

**TUGAS AKHIR**  
**ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN REFLEKTOR**  
**TERHADAP DAYA *OUTPUT* PANEL SURYA**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Elektro Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh:**

**M.ARDIANSYAH**  
**1807220009**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**MEDAN**  
**2022**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

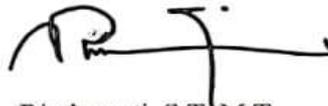
Nama : M. ARDIANSYAH  
NPM : 1807220009  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul Skripsi : “Analisis Pengaruh Penggunaan Reflektor Terhadap Daya Output Panel Surya”  
Bidang Ilmu : Energi Baru dan Terbarukan

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 02 Oktober 2022

Mengetahui dan Menyetujui :

Dosen Pembimbing



Rimbawati, S.T.,M.T

Dosen Pembanding I



Ir. Abdul Azis Hutasuhat, M.M

Dosen Pembanding II



Faisal Irsan Pasaribu, S.T.,M.T

Program Studi Teknik Elektro

Ketua,



Faisal Irsan Pasaribu, S.T.,M.T

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Lengkap : M. ARDIANSYAH  
Tempat/Tanggal Lahir : Tanjung Mulia / 11 Desember 1999  
NPM : 1807220009  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul :

**“Analisis Pengaruh Penggunaan Reflektor Terhadap Daya Output Panel Surya”.**

Bukan merupakan Plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan nonmaterial, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 02 Oktober 2022

Yang menyatakan



M. ARDIANSYAH  
1807220009

## ABSTRAK

Salah satu pemanfaatan energi cahaya matahari adalah dengan mengubahnya menjadi energi listrik melalui panel surya. Panel surya sebagai unit PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) ini bukanlah tanpa kendala, daya *output* panel surya sangat kecil dibandingkan dengan pembangkit listrik jenis lain. Selain itu panel surya juga sangat terpengaruh terhadap kondisi alam seperti awan, perubahan posisi matahari meliputi gerak semu harian serta gerak semu tahunan matahari. Oleh karena itu perlu adanya upaya untuk mengoptimalkan daya *output* panel surya agar efisiensinya meningkat. Salah satu solusi yang memungkinkan yaitu dengan memaksimalkan intensitas radiasi matahari yang mengenai permukaan panel surya dengan bantuan reflektor. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan reflektor cermin dan reflektor aluminium foil pada panel surya 50 WP. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan melakukan percobaan terhadap bahan objek penelitian dengan kemiringan reflektor  $30^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$  dan  $60^{\circ}$ . Berdasarkan hasil penelitian dengan penambahan reflektor pada 4 sisi panel surya dapat mempengaruhi intensitas radiasi matahari yang akan diterima oleh panel surya, suhu serta daya *output* panel surya. Reflektor dengan sudut  $60^{\circ}$  merupakan sudut kemiringan yang optimal dengan hasil rata-rata intensitas radiasi matahari sebesar  $639.27 \text{ W/m}^2$  pada reflektor aluminium foil dan  $717.83 \text{ W/m}^2$  reflektor cermin, suhu sekitar panel surya  $36.7^{\circ}\text{C}$  pada reflektor aluminium foil dan  $36.9^{\circ}\text{C}$  pada reflektor cermin dan daya output panel surya 19.5 watt pada reflektor aluminium foil sedangkan 24.1 watt pada reflektor cermin.

**Kata kunci : Energi, Photovoltaic, Panel surya, Reflektor.**

## **ABSTRACT**

One of the uses of solar energy is to convert it into electrical energy through solar panels. Solar panels as a unit of PLTS (Solar Power Plant) is not without problems, the output power of solar panels is very small compared to other types of power plants. In addition, solar panels are also greatly affected by natural conditions such as clouds, changes in the position of the sun including the daily apparent motion and the annual pseudo-motion of the sun. Therefore, efforts are needed to optimize the output power of solar panels so that their efficiency increases. One possible solution is to maximize the intensity of solar radiation hitting the surface of the solar panel with the help of a reflector. This study aims to analyze the effect of using a mirror reflector and aluminum foil reflector on a 50 WP solar panel. The method used in this study is an experimental method by conducting experiments on the research object material with a reflector slope of  $30^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$  and  $60^{\circ}$ . Based on the results of the study, solar panels with the addition of reflectors on 4 sides of the solar panel can affect the intensity of solar radiation that will be received by the solar panel, temperature and solar panel output power. The reflector with an angle of  $60^{\circ}$  is the optimal tilt angle with an average solar radiation intensity of  $639.27 \text{ W/m}^2$  on the aluminum foil reflector and  $717.83 \text{ W/m}^2$  of the mirror reflector, the temperature around the solar panel is  $36.7^{\circ}\text{C}$  on the aluminum foil reflector and  $36.9^{\circ}\text{C}$  on the mirror reflector and the output power of the solar panel is 19.5 watts on the aluminum foil reflector while 24.1 watts on the mirror reflector.

**Keywords: Energy, Photovoltaic, Solar Panels, Reflectors.**

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisis Pengaruh Penggunaan Reflektor Terhadap Daya *Output* Panel Surya” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Orang tua saya yang telah mendukung saya dalam keadaan apapun untuk menuliskan studi tugas akhir ini.
2. Ibunda Rimbawati, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir serta selaku mentor yang memberikan segala solusi terbaik dalam menyelesaikan beberapa masalah..
3. Bapak Munawar Alfansury Siregarr, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Faisal Irsan Pasaribu S.T.,M,T. selaku ketua Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibu Elvy Sahnur Nasution, S.T., M.Pd. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikelektroan kepada penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Teman-teman seperjuangan Teknik Elektro Stambuk 2018

Proposal Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga Proposal Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-elektroan.

Medan.....

Penulis

M.ardiansyah

1807220009

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian .....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan .....	5
2.2 landasan Teori .....	9
2.2.1 Energi Matahari.....	9
2.2.2 Energi listrik.....	10
2.2.3 Photovoltaic.....	12
2.2.4 Panel Surya.....	13
2.2.4 Karakteristik Panel Surya.....	15
2.2.5 Faktor lingkungan terhadap daya <i>output</i> panel surya .....	19
2.2.6 Pengaruh radiasi matahari terhadap panel surya.....	20
2.2.7 Reflektor .....	21
2.2.8 <i>Solar charger controller</i> .....	22
2.2.9 Baterai.....	24
2.2.10 Alat ukur.....	24
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>26</b>
3.1 Tempat Dan Waktu.....	26
3.1.1 Tempat.....	26
3.1.2 Waktu .....	26
3.2 Alat dan Bahan .....	26
3.3 Perancangan Reflektor.....	27
3.3.1 Desain perancangan dudukan panel surya beserta reflektor .....	27
3.3.2 Pembuatan dan perakitan reflektor.....	29
3.4 Spesifikasi Panel Surya Dan Reflektor.....	30
3.5 Skema Alat Penelitian .....	31
3.6 Prosedur Penelitian.....	32
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>34</b>
4.1 Pengaruh Penambahan Reflektor .....	34
4.1.1 Hasil pengukuran intensitas radiasi matahari.....	34
4.1.2 Hasil pengukuran suhu sekitar panel surya .....	40
4.1.3 Hasil pengukuran tegangan <i>output</i> panel surya.....	45
4.1.4 Hasil pengukuran arus <i>output</i> panel surya .....	50
4.1.5 Hasil pengukuran daya <i>output</i> panel surya.....	55
4.2 Pengaruh Sudut Reflektor.....	60

4.2.1 Pengaruh sudut reflektor terhadap intensitas radiasi matahari .....	60
4.2.2 Pengaruh sudut reflektor terhadap suhu .....	62
4.2.3 Pengaruh sudut reflektor terhadap daya <i>output</i> .....	64
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>66</b>
5.1 kesimpulan .....	66
5.2 Saran .....	66
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>67</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>70</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 lapisan matahari.....	9
Gambar 2. 2 Struktur Utama Silikon Generik Sel Fotovoltaik .....	13
Gambar 2. 3 proses perubahan energi pada panel surya .....	14
Gambar 2. 4 jenis jenis panel surya .....	14
Gambar 2. 5 Kurva I-V panel surya yang menunjukkan arus <i>short circuit</i> .....	16
Gambar 2. 6 Kurva I-V panel surya yang menunjukkan tegangan <i>open circuit</i> ...	17
Gambar 2. 7 Karakteristik I-V pada temperatur permukaan panel surya yang berbeda .....	19
Gambar 2. 8 Kurva I-V Terhadap Irradiance dan Temperatur yang Tetap.....	20
Gambar 2. 9 Pantulan cahaya pada cermin datar .....	21
Gambar 2. 10 <i>Solar charger controller</i> jenis PWM .....	22
Gambar 2. 11 <i>Solar charger controller</i> tipe MPPT .....	23
Gambar 2. 12 baterai kering.....	24
Gambar 2. 13 <i>Solar power meter</i> .....	25
Gambar 2. 14 <i>Temperatur meter digital</i> .....	25
Gambar 2. 15 <i>Watt meter digital</i> .....	25
Gambar 3. 1 Reflektor Dengan Sudut $30^0$ .....	27
Gambar 3. 2 Reflektor Dengan Sudut $45^0$ .....	28
Gambar 3. 3 Reflektor dengan sudut $60^0$ .....	28
Gambar 3. 4 pembuatan dudukan panel surya .....	29
Gambar 3. 5 Perakitan reflektor .....	29
Gambar 3. 6 Panel Surya <i>Monocrystalline</i> .....	30
Gambar 3. 7 Skema Alat Penelitian .....	31
Gambar 3.8 diagram alir Penelitian.....	33
Gambar 4. 1 panel surya dengan sudut reflektor $30^0$ .....	34
Gambar 4. 2 hasil pengukuran intensitas radiasi matahari (a) tanpa reflektor, (b) dengan reflektor almunium foil dan (c) dengan reflektor cermin .....	34
Gambar 4. 3 Grafik perbandingan intensitas radiasi matahari dengan sudut reflektor $30^0$ .....	35
Gambar 4. 4 panel surya dengan sudut reflektor $45^0$ .....	36
Gambar 4. 5 hasil pengukuran intensitas radiasi matahari (a) tanpa reflektor, (b) dengan reflektor almunium foil dan (c) dengan reflektor cermin .....	36
Gambar 4. 6 Grafik perbandingan intensitas radiasi matahari dengan sudut reflektor $45^0$ .....	37
Gambar 4. 7 panel surya dengan sudut reflektor $60^0$ .....	38
Gambar 4. 8 hasil pengukuran intensitas radiasi matahari (a) tanpa reflektor, (b) dengan reflektor almunium foil dan (c) dengan reflektor cermin .....	38
Gambar 4. 9 Grafik perbandingan intensitas radiasi matahari dengan sudut reflektor $60^0$ .....	39
Gambar 4. 10 panel surya dengan dengan sudut reflektor $30^0$ .....	40

