak memerlukan energi tambahan, namun penelitian ini perlu dikembangkan karena pendinginan pasif menggunakan udara saja tidak cukup, karena pada penelitian yang dilakukan oleh (Sunarno, 2019) dengan judul Sistem Pendingin Pasif untuk Meningkatkan Daya Keluaran Panel Sel Surya hasil penelitian tersebut menjelaskan bahwa pendinginan pasif dengan memanfaatkan menggunakan air pada balok aluminium dengan heat sink dapat meningkatkan efisiensi panel surya.

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana pengaruh penggunaan reflektor dan pendingin pasif terhadap daya keluaran yang dihasilkan modul surya.

Tujuan penelitian ini adalah Untuk mengetahui pengaruh penggunaan reflektor dan pendingin pasif terhadap daya keluaran yang dihasilkan modul surya.

## **BAHAN DAN METODE**

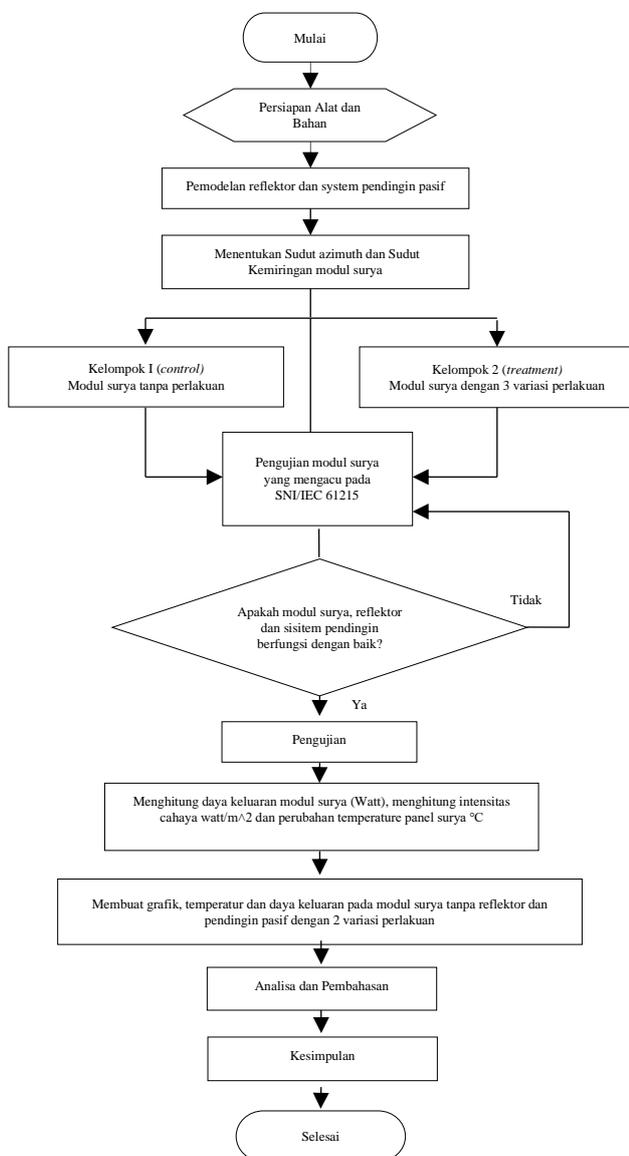
### **Alat dan bahan penelitian**

1. 1 buah modul surya monocrystalline 50 wp
2. 2 buah reflektor ukuran panjang 67 cm dan lebar 54 cm, berbahan cermin
3. Lux meter
4. Multimeter
5. Termometer
6. Busur derajat digital

### **Metode penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Penelitian eksperimen adalah menguji dampak suatu treatment (atau suatu intervensi) terhadap hasil penelitian, yang dikontrol oleh faktor-faktor lain yang mungkin mempengaruhi hasil tersebut (Creswell, J.W. 2016:208). Pada prinsipnya penelitian ini bertujuan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi terkendalikan (Sugiyono, 2013).