Gambar 4. 11 hasil pengukuran suhu sekitar panel surya (a) tanpa reflektor, (b) dengan reflektor almunium foil dan (c) dengan reflektor cermin .....	40
Gambar 4. 12 Grafik perbandingan suhu dengan sudut reflektor $30^0$ .....	41
Gambar 4. 13 panel surya dengan dengan sudut reflektor $45^0$ .....	41
Gambar 4. 14 hasil pengukuran suhu sekitar panel surya (a) tanpa reflektor, (b) dengan reflektor almunium foil dan (c) dengan reflektor cermin .....	42
Gambar 4. 15 Grafik perbandingan suhu dengan sudut reflektor $45^0$ .....	42
Gambar 4. 16 panel surya dengan sudut reflektor $60^0$ .....	43
Gambar 4. 17 hasil pengukuran suhu sekitar panel surya (a) tanpa reflektor, (b) dengan reflektor almunium foil dan (c) dengan reflektor cermin .....	43
Gambar 4. 18 Grafik perbandingan suhu dengan sudut reflektor $60^0$ .....	44
Gambar 4. 19 panel surya dengan sudut reflektor $30^0$ .....	45
Gambar 4. 20 hasil pengukuran tegangan <i>output</i> panel surya (a) tanpa reflektor, (b) dengan reflektor almunium foil dan (c) dengan reflektor cermin .....	45
Gambar 4. 21 Grafik perbandingan tegangan dengan sudut reflektor $30^0$ .....	46
Gambar 4. 22 panel surya dengan sudut reflektor $45^0$ .....	46
Gambar 4. 23 hasil pengukuran tegangan <i>output</i> panel surya (a) tanpa reflektor, (b) dengan reflektor almunium foil dan (c) dengan reflektor cermin .....	47
Gambar 4. 24 Grafik perbandingan tegangan dengan sudut reflektor $45^0$ .....	47
Gambar 4. 25 panel surya dengan sudut reflektor $60^0$ .....	48
Gambar 4. 26 hasil pengukuran tegangan <i>output</i> panel surya (a) tanpa reflektor, (b) dengan reflektor almunium foil dan (c) dengan reflektor cermin .....	48
Gambar 4. 27 Grafik perbandingan tegangan dengan sudut reflektor $60^0$ .....	49
Gambar 4. 28 panel surya dengan sudut reflektor $30^0$ .....	50
Gambar 4. 29 hasil pengukuran arus <i>output</i> panel surya (a) tanpa reflektor, (b) dengan reflektor almunium foil dan (c) dengan reflektor cermin .....	50
Gambar 4. 30 Grafik perbandingan arus dengan sudut reflektor $30^0$ .....	51
Gambar 4. 31 panel surya dengan sudut reflektor $45^0$ .....	51
Gambar 4. 32 hasil pengukuran arus <i>output</i> panel surya (a) tanpa reflektor, (b) dengan reflektor almunium foil dan (c) dengan reflektor cermin .....	52
Gambar 4. 33 Grafik perbandingan arus dengan sudut reflektor $45^0$ .....	52
Gambar 4. 34 panel surya dengan sudut reflektor $60^0$ .....	53
Gambar 4. 35 hasil pengukuran arus <i>output</i> panel surya (a) tanpa reflektor, (b) dengan reflektor almunium foil dan (c) dengan reflektor cermin .....	53
Gambar 4. 36 Grafik perbandingan arus dengan sudut reflektor $60^0$ .....	54
Gambar 4. 37 panel surya dengan sudut reflektor $30^0$ .....	55
Gambar 4. 38 hasil pengukuran daya <i>output</i> panel surya (a) tanpa reflektor, (b) dengan reflektor almunium foil dan (c) dengan reflektor cermin .....	55
Gambar 4. 39 Grafik perbandingan daya <i>output</i> dengan sudut reflektor $30^0$ .....	56
Gambar 4. 40 panel surya dengan sudut reflektor $45^0$ .....	56
Gambar 4. 41 hasil pengukuran daya <i>output</i> panel surya (a) tanpa reflektor, (b) dengan reflektor almunium foil dan (c) dengan reflektor cermin .....	57

Gambar 4. 42 Grafik perbandingan daya <i>output</i> dengan sudut reflektor $45^{\circ}$ .....	57
Gambar 4. 43 panel surya dengan sudut reflektor $60^{\circ}$ .....	58
Gambar 4. 44 hasil pengukuran daya <i>output</i> panel surya (a) tanpa reflektor, (b) dengan reflektor aluminium foil dan (c) dengan reflektor cermin .....	58
Gambar 4. 45 Grafik perbandingan daya <i>output</i> dengan sudut reflektor $60^{\circ}$ .....	59
Gambar 4. 46 Grafik perbandingan intensitas radiasi matahari dengan reflektor aluminium foil.....	60
Gambar 4. 47 Grafik perbandingan intensitas radiasi matahari dengan reflektor cermin.....	61
Gambar 4. 48 Grafik Perbandingan suhu sekitar panel surya dengan reflektor aluminium foil.....	62
Gambar 4. 49 Grafik Perbandingan suhu sekitar panel surya dengan reflektor cermin.....	63
Gambar 4. 50 Grafik perbandingan daya <i>output</i> panel surya dengan reflektor aluminium foil.....	64
Gambar 4. 51 Grafik perbandingan daya <i>output</i> panel surya dengan reflektor cermin.....	65

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi Panel Surya.....	30
Tabel 3. 2 Spesifikasi Reflektor.....	30
Tabel 4. 1 Hasil pengukuran intensitas radiasi matahari dengan sudut reflektor 30 <sup>0</sup> .....	35
Tabel 4. 2 Hasil pengukuran intensitas radiasi matahari dengan sudut reflektor 45 <sup>0</sup> .....	36
Tabel 4. 3 Hasil pengukuran intensitas radiasi matahari dengan sudut reflektor 60 <sup>0</sup> .....	38
Tabel 4. 4 Hasil pengukuran suhu dengan sudut reflektor 30 <sup>0</sup> .....	40
Tabel 4.5 Hasil pengukuran suhu dengan sudut reflektor 45 <sup>0</sup> .....	42
Tabel 4. 6 Hasil pengukuran suhu dengan sudut reflektor 60 <sup>0</sup> .....	44
Tabel 4. 7 Hasil pengukuran tegangan dengan sudut reflektor 30 <sup>0</sup> .....	45
Tabel 4. 8 Hasil pengukuran tegangan dengan sudut reflektor 45 <sup>0</sup> .....	47
Tabel 4. 9 Hasil pengukuran tegangan dengan sudut reflektor 60 <sup>0</sup> .....	49
Tabel 4. 10 Hasil pengukuran arus dengan sudut reflektor 30 <sup>0</sup> .....	50
Tabel 4. 11 Hasil pengukuran arus dengan sudut reflektor 45 <sup>0</sup> .....	52
Tabel 4. 12 Hasil pengukuran arus dengan sudut reflektor 60 <sup>0</sup> .....	54
Tabel 4. 13 Hasil pengukuran daya <i>output</i> dengan sudut reflektor 30 <sup>0</sup> .....	55
Tabel 4. 14 Hasil pengukuran daya <i>output</i> dengan sudut reflektor 45 <sup>0</sup> .....	57
Tabel 4. 15 Hasil pengukuran daya <i>output</i> dengan sudut reflektor 60 <sup>0</sup> .....	59

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### 1.1 Latar Belakang

Matahari adalah sumber kehidupan dan juga sumber awal dari energi-energi lainnya yang ada di bumi. Sinar matahari dapat mencapai permukaan bumi meskipun jarak antara keduanya mencapai ratusan jutaan kilometer ( $\pm 150$  juta km) karena metode perpindahan kalornya secara radiasi yang tidak memerlukan medium atau perantara. Indonesia adalah negara tropis yang terletak di khatulistiwa. Dimana sinar matahari dapat terus dinikmati setiap hari. Rata-rata pancaran sinar matahari per hari yang diterima adalah  $4.000 \div 5.000 \text{ Wh/m}^2$ .

Dari seluruh wilayah Indonesia, intensitas radiasi matahari yang diterima bervariasi jumlahnya. Lampung, Jawa Tengah, Sulawesi Tengah, Papua, Bali, NTB, dan NTT mempunyai intensitas radiasi matahari sekitar  $5 \text{ Kwh/m}^2$ . Untuk wilayah Jawa Barat, khususnya di Bogor dan Bandung, intensitas radiasinya sekitar  $2 \text{ Kwh/m}^2$  dan untuk wilayah-wilayah Indonesia lainnya (secara rata-rata) adalah  $4 \text{ Kwh/m}^2$ . Namun rata-rata wilayah tersebut belum seluruhnya memanfaatkan tenaga matahari. Cahaya dari matahari yang sampai ke permukaan bumi tidaklah konstan sepanjang hari (Rusmaryadi et al., 2018).

Disadari atau tidak, alam tropis Indonesia dengan matahari yang bersinar setiap hari adalah potensi sumber energi yang besar, gratis dan berlimpah yang dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan energi dan menjadi solusi masa depan (Ir. Sibuk Ginting, 2013). Pengembangan sumber energi ramah lingkungan telah dilakukan sejak 15 tahun yang lalu dengan menerapkan berbagai model (Hutasuhut et al., 2022). Sebagai potensi sumber energi yang besar, saat ini terus dikembangkan alat yang dapat menangkap dan mengkonversi energi ini menjadi energi listrik.

Salah satu pemanfaatan energi cahaya matahari adalah dengan mengubahnya menjadi energi listrik melalui panel surya. Panel surya dapat beroperasi dengan baik di hampir seluruh bagian bumi yang disinari oleh matahari (Rusmaryadi et al., 2018). Teknologi ini disebut juga dengan photovoltaic (PV) dibentuk dalam sebuah panel surya dari bahan semikonduktor.

Bahan semikonduktor mampu menghantarkan arus listrik ketika ada energi kinetik yang menggerakkan partikel elektron didalamnya ke pita konduksi. Dalam hal ini energi cahaya matahari disebut juga sebagai energi foton yang mampu menghasilkan energi kinetik untuk melepaskan ikatan elektron pada semikonduktor sehingga menimbulkan arus listrik (Hasan, 2012).

Pembangkit Listrik Tenaga Surya atau biasa disebut PLTS merupakan suatu bentuk cahaya yang dipantulkan melalui sinar matahari ke alat penyerapan sebagai proses terjadi perubahan menjadi energi listrik yang dapat dimanfaatkan sedemikian rupa sebagai kebutuhan sehari-hari (Rimbawati et al., 2021).

Panel surya sebagai unit PLTS ini bukanlah tanpa kendala, daya *output* panel surya sangat kecil dibandingkan dengan pembangkit listrik jenis lain. Selain itu, panel surya juga sangat terpengaruh terhadap kondisi alam seperti kondisi awan, perubahan posisi matahari meliputi perubahan gerak semu harian serta gerak semu tahunan matahari (Nugroho & Al, 2014). Oleh karena itu perlu upaya untuk mengoptimalkan daya *output* listrik panel surya agar efisiensinya meningkat. Salah satu solusi yang memungkinkan yaitu dengan memaksimalkan intensitas radiasi matahari yang mengenai permukaan panel surya dengan bantuan reflektor.

Secara umum, semakin banyak radiasi yang dikonversi menjadi daya, maka efisiensinya akan meningkat. Karena peningkatan intensitas cahaya dan suhu diikuti oleh peningkatan daya *output*, maka semakin meningkatnya intensitas cahaya dan suhu juga akan meningkatkan efisiensi (Kasim & Muhammad Pangestu, 2017). Penggunaan reflektor, memungkinkan jumlah intensitas radiasi matahari yang jatuh pada area permukaan panel surya akan lebih banyak, dan hal ini menyebabkan daya *output* yang dihasilkan akan lebih besar. Jadi dengan adanya peningkatan daya *output* yang dihasilkan, maka efisiensi juga akan meningkat. Reflektor dapat memantulkan cahaya matahari ke permukaan panel surya dan dapat diatur dengan berbagai macam sudut antara  $0^\circ$  sampai dengan  $180^\circ$ . Pengaruh sudut pantul terhadap intensitas radiasi pada reflektor juga perlu diperhatikan.

Untuk itu penelitian ini akan melakukan analisis pengaruh penggunaan reflektor terhadap daya *output* panel surya.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas maka dapat dirumuskan suatu permasalahan yaitu :

1. Bagaimana pengaruh penambahan reflektor terhadap daya yang dihasilkan panel surya.
2. Berapa besar sudut kemiringan reflektor yang menghasilkan daya optimal?

## 1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Agar penelitian tugas akhir ini terarah tanpa mengurangi maksud dan tujuan, maka ditetapkan ruang lingkup dalam penelitian sebagai berikut:

1. Melakukan analisis pengaruh yang dihasilkan panel surya dengan penambahan reflektor.
2. Mengidentifikasi besar sudut kemiringan reflektor untuk menghasilkan daya optimal yang dihasilkan oleh panel surya.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh penambahan reflektor terhadap daya yang dihasilkan panel surya.
2. Mengetahui besar sudut kemiringan reflektor yang menghasilkan daya optimal.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah :

1. Sebagai pijakan dan referensi untuk meningkatkan kinerja pada panel surya dengan penggunaan reflektor.
2. Menambah wawasan dan pengetahuan terhadap pengaruh penambahan reflektor pada panel surya.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini diuraikan secara singkat sebagai berikut :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini menjelaskan tentang pendahuluan, latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini menjelaskan tentang tinjauan pustaka relevan, yang mana berisikan tentang teori-teori penunjang keberhasilan didalam masalah pembuatan tugas akhir ini. Ada juga teori dasar yang berisikan tentang penjelasan dari dasar teori dan penjelasan komponen utama yang digunakan dalam penelitian ini.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Pada bab ini menjelaskan tentang letak lokasi penelitian, fungsi-fungsi dari alat dan bahan penelitian, tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pengerjaan, tata cara dalam pengujian, dan struktur dari langkah-langkah pengujian

### **BAB IV ANALISA DAN HASIL PENELITIAN**

Pada bab ini menjelaskan tentang analisis hasil dari penelitian, serta penyelesaian masalah yang terdapat didalam penelitian ini.

### **BAB V PENUTUP**

Pada bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dari penelitian dan saran-saran positif untuk pengembangan penelitian ini.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### 2.1 Tinjauan Pustaka Relevan

Energi sudah menjadi bagian dari kebutuhan masyarakat di negara mana pun, termasuk Indonesia. Seiring berjalannya waktu, jumlah penduduk Indonesia yang semakin bertambah memungkinkan penggunaan energi yang meningkat pula. Bahan bakar minyak (BBM) memegang posisi yang sangat dominan dalam pemenuhan kebutuhan energi nasional. Komposisi konsumsi energi nasional saat ini adalah BBM : 52,50%; Gas: 19,04%; Batubara: 21,52%; Air:3,73%; Panas Bumi: 3,01%; dan Energi Baru: 0,2%(Kholiq, 2015). Suatu kenyataan yang tidak dapat dipungkiri bahwa produksi minyak akan mengalami penurunan akibat secara alamiah dan semakin menipisnya cadangan.

Energi terbarukan merupakan solusi untuk memenuhi kebutuhan energi secara nasional. Banyak sumber-sumber energi baru dan terbarukan di Indonesia yang berpotensi untuk menggantikan energi yang tidak terbarukan seperti bahan bakar minyak(BBM). Salah satu energi terbarukan yang cukup populer saat ini adalah Panel Surya karena energi yang dimanfaatkan merupakan energi yang mudah didapatkan, dan juga mudah digunakan. Panel Surya memanfaatkan energi Matahari sebagai penyuplai energi utama yang kemudian diubah menjadi energi listrik.

Penggunaan panel surya sebagai unit PLTS ini bukanlah tanpa kendala, daya *output* panel surya sangat kecil dibandingkan dengan pembangkit listrik jenis lain. Selain itu, panel surya juga sangat terpengaruh terhadap kondisi alam seperti kondisi awan, perubahan posisi matahari meliputi perubahan gerak semu harian serta gerak semu tahunan matahari(Nugroho & Al, 2014). Salah satu solusi yang memungkinkan yaitu dengan memaksimalkan intensitas radiasi matahari yang mengenai permukaan panel surya dengan bantuan reflector. Penggunaan reflector, memungkinkan jumlah intensitas radiasi matahari yang jatuh pada area permukaan panel surya akan lebih banyak, dan hal ini menyebabkan daya *output* yang dihasilkan akan lebih besar.

Beberapa penelitian sebelumnya telah melakukan upaya-upaya untuk mengoptimalkan daya *output* panel surya, seperti halnya yang dilakukan oleh Joko Setiyono menggunakan reflektor aluminium foil untuk mengoptimalkan daya keluaran yang dihasilkan oleh panel surya. Dari penelitian yang telah dilakukan pada percobaan solar cell menunjukkan bahwa penggunaan 4 reflektor lebih besar dalam menghasilkan intensitas, daya masukan serta daya keluaran. Hasil optimum didapatkan pada penggunaan 4 reflektor dengan sudut kemiringan  $65^{\circ}$  dengan nilai intensitas sebesar  $1363 \text{ W/m}^2$ , daya masukan 496 Watt dan daya keluaran 65,737 watt (Setiyono et al., 2021).

Pada penelitian lain, seperti yang dilakukan oleh Rismanto Arif Nugroho. Salah satu metode pengoptimalan panel surya adalah dengan menggunakan cermin pemantul sinar matahari (reflector). Berdasarkan hasil pengujian didapatkan bahwa konfigurasi reflektor yang optimal yaitu ditempatkan pada kedua sisi sel surya dengan sudut kemiringan masing-masing  $70^{\circ}$  terhadap modul sel surya. Dengan sumber halogen, didapati kenaikan daya mencapai 202.75% pada tingkat iradiasi  $185.21 \text{ Watt/m}^2$ , 102.43% pada tingkat iradiasi  $90.29 \text{ Watt/m}^2$ . dan 17.01% pada tingkat iradiasi  $1188 \text{ Watt/m}^2$  (Nugroho & Al, 2014).

Pada penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Karnadi menggunakan dua buah panel surya dengan merek dan spesifikasi yang sama serta dua jenis reflektor yaitu reflektor cermin datar dan reflektor aluminium foil. Penelitian dilaksanakan pada tanggal 15 Desember 2016 hingga 17 Januari 2017 dimulai pada jam 09.00-15.00 WIB. Sudut penempatan reflektor ditetapkan  $15^{\circ}$ ,  $30^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$  dan  $75^{\circ}$ . Sudut optimal penempatan reflektor adalah  $30^{\circ}$  yang mampu meningkatkan daya output panel surya hingga 14% (cermin datar) dan 19% (aluminium foil). Pada sudut  $45^{\circ}$  peningkatan daya output terjadi sebesar 8% (cermin datar) dan 7% (aluminium foil). Pada sudut  $15^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$  dan  $75^{\circ}$  penggunaan reflektor justru mengurangi daya output panel surya sebesar 4% - 38% (Karnadi, 2017).

Berikutnya penelitian yang dilakukan oleh Heriyanto Rusmaryadi untuk mengetahui pengaruh penambahan reflektor terhadap peningkatan produksi energi dan sekaligus untuk mengetahui perubahan temperatur panel suryanya sebagai akibat penambahan kuantitas sinar matahari yang masuk. Kapasitas modul panel

surya yang digunakan lebih kurang 50 WP, dimana pengujiannya dilakukan dari pukul 09.00 s.d. 15.00 selama tiga hari. Adapun sudut kemiring reflektor yang digunakan adalah  $100^{\circ}$ ,  $110^{\circ}$ , dan  $120^{\circ}$ . Hasil penelitiannya menunjukkan adanya peningkatan daya *output* panel surya rata-rata sebesar 2.59% (dengan nilai maksimumnya 4.42%). Efek sampingnya adalah kenaikan temperatur panel surya maksimum sebesar 0.60C (atau 1.59%)(Rusmaryadi et al., 2018).

Kemudian penelitian yang dilakukan Ishak Kasim mengenai sudut reflektor yang paling optimal dalam memantulkan cahaya matahari ke modul panel surya. Pengujian dibagi menjadi 3 tahap. Pada tahap 1 pengujian dilakukan tanpa beban dan reflektor sebagai data awal. Pada tahap 2 pengujian dilakukan tanpa beban dengan memberi sudut antara panel surya dan reflektor sebesar  $45^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$ ,  $75^{\circ}$  dan  $90^{\circ}$  untuk mendapatkan sudut yang paling optimal. Pada tahap 3 pengujian dilakukan dengan beban dan sudut yang paling optimal. Dengan sudut yang paling optimal, nilai efisiensi panel surya dapat melebihi nilai efisiensi produksi 13-15 % dan nilai efisiensi laboratorium 18% bahan polycrystalline. Nilai efisiensi pada panel surya 1, 2 dan 3 masing-masing sebesar 20,024 %, 20,034 % dan 20,062%(Kasim & Muhammad Pangestu, 2017).