## Prosedur Penelitian



Gambar 1. Posisi box pendingin dan heat sink

## Variabel penelitian

Adapun Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Variabel bebas (independent variable) merupakan variabel yang mungkin menyebabkan, mempengaruhi, atau berefek pada hasil penelitian. Variabel ini juga dikenal dengan istilah variabel treatment, manipulated, antecedent atau predictor (Creswell, J.W. 2016:68). Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah

reflektor dan sistem pendingin pasif menggunakan media udara.

2. Variabel terikat (dependent variable) merupakan variabel yang bergantung pada variabel bebas. Variabel terikat merupakan hasil dari variabel bebas. Istilah lain variabel terikat adalah variabel criterion, outcome, effect dan response (Creswell, J. W. 2016:68). Variabel terikat yang digunakan dalam penelitian ini adalah daya keluaran yang dihasilkan modul surya.
3. Variabel kontrol adalah variabel yang berpotensi mempengaruhi variabel terikat (Creswell, J.W. 2016:68). Variabel kontrol yang digunakan dalam penelitian ini adalah waktu penelitian pada pukul 08.00-14.00 WIB.

## Teknik pengumpulan data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Studi literature  
Studi literature dilakukan untuk mencari referensi teori yang relevan dengan permasalahan pada penelitian yang dilakukan, dengan cara pencarian terhadap berbagai sumber tertulis, baik berupa jurnal penelitian, buku, artikel, dokumen, peraturan, karya ilmiah dan website yang relevan dengan penelitian yang dikaji.
2. Unjuk kerja  
Unjuk kerja dilakukan untuk melihat pengaruh Modul surya menggunakan reflektor dan pendingin pasif, terhadap intensitas cahaya, temperatur dan daya yang dihasilkan pada modul surya Kriteria dari unjuk kerja yang akan dilakukan selanjutnya ditentukan dalam instrumen penelitian.
3. Dokumentasi pengujian  
Dokumentasi merupakan kegiatan untuk mengumpulkan bukti dalam bentuk dokumen. Dokumentasi dilakukan sebagai bukti dan data pendukung dari hasil penelitian dalam bentuk foto dan video.

## Teknik analisis data

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan kurva intensitas cahaya matahari, temperatur dan daya. Kurva digunakan untuk membandingkan hasil pengujian modul surya tanpa reflektor dan pendingin pasif dengan modul surya dengan modul surya menggunakan reflektor dengan pendingin pasif, hal ini dilakukan untuk melihat pengaruh peningkatan daya modul surya, intensitas cahaya dan temperatur pada setiap pengujian.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Deskripsi hasil pengujian

Pengaruh penggunaan reflektor dan pendingin pasif untuk mengoptimalkan daya keluaran pada modul surya dilakukan untuk mengetahui pengaruh perubahan nilai daya keluaran yang dihasilkan modul surya, dengan 2 variasi perlakuan yaitu; Modul surya dengan reflektor dan pendingin pasif, dan modul surya tanpa reflektor dan pendingin pasif.

### Pemodelan kerangka

Kerangka modul surya dibuat dengan menggunakan besi hollow ukuran  $1 \times 1$  cm dengan tebal 1 mm dengan panjang 100 cm dan lebar 54 cm, sementara penyangga reflektor menggunakan besi siku  $2 \times 2$  cm dengan tebal 1 mm dengan panjang 67 cm dan lebar 54 cm.



Gambar 2. Rangka modul surya

### Pemodelan Reflektor

Pemodelan reflektor dilakukan dengan menggunakan cermin datar pada kedua sisi modul surya, cermin datar didesain dengan kemiringan sebesar  $70^\circ$ , hal ini disesuaikan dengan hasil penelitian sebelumnya bahwa nilai daya keluaran tertinggi saat pengujian menggunakan reflektor adalah dengan sudut  $70^\circ$  dari sisi luar panel (Muchammad, Eflita Yohana, 2011), dan juga pada penelitian (Negara, Wijaya dan Pemayun, 2016) yang menyatakan bahwa nilai daya terbesar diperoleh pada modul surya dengan sudut  $70^\circ$ . Pemodelan reflektor ini menggunakan kerangka penyangga cermin dari kedua sisi untuk menghindari perubahan posisi pada cermin.



Gambar 3. Kerangka dan Reflektor Modul surya

### Pemodelan Pendingin Pasif

Pemodelan pendingin pasif dilakukan dengan pemanfaatan liquid berupa air yang diisi pada box aluminium dan pemanfaatan media udara melalui heat sink, untuk membantu terjadinya perpindahan panas.



Gambar 4. Posisi box pendingin dan heat sink

Penentuan sudut azimuth, posisi latitude, longitude dan sudut kemiringan modul surya dilakukan agar didapatnya nilai daya keluaran yang maksimum dari modul surya dengan penempatan modul surya yang sesuai, dalam hal ini peneliti menggunakan software global solar, untuk menentukan arah modul surya, sudut optimal kemiringan modul surya yang menyesuaikan dengan letak pelaksanaan pengujian, yaitu latitude dan longitude. Pada gambar dibawah ini, memperlihatkan posisi koordinat lokasi pengujian modul surya yaitu pada  $-6^\circ 07' 49''$  lintang selatan dan  $106^\circ 09' 53''$  bujur timur, sehingga diketahui nilai optimal kemiringan modul surya sebesar  $9^\circ$  ke arah utara.

### Pembahasan

Untuk mengetahui peningkatan daya yang dihasilkan dilakukan beberapa pengukuran yaitu:

#### 1. Suhu

Besarnya nilai suhu pada permukaan modul surya berdampak pada output daya yang dihasilkan modul surya. Peningkatan suhu dapat mengakibatkan penurunan daya, yang disebabkan oleh efisiensi modul surya yang

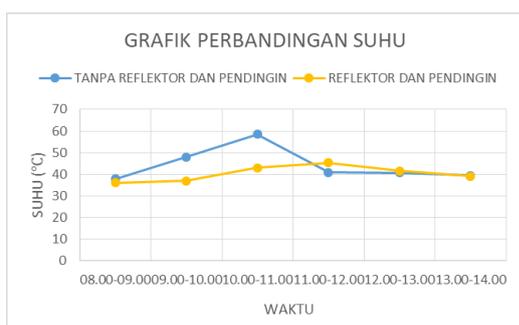
menurun sekitar 0,5 % setiap kenaikan suhu permukaan 1°C. (Foster dkk., 2009).

2. Daya

Pengukuran daya dilakukan untuk mengetahui perbandingan daya yang dihasilkan modul surya menggunakan reflektor dan pendingin pasif dengan modul surya tanpa reflektor dan pendingin pasif.

**Perbandingan temperatur modul surya tanpa reflektor dan pendingin pasif dengan modul surya menggunakan reflektor dan pendingin pasif**

Pada pengujian modul surya menggunakan reflektor dan pendingin pasif diharapkan terjadinya peningkatan intensitas cahaya matahari, namun tidak terjadi penurunan nilai tegangan yang dihasilkan pada modul surya, adapun grafik perbandingan modul surya menggunakan reflektor dan sistem pendingin pasif dengan modul surya tanpa reflektor dan pendingin pasif adalah sebagai berikut.



**Gambar 5. Perbandingan suhu modul surya tanpa menggunakan reflektor dan pendingin dengan modul surya menggunakan reflektor dan pendingin**

Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui bahwa peningkatan suhu pada modul surya tanpa menggunakan reflektor dan pendingin lebih tinggi dibandingkan modul surya menggunakan reflektor dan pendingin, yang ditunjukkan pada nilai suhu tertinggi dalam grafik terjadi pada pukul 10.00-11.00 WIB, yaitu mencapai 58,5 °C sementara suhu tertinggi modul surya dengan reflektor dan system pendingin pasif pada jam yang sama sebesar 45,3 °C, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui persentase peningkatan suhu pada modul surya dengan perbandingan selisih perbedaan nilai suhu pada permukaan modul surya dengan suhu lingkungan pada saat pengujian modul surya menggunakan reflektor dan pendingin dengan modul surya tanpa reflektor dan pendingin pasif. Adapun perbandingan nilai selisih perbedaan nilai

suhu pada modul surya dengan lingkungan adalah sebagai berikut.