Pada penelitian berikutnya dilakukan oleh Sanni Ilyas menggunakan Reflektor parabola yang ditempatkan pada permukaan horizontal agar radiasi dari setiap sudut dapat dikumpulkan. Dua modul panel surya yang digunakan dari jenis monokristal masing-masing berukuran panjang 0,639 m dan lebar 0,294 m dapat menghasilkan daya maksimum 20,124 W, arus hubung singkat 1,3 A, dan tegangan terbuka 21,2 V pada iradiasi matahari  $1000 \text{ W/m}^2$  dan temperatur  $25^{\circ}\text{C}$ . Modul panel surya sendiri memiliki efisiensi referensi sebesar 10,71 %. Satu modul panel surya dengan reflektor parabola dapat menghasilkan efisiensi rata-rata 11,13 % atau 1,039 kali lebih tinggi dibandingkan efisiensi referensi. Keseluruhan sistem pembangkit dengan dua modul panel surya dan reflektor parabola dapat menghasilkan daya maksimum 13,111 W dan efisiensi tertinggi sebesar 11,92 % atau 1,113 kali lebih tinggi dibandingkan efisiensi referensi(Ilyas & Kasim, 2017).

Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Hery Setyo Utomo menggunakan teknologi scanning reflektor yang bekerja dengan mencari titik

daya maksimum dalam kondisi tertentu dengan menggerakkan reflektor sisi timur dan barat. Proses scanning dilakukan setiap 30 menit sekali waktu pengujian pukul 07.30 WIB hingga 14.30 WIB. Dengan penambahan cermin reflektor pada panel surya menyebabkan peningkatan arus dengan rata-rata - rata-rata 0,7533 ampere dan peningkatan nilai daya rata-rata 10,201 watt dibandingkan dengan tanpa menggunakan reflektor. Dengan melihat nilai efisiensi, panel surya yang menggunakan reflektor dengan teknologi scanning reflektor telah meningkatkan efisiensi dengan rata-rata 6,362%. Untuk besar selisih energi yang dihasilkan teknologi scanning reflektor dalam rentang waktu tujuh jam diperoleh nilai 191,012.62 joule dibandingkan tanpa reflektor (Utomo et al., 2017).

Lalu pada penelitian yang dilakukan oleh Eka Prasetyono menggunakan solar tracker dengan reflektor cermin datar bertujuan untuk mendapatkan intensitas iradiasi matahari yang maksimal sepanjang hari. Solar tracker didesain bergerak otomatis mengikuti posisi matahari dengan memperbarui sudut solar tracker sesuai sun hour angle (sudut jam matahari) secara periodik 1 jam sekali. Penentuan sudut solar tracker dikontrol oleh mikrokontroler ATmega16. Hasil percobaan lapangan diperoleh daya yang mampu dihasilkan PV menggunakan solar tracker dengan reflektor cermin datar setiap jamnya mengalami kenaikan daya rata-rata sebesar 76.05% dibandingkan dengan PV terpasang statis. Secara kumulatif dalam satu hari energi didapatkan persentase kenaikan energi dapat mencapai 75.20% dibandingkan dengan PV yang dipasang secara statis. Sedangkan konsumsi energi untuk menggerakkan solar tracker memerlukan energi kurang dari 0.15% dari total energi yang mampu dihasilkan oleh PV (Prasetyono et al., 2018).

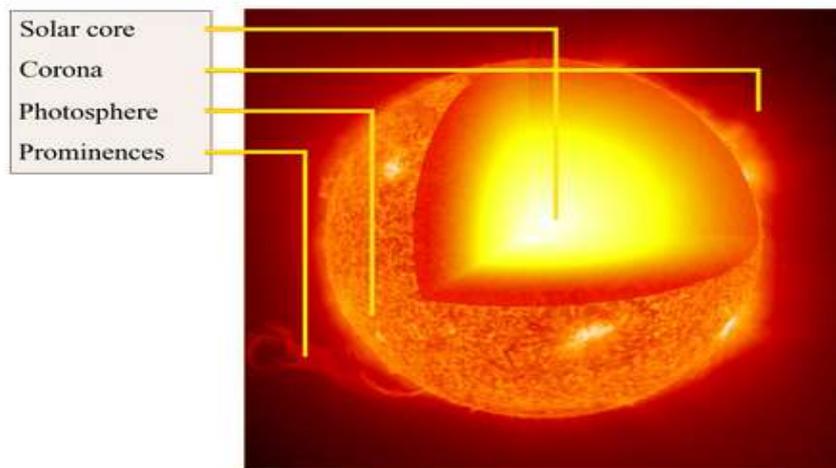
Berdasarkan beberapa penelitian diatas, metode yang akan diambil oleh penulis ialah menggunakan reflektor cermin datar dan reflektor aluminium foil sebagai upaya dalam mengoptimalkan daya *output* pada panel surya.

## 2.2 landasan Teori

### 2.2.1 Energi Matahari

Matahari merupakan bintang terbesar di galaxy bima sakti, yang menjadi pusat tata surya selama ini, telah di ketahui bahwa matahari mempunyai luas sekitar 11.990 kali jika di dibandingkan dengan bumi, artinya sangat jauh lebih besar sekali matahari dibandingkan bumi yang menjadi tempat kita hidup selama ini. Kemudian massa matahari memiliki perbandingan yaitu 330.000 kali dari pada bumi dengan komposisi hidrogen sebanyak hampir  $\frac{3}{4}$  dan yang sebagian besar mendominasi adalah helium (Kurniadi, 2021).

Energi matahari adalah energi yang berupa sinar dan panas dari matahari. Pancaran cahaya juga panas dari matahari yang dimanfaatkan dengan menggunakan berbagai teknologi. Panas dari matahari menjadi sumber penting energi terbarukan, dan energi matahari atau energi surya ini banyak memberikan manfaat bagi kehidupan manusia.



Gambar 2. 1 Lapisan matahari

Temperatur efektif pada permukaan matahari sebesar 5.760 K, sedangkan pada inti matahari mencapai kurang lebih  $8 \times 10^6$  K sampai dengan  $40 \times 10^6$  K. Matahari memancarkan energi dalam bentuk radiasi elektromagnetik. Radiasi tersebut tidak seluruhnya dapat diserap oleh bumi. Besaran konstanta radiasi matahari sama dengan  $1.396 \text{ W/m}^2$ . Dari besaran tersebut, 7,85% atau  $105,8 \text{ W/m}^2$  dipancarkan melalui sinar ultraviolet, 47,33% atau  $640,4 \text{ W/m}^2$  dipancarkan oleh sinar yang dapat dilihat manusia (*visible light*) dan 44,85% atau  $606,8 \text{ W/m}^2$

dipancarkan oleh sinar inframerah(Kasim & Muhammad Pangestu, 2017).Selain itu ada juga radiasi/hamburan yaitu radiasi matahari yang terbelok arahnya. Hal ini terjadi karena sinar matahari yang datang (sebelum mencapai ke permukaan bumi) dihamburkan oleh molekul molekul gas,partikel partikel debu,dan uap air diatmosfir (Rusmaryadi et al., 2018). Faktor diatas dapat menyebabkan intensitas radiasi yang diterima bumi berubah disetiap waktunya.

### 2.2.2 Energi listrik

Energi listrik adalah daya listrik yang terpakai selama waktu tertentu. Besarnya energi listrik yang digunakan pada peralatan listrik sebanding dengan hasil kali antara tegangan listrik (V) dan arus listrik (I)(Despa et al., 2021). Jika ditulis dalam persamaan matematis adalah sebagai berikut :

$$W = V.I.t \dots\dots\dots(2.1)$$

Energi yang dihasilkan dapat berasal dari berbagai sumber, seperti air, minyak, batu bara, angin, panas bumi, nuklir, matahari, dan lainnya. Satuan pokok energi listrik adalah Joule, satuan lain adalah KWh (Kilowatt/jam). Listrik untuk industri dan perumahan dihasilkan dari pembangkit listrik, misalnya: PLTA, PLTB, PLTD (diesel), PLTM, PLTS (surya), PLTU, dan lainnya.

Ada beberapa besaran dan satuan dalam listrik diantaranya yaitu :

#### a. Tegangan listrik

Tegangan Listrik adalah jumlah energi yang dibutuhkan untuk memindahkan unit muatan listrik dari satu tempat ke tempat lainnya. Tegangan listrik yang dinyatakan dengan satuan Volt (V) ini juga sering disebut dengan beda potensial listrik karena pada dasarnya tegangan listrik adalah ukuran perbedaan potensial antara dua titik dalam rangkaian listrik. Suatu benda dikatakan memiliki potensial listrik lebih tinggi dari pada benda lain karena benda tersebut memiliki jumlah muatan positif yang lebih banyak jika dibandingkan dengan jumlah muatan positif pada benda lainnya. Sedangkan yang dimaksud dengan Potensial listrik itu sendiri adalah banyaknya muatan yang terdapat dalam suatu benda.

. Rumus mencari tegangan listrik yaitu :

$$V = I \times R \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

I = arus ( ampere)

V = tegangan ( volt)

R = hambatan ( ohm)

b. Arus listrik

Perpindahan muatan listrik dikenal dengan nama arus listrik, besarnya diukur dalam ampere(a). Arus dapat terdiri dari partikel bermuatan apapun yang berpindah biasanya adalah elektron, tetapi muatan apapun yang berpindah menghasilkan arus. Rumus mencari arus listrik yaitu :

$$I = \frac{V}{R} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

I = arus ( ampere)

V = tegangan ( volt)

R = hambatan ( ohm)

Menurut konvensi lama, arus positif didefinisikan sebagai yang memiliki arah yang sama dari aliran muatan positif yang dikandungnya, atau aliran dari bagian paling positif dari sirkuit ke bagian paling negatif. Saat ini disebut dengan arus konvensional. Gerakan elektron bermuatan negatif di sekitar sirkuit listrik, maka dianggap positif pada arah "berlawanan" dari elektron tersebut. Meski begitu, tergantung kondisinya, arus listrik dapat terdiri dari aliran partikel bermuatan dari salah satu arah, atau bahkan bersamaan dari kedua arah. Konvensi positif ke negatif digunakan luas untuk menyederhanakan kondisi ini(Nasution, 2021).

c. Daya listrik

Daya Listrik atau dalam bahasa Inggris disebut dengan *Electrical Power* adalah jumlah energi yang diserap atau dihasilkan dalam sebuah

rangkaian. Sumber Energi seperti Tegangan listrik akan menghasilkan daya listrik sedangkan beban yang terhubung dengannya akan menyerap daya listrik tersebut. Dengan kata lain, daya listrik adalah tingkat konsumsi energi dalam sebuah sirkuit atau rangkaian listrik. Sedangkan berdasarkan konsep usaha yang dimaksud dengan daya listrik adalah besarnya usaha dalam memindahkan muatan per satuan waktu atau lebih singkatnya adalah jumlah energi listrik yang digunakan tiap detik. Dalam rumus perhitungan, daya listrik biasanya dilambangkan dengan huruf P yang merupakan singkatan dari power (Ma'mun, 2021). Rumus dalam mencari daya listrik yaitu :

$$P = V \times I \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

P = Daya Listrik dengan Satuan Watt (W)