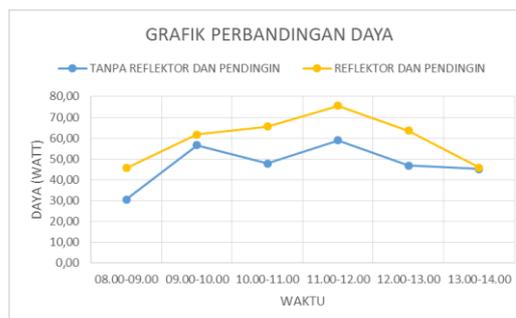
**Tabel 1. Perbandingan temperature modul surya menggunakan reflektor dan system pendingin pasif dengan modul surya tanpa reflektor dan sistem pendingin pasif**

Rata-rata selisih perbedaan suhu modul surya menggunakan reflektor dan pendingin	Rata-rata selisih perbedaan suhu modul surya menggunakan reflektor dan sistem pendingin pasif	Persentase penurunan suhu
9,82 °C	12,62 °C	22,19%

Hasil perbandingan nilai rata-rata selisih perbedaan suhu modul surya pada tabel diatas menunjukkan nilai rata-rata peningkatan suhu pada modul surya menggunakan reflektor dan pendingin pasif hanya sebesar 9,82 °C sementara pada modul surya tanpa reflektor dan pendingin memiliki nilai rata-rata kenaikan suhu sebesar 12,62 °C, sehingga dapat diketahui persentase penurunan suhu pada modul surya menggunakan reflektor dan pendingin pasif sebesar 22,19 %, data ini menunjukkan bahwa penambahan pendingin pada modul surya yang dilengkapi reflektor cukup efektif untuk menurunkan temperatur permukaan modul surya.

**Perbandingan daya modul surya tanpa reflektor dan system pendingin pasif dengan modul surya menggunakan reflektor dan system pendingin pasif**

Hasil pengujian modul surya menggunakan reflektor dan pendingin pasif menunjukkan peningkatan daya yang dihasilkan modul surya, hal ini terjadi karena pada modul surya yang menggunakan reflektor dan pendingin pasif mengalami peningkatan intensitas cahaya dan penurunan suhu pada modul surya.



**Gambar 6. Perbandingan daya modul surya menggunakan tanpa reflektor dan pendingin dengan modul surya menggunakan reflektor dan pendingin**

Berdasarkan grafik diatas dapat disimpulkan bahwa daya yang dihasilkan modul surya menggunakan reflektor dan pendingin pasif meningkat pada jam 10.00-13.00 WIB, hal ini disebabkan terjadi peningkatan intensitas cahaya matahari dari pemantulan cermin pada kedua sisi modul surya dan system pendingin pasif mempengaruhi peningkatan tegangan yang dihasilkan modul surya. Pengujian modul surya dengan menggunakan reflektor dan pendingin pasif menunjukkan perolehan daya tertinggi pada pukul 11.00-12.00 sebesar 75,54 Watt. Perbandingan nilai daya rata-rata yang dihasilkan ada pada tabel dibawah ini

**Tabel 2. Perbandingan daya modul surya menggunakan reflektor dan system pendingin pasif dengan modul surya tanpa menggunakan reflektor dan pendingin pasif**

Rata-rata daya modul surya menggunakan reflektor dan system pendingin pasif	Rata-rata daya modul surya tanpa reflektor dan system pendingin pasif	persentase
59,63	47,68	25,7%

Perbandingan daya pada tabel diatas menunjukkan nilai rata-rata modul surya menggunakan reflektor dan pendingin pasif lebih tinggi yaitu sebesar 59,63 Watt dibandingkan modul surya tanpa reflektor dan pendingin pasif hanya sebesar 47,68 Watt, hasil persentase kenaikan daya modul surya menggunakan reflektor adalah sebesar 25,07%.