V = Tegangan Listrik dengan Satuan Volt (V)

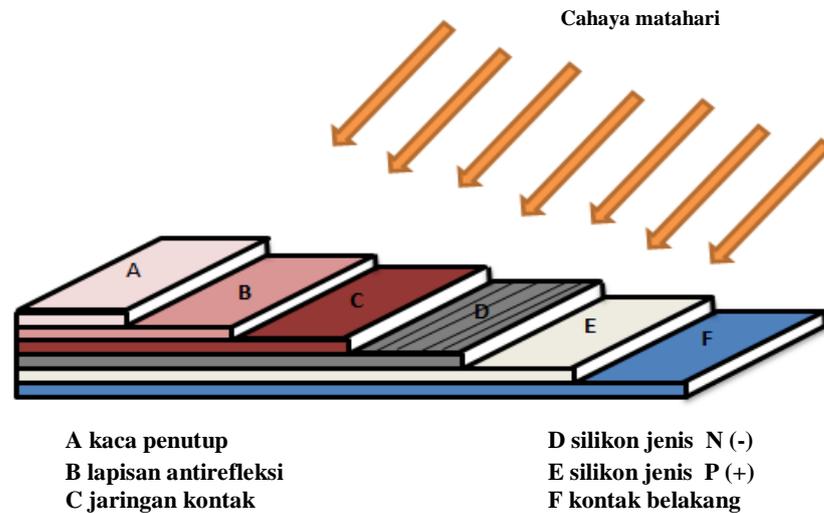
I = Arus Listrik dengan Satuan Ampere (A)

### 2.2.3 Photovoltaic

Kata '*photovoltaic*' terdiri dari dua kata yaitu *photo* dan *Volta*. *Photo* yang berarti cahaya (dari bahasa Yunani yaitu *phos, photos*: cahaya) dan *Volta* (berasal dari nama seorang fisikawan Italia yang hidup antara tahun 1745-1827 yang bernama Alessandro Volta) yang berarti unit tegangan listrik (Muchammad, 2016). PV (*photovoltaic*) merupakan teknologi menggunakan komponen semikonduktor yang dapat memanfaatkan energi matahari berupa radiasi cahaya menjadi listrik searah. Pada umumnya, solar cell merupakan sebuah hamparan semi konduktor yang dapat menyerap photon dari sinar matahari dan mengubahnya menjadi listrik (Effendy Aslam Ridho Muhammad, 2020).

Pada panel surya terdapat sambungan antara dua lapisan yang terbuat dari bahan semikonduktor yang masing-masing diketahui lapisan semikonduktor jenis "P" (positif) dan lapisan semikonduktor jenis "N" (negatif). Lapisan semikonduktor jenis N terbuat dari material kristal silikon dan terdapat juga

sejumlah material lain dalam batasan bahwa material tersebut dapat memberikan suatu kelebihan elektron bebas.



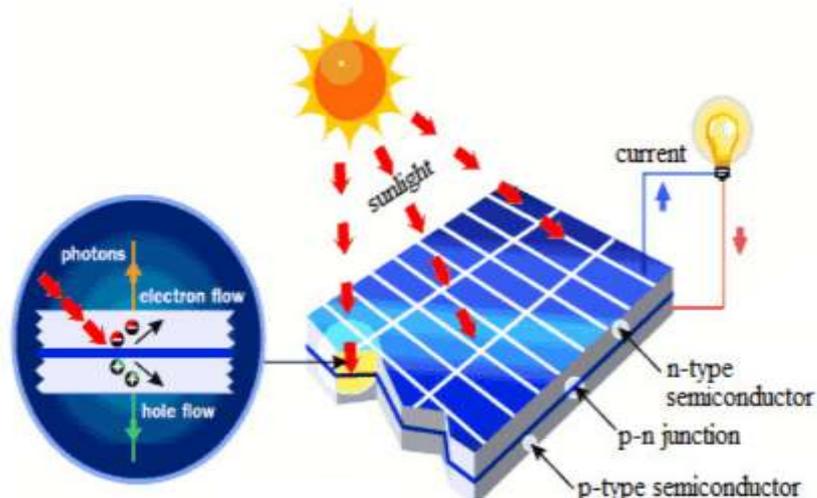
Gambar 2. 2 Struktur utama silikon generik sel *photovoltaic*

Elektron adalah partikel sub atom yang bermuatan negatif, sehingga silikon paduan dalam hal ini disebut sebagai lapisan semikonduktor jenis N (negatif). Lapisan semikonduktor jenis P (positif) juga terbuat dari kristal silikon yang didalamnya terdapat sejumlah kecil material lain yang mana menyebabkan material tersebut kekurangan satu elektron bebas. Kekurangan atau hilangnya elektron ini disebut lubang (hole). Karena tidak ada atau kurangnya elektron yang bermuatan listrik negatif, maka silikon paduan dalam hal ini sebagai semikonduktor jenis P (positif)(Kasim & Muhammad Pangestu, 2017).

#### 2.2.4 Panel Surya

panel surya merupakan sebuah perangkat yang dapat mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik melalui proses *photovoltaic*. Panel surya terdiri dari susunan sel surya yang dihubungkan secara seri (Purwadiharja, 2018). Sel surya dibuat dari kepingan silikon yang sangat tipis berlapiskan bahan kimia khusus sebagai penyusun dasar sel suryanya. Ketebalan sel surya secara umum adalah 0,3 mm yang memiliki bagian positif dan negatif. Panel surya dapat digunakan sebagai sistem tunggal maupun digabung secara seri atau paralel untuk mendapatkan tegangan listrik yang sesuai kriteria pembangkit. Arus dan tegangan

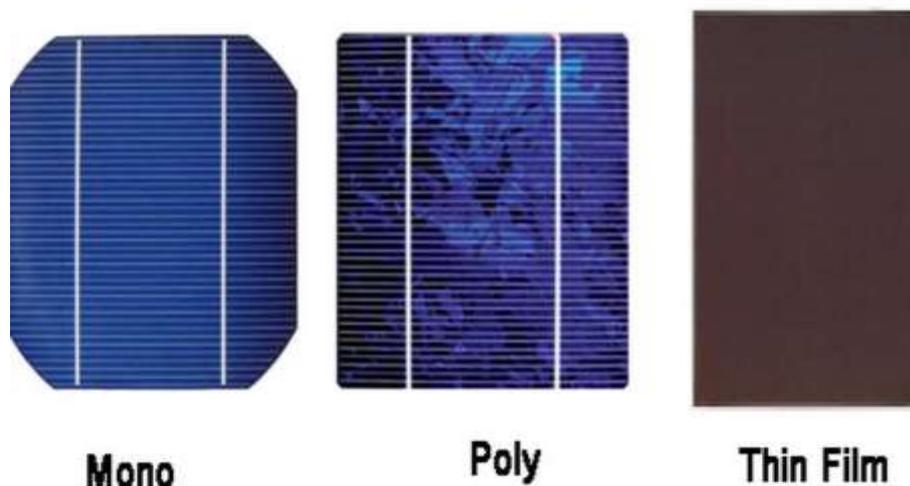
yang dihasilkan oleh panel surya berubah ubah dikarenakan karakteristik dari tegangan dan arus panel surya bergantung pada tingkat intensitas radiasi matahari dan suhu(Ramdan; & Rimbawati, 2017).



Gambar 2. 3 Proses perubahan energi pada panel surya

Di dalam panel surya terdapat sambungan antara dua lapisan tipis berbahan semi konduktor (diketahui sebagai semi konduktor jenis “P” (positif) dan semi konduktor jenis “N” (negatif)). Bagian P merupakan lapisan sangat tipis agar cahaya matahari bisa melakukan penetrasi langsung. Bagian ini dilapisi nikel (berbentuk cincin), sebagai elektroda positif. Di bawahnya ada bagian N yang dilapisi nikel juga sebagai elektroda negatifnya(Rusmaryadi et al., 2018).

Di bawah ini beberapa jenis panel surya yang paling banyak penggunaannya.



Gambar 2. 4 Jenis jenis panel surya

a. Panel Surya Jenis *Monocrystalline*

Panel jenis ini merupakan panel surya berkrystal tunggal, di dalam perkembangannya jenis ini merupakan jenis yang memiliki efisiensi tertinggi dikelasnya, *single kristal silicon* merupakan bahan semikonduktor yang sangat baik sebagai penyerap radiasi cahaya matahari. Di era sekarang ini *single crystalline* sangat banyak digunakan sebagai bahan semikonduktor bagi perangkat elektronik, karena sifatnya yang bagus dan kualitasnya yang mumpuni dalam menghantarkan listrik dan panas. *Monocrystalin* dapat dibuat sampai pada ketebalan 200 mikrometer dan efisiensi yang dihasilkan mampu mencapai lebih dari 24%(Kurniadi, 2021).

b. Panel Surya Jenis *Polycrystalline*

Material pembentuk panel surya jenis ini terbuat dari proses peleburan di dalam tungku keramik dan kemudian di dinginkan secara perlahan dengan tujuan untuk mendapatkan bahan lapisan silicon yang akan muncul pada permukaan silikon. Jika dibandingkan dengan silicon kristal tunggal panel surya ini masih kalah dalam hal efisiensi, efisiensi dari sel surya ini yaitu berkisar antara 10-12%.

c. Panel Surya Jenis *Thin Film*

Panel surya ini memiliki kemampuan yaitu dapat menyimpan beberapa lapisan tipis menjadi satu-kesatuan yang dapat berfungsi sebagai penyerap cahaya matahari. *Thin film* memiliki variasi ketebalan yang berbeda-beda dari yang ukuran nanometer hingga mikrometer. *Thin film* memang sangatlah murah dan fleksibel dalam pengaplikasian, namun tetap memiliki efisiensi yang kurang(Kurniadi, 2021).

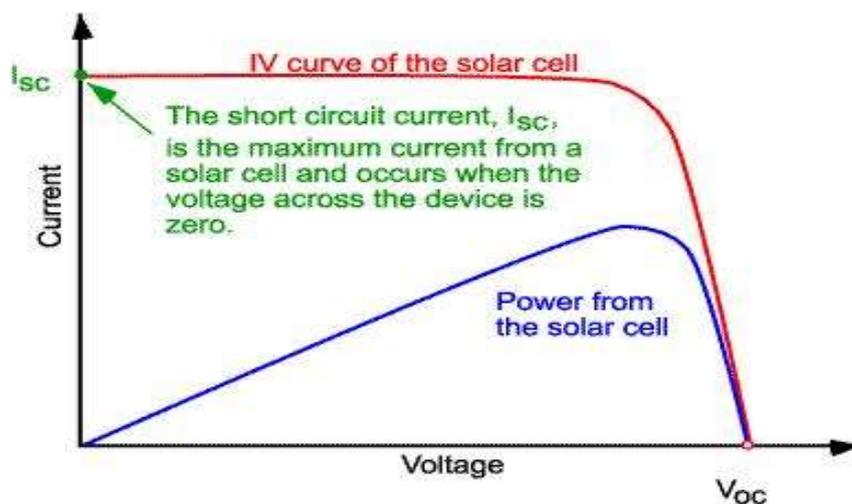
#### 2.2.4 Karakteristik Panel Surya

Parameter panel surya yang paling berpengaruh pada daya, yaitu arus hubung singkat ( $I_{sc}$ ) dan tegangan hubung terbuka ( $V_{oc}$ ) untuk parameter internal, sedangkan parameter eksternalnya meliputi suhu dan irradiance. Daya maksimum

dan efisiensi turut dimasukkan dalam pembahasan karena merupakan parameter yang umum digunakan untuk membandingkan panel surya. Berikut merupakan karakteristik dari panel surya :

a. Arus Hubung Singkat ( $I_{sc}$ ) Pada Panel Surya

$I_{sc}$  adalah arus maksimal yang dihasilkan oleh panel surya dengan cara menghubungkan-singkatkan kutub positif dengan kutub negatif pada panel surya. Dan nilai  $I_{sc}$  akan terbaca oleh amperemeter. Arus yang dihasilkan modul panel surya dapat menentukan seberapa cepat modul tersebut mengisi sebuah baterai. Selain itu, arus dari modul panel surya juga menentukan daya maksimum dari alat yang digunakan.  $I_{sc}$  bergantung terhadap irradiance dan dipengaruhi beberapa hal lain yaitu luas area modul panel surya, cahaya dan parameter lain. Modul panel surya komersial memiliki nilai  $I_{sc}$  yang bervariasi antara  $28 \text{ mA/cm}^2$  sampai dengan  $35 \text{ mA/cm}^2$  (Taufik, 2019)

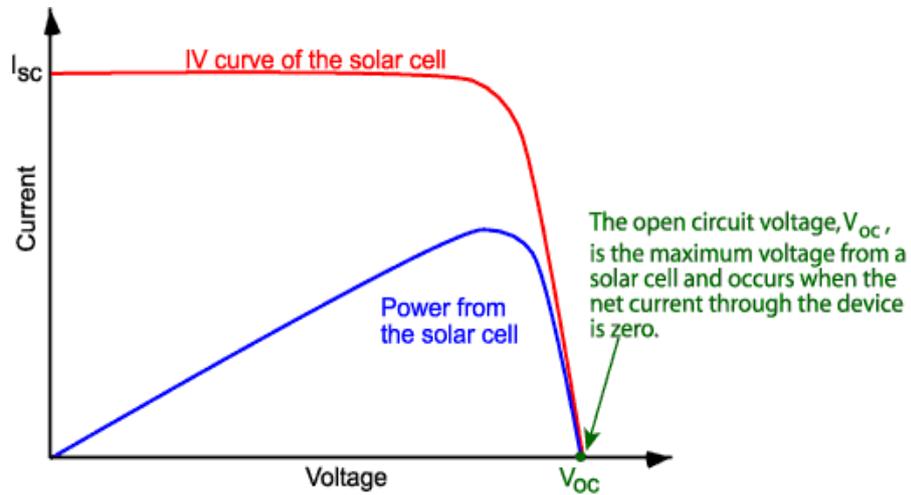


Gambar 2. 5 Kurva I-V panel surya yang menunjukkan arus *short circuit*

b. Tegangan Terhubung Terbuka ( $V_{oc}$ ) Pada Panel Surya

$V_{oc}$  adalah tegangan yang dibaca pada saat arus tidak mengalir atau bisa disebut juga arus sama dengan nol. Cara untuk mencapai open circuit ( $V_{oc}$ ) yaitu dengan menghubungkan kutub positif dan kutub negatif modul panel surya dengan voltmeter, sehingga akan terlihat nilai tegangan open circuit panel surya pada voltmeter. Pada temperatur konstan irradiance lebih berpengaruh terhadap IL (Arus yang dihasilkan oleh Cahaya) dari pada  $V_{oc}$ .

Hal ini juga mengindikasikan bahwa  $V_{oc}$  tidak bergantung pada luas area modul panel surya(Taufik, 2019).



Gambar 2. 6 Kurva I-V panel surya yang menunjukkan tegangan *open circuit*

c. Fill faktor

Fill faktor (FF) merupakan nilai yang mendekati konstanta suatu panel surya tertentu. Jika nilai FF lebih tinggi dari 0.7, maka panel surya tersebut lebih baik. Untuk memperoleh nilai fill faktor dari suatu panel surya dapat menggunakan persamaan sebagai berikut (Yogi Yogestio, Didik Notosudjono, 2022) :

$$FF = \frac{V_{mp} \times I_{mp}}{V_{oc} \times I_{sc}} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

$V_{mp}$  : tegangan pada titik kerja maksimum

$I_{mp}$  : arus pada titik kerja maksimum

$V_{oc}$  : tegangan rangkaian terbuka.

$I_{sc}$  : arus hubung singkat

d. Daya pada panel surya

Intensitas cahaya menentukan besarnya daya dari energi sumber cahaya yang sampai pada seluruh permukaan panel surya. Jika luas permukaan panel surya dengan intensitas tertentu maka daya *input* panel surya adalah(Taufik, 2019)

$$P_{in} = I_r \cdot A \dots\dots\dots(2.6)$$

Dengan

$P_{in}$  = Daya yang diterima akibat irradiance matahari (watt)

$I_r$  = Intensitas cahaya ( $W/m^2$ )

$A$  = luasan area permukaan photovoltaic( $m^2$ )

Besarnya daya *output* panel surya ( $P_{out}$ ) yaitu perkalian tegangan rangkaian terbuka  $V_{oc}$ , arus hubung singkat ( $I_{sc}$ ), dan fill factor (FF) yang dihasilkan oleh panel surya dapat dihubungkan dengan rumus(Taufik, 2019).

$$P_{out} = V_{oc} \cdot I_{sc} \cdot FF\dots\dots\dots(2.7)$$

Dengan :

$P_{out}$  = Daya yang dibangkitkan oleh panel surya (watt)

$V_{oc}$  = Tegangan rangkaian terbuka pada panel surya (volt)

$I_{sc}$  = Arus hubung singkat pada panel surya (ampere)

FF = Fill factor

e. Efisiensi panel surya

Perbandingan performansi antara satu modul panel surya dengan modul panel surya lainnya umumnya dilihat dari efisiensinya. Banyaknya energi matahari dalam bentuk foton yang diserap panel surya menentukan efisiensinya. Efisiensi modul surya didefinisikan sebagai perbandingan daya *output* dengan daya *input*. Daya *input* dihitung sebagai irradiance

yang diterima oleh permukaan panel surya. Nilai efisiensi keluaran maksimal didefinisikan sebagai presentase daya *output* optimal terhadap energi cahaya yang digunakan, yang dituliskan sebagai berikut (Taufik, 2019).

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.8)$$

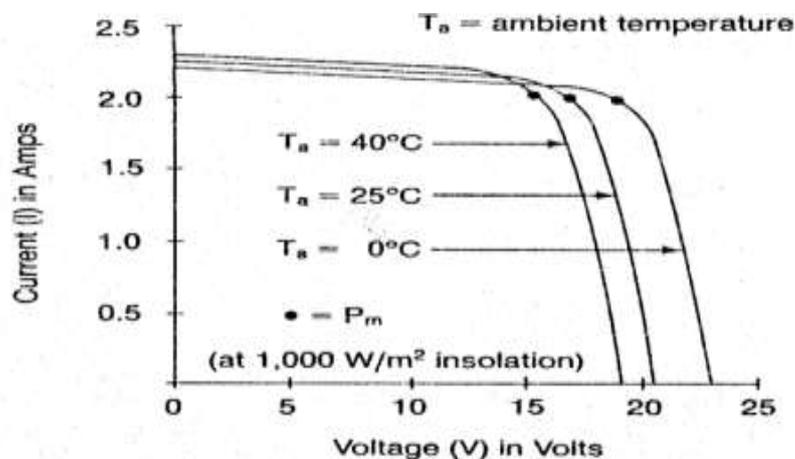
dengan

- $\eta$  = Efisiensi panel surya
- $P_{out}$  = Daya yang dibangkitkan oleh panel surya (watt)
- $P_{in}$  = Daya yang diterima akibat irradianse matahari (watt)

### 2.2.5 Faktor lingkungan terhadap daya *output* panel surya

#### a. Temperatur

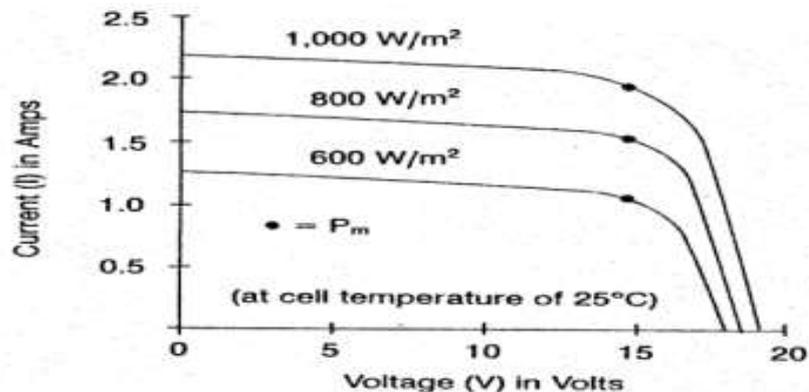
Temperatur juga mempengaruhi kinerja dan efisiensi panel surya, Jika panel surya berada pada kondisi dingin maka akan menghasilkan daya yang lebih besar. Pada umumnya ketika penyinaran pada panel surya adalah  $1 \text{ Kw/m}^2$  temperatur panel kira-kira  $30^{\circ}\text{C}$  lebih tinggi dari udara sekitar (Cholish, Rischia Devita, 2021). Karakteristik perubahan temperatur pada sel surya diperlihatkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 2. 7 Karakteristik I-V pada temperatur permukaan panel surya yang berbeda

b. Intensitas cahaya

Keadaan pengaruh terhadap jumlah energi cahaya matahari yang diperoleh panel surya (*photovoltaic*) berkurang atau intensitas cahayanya melemah, maka besar tegangan dan arus listrik yang dihasilkan juga akan menurun. Penurunan tegangan relatif lebih kecil dibandingkan penurunan arus listriknya. Gambar di bawah ini memperlihatkan perubahan arus dan tegangan dari panel surya (*photovoltaic*) berdasarkan intensitas cahaya matahari yang diperoleh berubah-ubah nilainya (Cholish, Rischa Devita, 2021).