**KESIMPULAN**

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada pengoptimalan daya keluaran modul surya menggunakan reflektor dan pendingin pasif dapat ditarik kesimpulan yaitu:

1. Modul surya menggunakan reflektor dan pendingin pasif mengalami penurunan suhu sebesar 22,19%.
2. Modul surya menggunakan reflektor dan pendingin pasif meningkatkan daya 25,07% dengan daya tertinggi sebesar 75,54 watt.

Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa untuk mengoptimalkan daya keluaran modul surya lebih efektif dengan menggunakan reflektor dan pendingin dibandingkan dengan hanya menggunakan reflektor ataupun hanya menggunakan pendingin saja.

**DAFTAR PUSTAKA**

Creswell, Jhon W. (2016). *Research Design Pendekatan Kualitatif, Kuantitatif, dan Mixed*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

Aswar, M. B. A. (2018) *Perancangan sistem pembangkit listrik hybrid panel surya ( photovoltaic ) dan generator pada floating platform*. Universitas Hasanuddin.

Foster, R., Ghassemi, M. dan Cota, A. (2009) *Solar Energy Renewable Energy and the Environment*. 1st Editio. Diedit oleh A. Ghassemi. Florida: CRC Press Taylor & Francis Group. doi: 10.5860/choice.47-5672.

Kementerian ESDM (2016) “Jurnal Energi, Program Strategis EBTKE dan Ketenagalistrikan,” *Jurnal Energi Edisi 02*. Tersedia pada: [https://www.esdm.go.id/assets/media/content/FIX\\_2\\_Jurnal\\_Energi\\_Edisi\\_2\\_17112016\(1\).pdf](https://www.esdm.go.id/assets/media/content/FIX_2_Jurnal_Energi_Edisi_2_17112016(1).pdf).

Muchammad, Eflita Yohana, B. H. (2011) “Pengaruh Suhu Permukaan Photovoltaic Module 50 Watt Peak Terhadap Daya Keluaran yang Dihasilkan Menggunakan Reflektor Dengan Variasi Sudut Reflektor 0, 50, 60, 70, 80,” *Rotasi jurnal teknik mesin*, hal. 14–18. Tersedia pada: Universitas Diponegoro.

Negara, I. B. K. S., Wijaya, I. W. A. dan Pemayun, A. A. G. M. (2016) “Analisis Perbandingan Output Daya Listrik Panel Surya Sistem Tracking Dengan Solar Reflector,” *Jurnal Ilmiah Spektrum*, 3(1), hal. 7–13.

Otoritas Jasa Keuangan (OJK) (2014) *Buku Pedoman Energi Bersih*. Jakarta: Otoritas Jasa Keuangan. doi: [www.ojk.go.id](http://www.ojk.go.id).

Pane, A. H. (2015) *Perpindahan Panas Konduksi Steady State – One Dimensional*. Medan: Advance Learning Program (ALP Consultant).

Pawawoi, A. dan Zulfahmi, Z. (2019) “Penambahan Sistem Pendingin Heatsink Untuk Optimasi Penggunaan Reflektor Pada Panel Surya,” *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 8(1), hal. 1. doi: 10.25077/jnte.v8n1.607.2019.

Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Sunarno, A. R. (2019) *Sistem Pendingin Pasif untuk Meningkatkan Daya Keluaran Panel Sel Surya*, *Repositori Institusi USU*. Universitas Sumatera Utara. Tersedia pada: <http://repositori.usu.ac.id>.

- Virdi, S. dan Novitrian (2014) “Cahaya dan Optik :  
Pemantulan-Cermin dan Pembiasan-Lensa,”  
*Jurnal Pelatihan Kompetensi Guru OSN Tingkat  
SMP & SMA se-Aceh Batch III*, (4), hal. 7. doi:  
10.13140/2.1.1383.1047.