Gambar 2. 8 Kurva I-V terhadap irradiance dan *temperatur* yang Tetap

2.2.6 Pengaruh radiasi matahari terhadap panel surya

Pada sistem panel surya ada beberapa faktor yang mempengaruhi daya keluaran panel surya yang dihasilkan, diantaranya yaitu pengaruh radiasi matahari terhadap panel surya. Besarnya intensitas radiasi matahari yang diterima panel surya sebanding dengan besarnya daya *output* yang dihasilkan panel surya. Semakin besar intensitas radiasi matahari yang diterima maka semakin besar daya yang dihasilkan panel surya. Intensitas radiasi matahari yang diterima panel surya dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya :

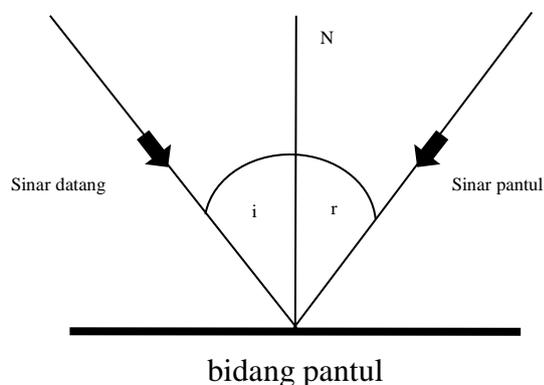
cuaca, letak pemasangan panel surya, gerak semu harian dan bulanan matahari. Kemudian pengaruh suhu, besarnya suhu yang diterima panel surya berbanding terbalik dengan besarnya daya *output* yang dihasilkan panel surya. Semakin besar suhu yang diterima sel surya maka daya yang dihasilkan panel surya semakin kecil. Selanjutnya kondisi parsial shading dapat menyebabkan

kehilangan daya *output* modul surya. Panel surya yang dibayangi akan berhenti memproduksi listrik dan bekerja pada reverse bias, sehingga panel surya menjadi panas atau terjadi hotspot dan dapat menyebabkan kerusakan permanen pada komponen panel surya (Amna et al., 2021).

### 2.2.7 Reflektor

Reflektor adalah sebuah alat yang memantulkan cahaya, suara atau radiasi elektro magnetis. Sebuah reflektor yang memantulkan cahaya terdiri dari beberapa benda mirip cermin yang ditata menurut beberapa sudut tertentu (Januardi et al., 2020). Besar kecilnya tegangan yang dihasilkan oleh panel surya bergantung pada banyak sedikitnya cahaya yang dihasilkan oleh sinar matahari. Akibat pergerakan matahari membuat cahaya yang dihasilkan berubah-ubah, untuk meningkatkan efisiensi penyerapan cahaya matahari maka diperlukan modifikasi panel surya agar cahaya yang masuk kedalam semikonduktor bisa merata, untuk itu diperlukan reflektor agar panel surya mampu menangkap cahaya secara efektif sehingga tegangan yang dihasilkan bisa maksimal, dengan menyesuaikan pergerakan matahari maka posisi reflektor harus disesuaikan dengan sudut-sudut tertentu untuk memperoleh hasil yang maksimal.

Cermin datar merupakan salah satu dari berbagai jenis reflektor yang di gunakan untuk meningkatkan efisiensi sel surya. Reflektor jenis ini memanfaatkan sudut pantul untuk mengoptimalkan cahaya, besar sudut pantul sama dengan besar sinar yang datang, dengan sifat pemantulan seperti itu maka cermin datar dapat dimanfaatkan untuk membuat cahaya yang di terima panel surya lebih optimal (Kurniadi, 2021).



Gambar 2. 9 Pantulan cahaya pada cermin datar

Dalam memantulkan cahaya, prinsip pembentukan bayangan merupakan konsep dasar pada cermin datar, adapun hukum pemantulan cahaya pada cermin yaitu:

- a. Sudut datang sama dengan sudut pantul
- b. Sinar datang, sinar pantul, dan garis normal terletak pada satu bidang datar hukum pemantulan cahaya menyatakan bahwa bayangan yang terjadi pada benda sama ukurannya dengan benda itu sendiri.

### 2.2.8 *Solar charger controller*

*Solar charger controloller* pada sistem panel surya atau sering disebut SCC adalah bagian yang cukup penting. Fungsi utama dari *solar charge controller* adalah untuk mengisolasi dan mekanisasi pengisian baterai(Sitompul et al., 2022).

Terdapat 2 jenis *Solar charger controller* yaitu :

- a. *Solar charger controller* jenis PWM (*Pulse Wide Modulation* )



Gambar 2. 10 *Solar charger controller* jenis PWM

Merupakan sebuah perangkat control berukuran kecil yang menggunakan teknologi PWM (*Pulse Wide Modulation*). Artinya, jumlah arus dan juga tegangan yang hilang dari panel surya dan baterai juga dapat dikurangi seminim mungkin.

b. *Solar charger controller* jenis MPPT (*Maximun Power Point Tracker*)



Gambar 2. 11 *Solar charger controller* tipe MPPT

MPPT *charge controller* dapat menyimpan kelebihan daya yang tidak digunakan oleh beban ke dalam baterai, dan apabila daya yang dibutuhkan beban lebih besar dari daya yang dihasilkan oleh panel surya, maka daya dapat diambil dari baterai.

Ada beberapa kondisi yang dapat dilakukan oleh *solar charger controller* pada sistem panel surya yaitu :

1) Mengendalikan tegangan panel surya

Tanpa fungsi kontrol pengendali antara panel surya dan baterai, panel akan melakukan pengisian baterai melebihi tegangan daya yang ditampung baterai, sehingga dapat merusak sel yang terdapat di dalam baterai dan dapat mengakibatkan meledak jika baterai diisi daya secara berlebihan.

2) Mengawasi tegangan baterai

SCC dapat mendeteksi saat tegangan baterai anda terlalu rendah. Bila tegangan baterai turun di bawah tingkat tegangan tertentu, SCC akan memutus beban dari baterai agar daya baterai tidak habis. Penggunaan baterai dengan kapasitas daya yang habis, akan merusak baterai, bahkan tidak dapat digunakan kembali.

3) Menghentikan arus terbalik pada saat malam hari

Pada malam hari, panel surya tidak menghasilkan arus, karena tidak terdapat lagi sumber energi, yaitu matahari. Arus yang terdapat dalam

baterai dapat mengalir terbalik ke panel surya, dan ini dapat merusak sistem pada panel surya.

### 2.2.9 Baterai



Gambar 2. 12 Baterai kering

Baterai adalah alat penting yang berfungsi menyimpan arus/energi listrik pada siang hari sebagai back up untuk digunakan malam hari, dimana pada malam hari panel surya tidak dapat menghasilkan arus/energi listrik. Pada penelitian ini menggunakan baterai kering.

### 2.2.10 Alat ukur

Alat ukur (*measuring tool*) adalah sebuah alat yang digunakan dengan tujuan untuk membantu penggunaannya dalam mengetahui nilai suatu besaran. Baik itu besaran nilai maupun kondisi dari sebuah komponen yang diukur. Pada penelitian kali ini ada beberapa alat ukur yang akan digunakan untuk pengambilan data *output* panel surya diantaranya yaitu :

#### a. *Solar Power Meter*

*Solar Power Meter* adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur intensitas cahaya. Hal ini digunakan dalam pengukuran radiasi matahari, penelitian surya, percobaan fisika dan optik, metrologi, dan pertanian. Satuan pengukuran solar power meter adalah  $W/m^2$ , Btu / (ft-h).



Gambar 2. 13 Solar power meter

b. *Temperatur meter digital*

*Temperatur meter digital* adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur suhu (*temperatur*) ataupun perubahan suhu baik di ruang tertutup ataupun ruangan terbuka. Satuan pengukurannya yang paling sering kita lihat adalah derajat Celcius ( $^{\circ}\text{C}$ ).



Gambar 2. 14 Temperatur meter digital

c. *Watt meter digital*

*Watt meter digital* adalah perangkat yang digunakan untuk memeriksa besaran nilai listrik mulai dari arus, tegangan dan daya, hingga potensial listrik itu sendiri dengan satuannya adalah “watt”.



Gambar 2. 15 Watt meter digital

## **BAB 3**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### 3.1 Tempat Dan Waktu

##### 3.1.1 Tempat

Penelitian Analisis Pengaruh Penggunaan Reflektor Terhadap Daya *Output* Panel Surya ini dilaksanakan di Dusun Bintang Asih, Desa Rumah Sumbul, Kecamatan Tiga Juhar, Kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara.

##### 3.1.2 Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian tugas akhir ini berlangsung dimulai dari bulan 20 Februari 2022 sampai 03 September 2022.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Pada penelitian ini alat dan bahan yang digunakan untuk melakukan perancangan alat adalah sebagai berikut:

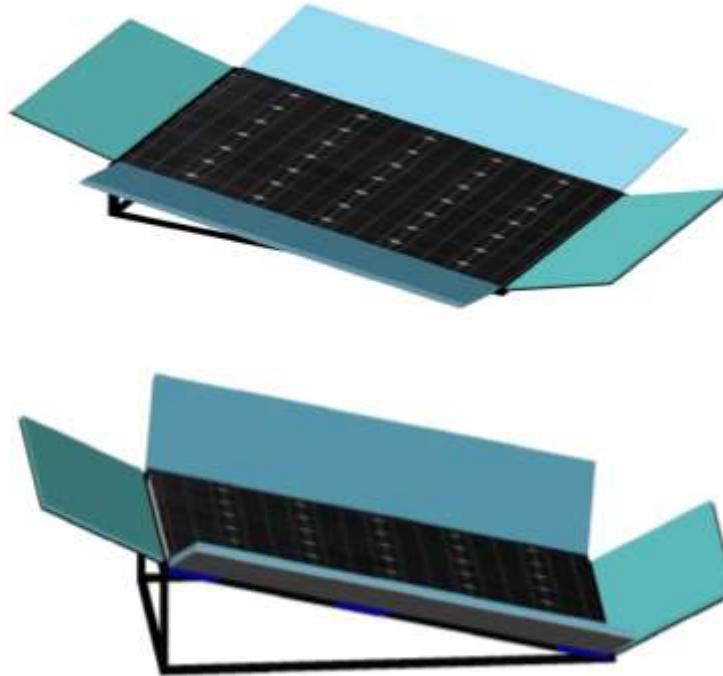
1. 3 buah panel surya *Monocrystalline* 50 WP
2. 3 buah dudukan panel surya
3. 4 buah reflektor cermin
4. 4 buah reflektor aluminium foil
5. 3 buah baterai 12 volt
6. *Solar power meter*
7. 3 buah *Solar charger control* (SCC) 10 ampere
8. 3 buah *Watt meter digital*
9. *Temperatur meter digital*
10. Busur derajat
11. Kabel penghubung
12. Laptop Asus X441N dengan prosesor core i3
13. Kendaraan Bermotor

### 3.3 Perancangan Reflektor

Pada penelitian ini peneliti melakukan 3 kali percobaan dengan sudut kemiringan reflektor yaitu  $30^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$  dan  $60^{\circ}$ .

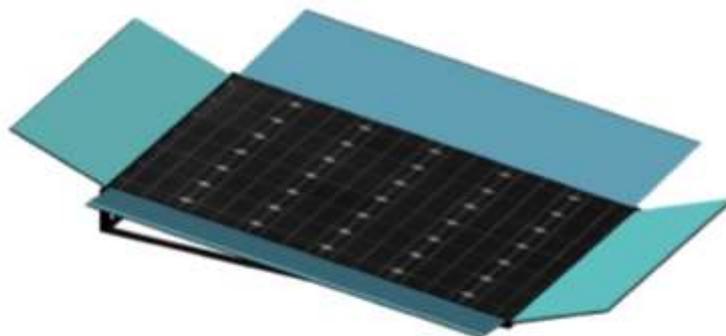
#### 3.3.1 Desain perancangan dudukan panel surya beserta reflektor

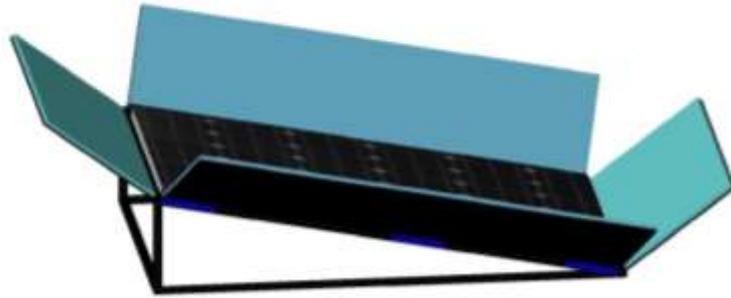
- a) Reflektor dengan sudut kemiringan  $30^{\circ}$



Gambar 3. 1 Reflektor dengan sudut  $30^{\circ}$

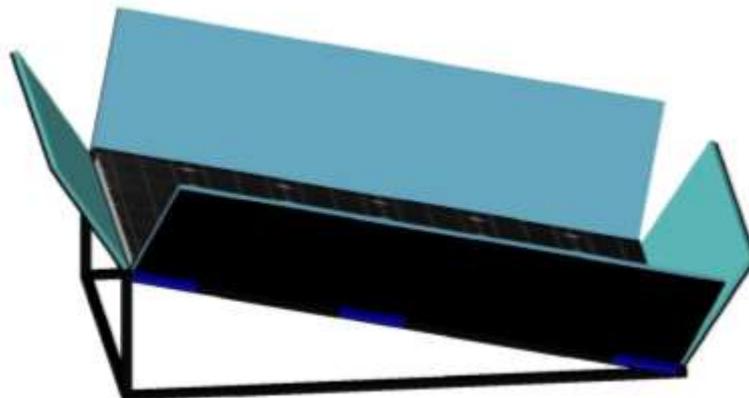
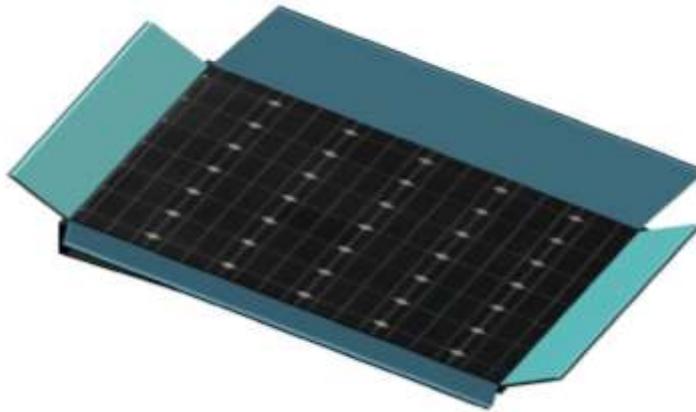
- b) Reflektor dengan sudut kemiringan  $45^{\circ}$





Gambar 3. 2 Reflektor dengan sudut  $45^{\circ}$

c) Reflektor dengan sudut kemiringan  $60^{\circ}$



Gambar 3. 3 Reflektor dengan sudut  $60^{\circ}$

### 3.3.2 Pembuatan dan perakitan reflektor

#### a. Pembuatan dudukan panel surya



Gambar 3. 4 Pembuatan dudukan panel surya

Pada penelitian ini dibutuhkan dudukan panel surya sebagai tempat meletakkan panel surya dan juga reflektor. Dudukan panel surya dirancang dengan kemiringan  $30^0$ . Dudukan panel surya dibuat menyerupai bingkai yang terbuat dari bahan kayu dengan ukuran 90 x 74 cm.

#### b. Perakitan reflektor



Gambar 3. 5 Perakitan reflektor

pada perakitan reflektor menggunakan engsel yang dihubungkan pada dudukan panel surya. Penggunaan engsel bertujuan memudahkan peneliti untuk mengubah sudut kemiringan reflektor kemudian dibutuhkan juga penyanggah reflektor yang terbuat dari bahan kayu.

### 3.4 Spesifikasi Panel Surya dan Reflektor



Gambar 3. 6 Panel surya *monocrystalline*

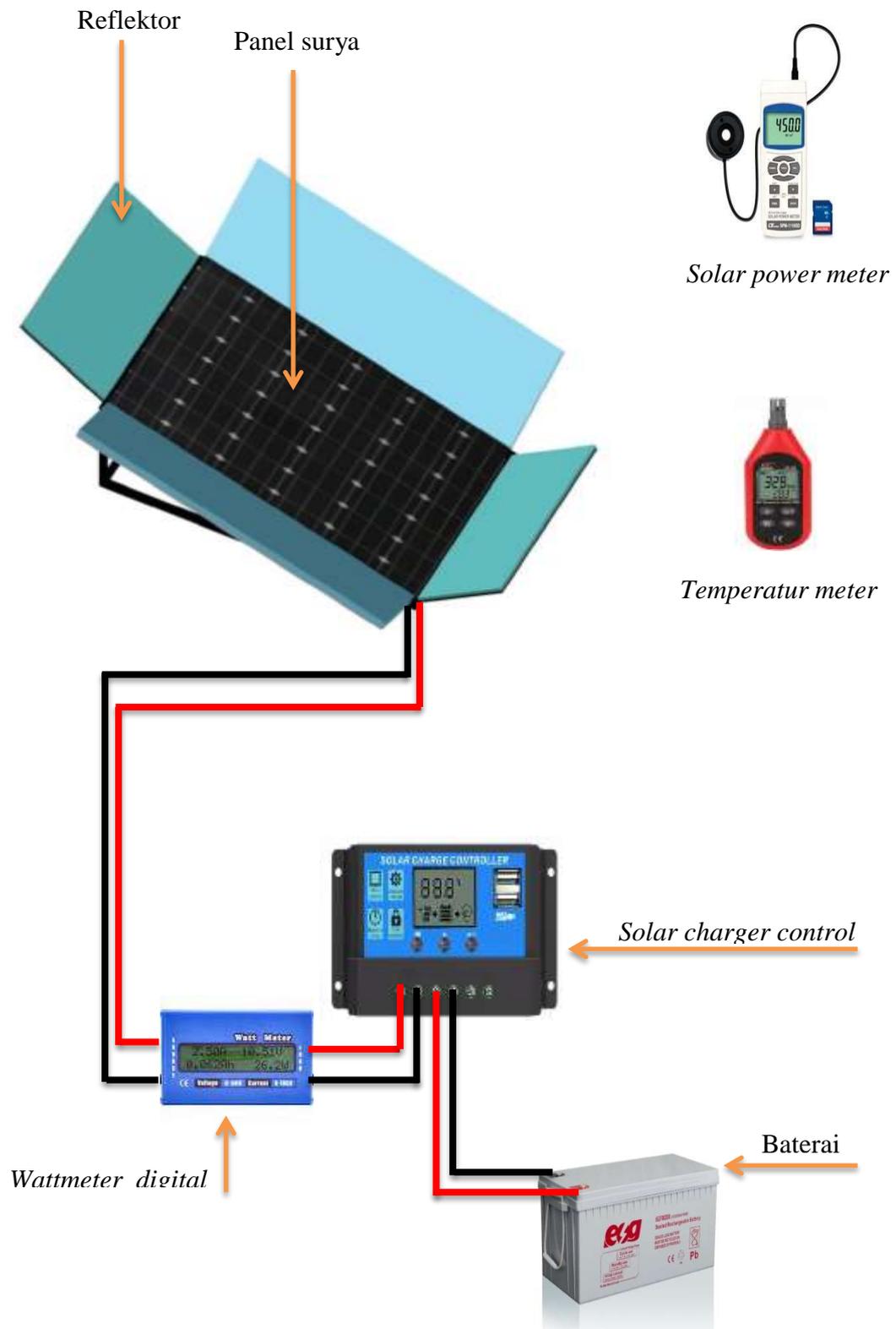
Tabel 3. 1 Spesifikasi Panel Surya

Jenis panel surya	<i>Monocrystalline</i>
<i>Life time</i>	25 tahun
<i>Max. voltage (V<sub>mp</sub>)</i>	17.5 V
<i>Max. Current (I<sub>mp</sub>)</i>	2.85 A
<i>Open Circuit Voltage (V<sub>oc</sub>)</i>	19.5 V
<i>Short Circuit Current (I<sub>sc</sub>)</i>	3.05 A
<i>Maximum Power (P<sub>max</sub>)</i>	50 WP
Dimensi	700 x 540 x 30 mm
<i>Temperatur Range</i>	45 <sup>0</sup> – 80 <sup>0</sup> C

Tabel 3. 2 Spesifikasi Reflektor

Jenis Reflektor	Cermin datar dan aluminium foil
Dimensi cermin datar	700 x 540 x 3 mm
Dimensi aluminium foil	700 x 540 x 0.011 mm

### 3.5 Skema Alat Penelitian



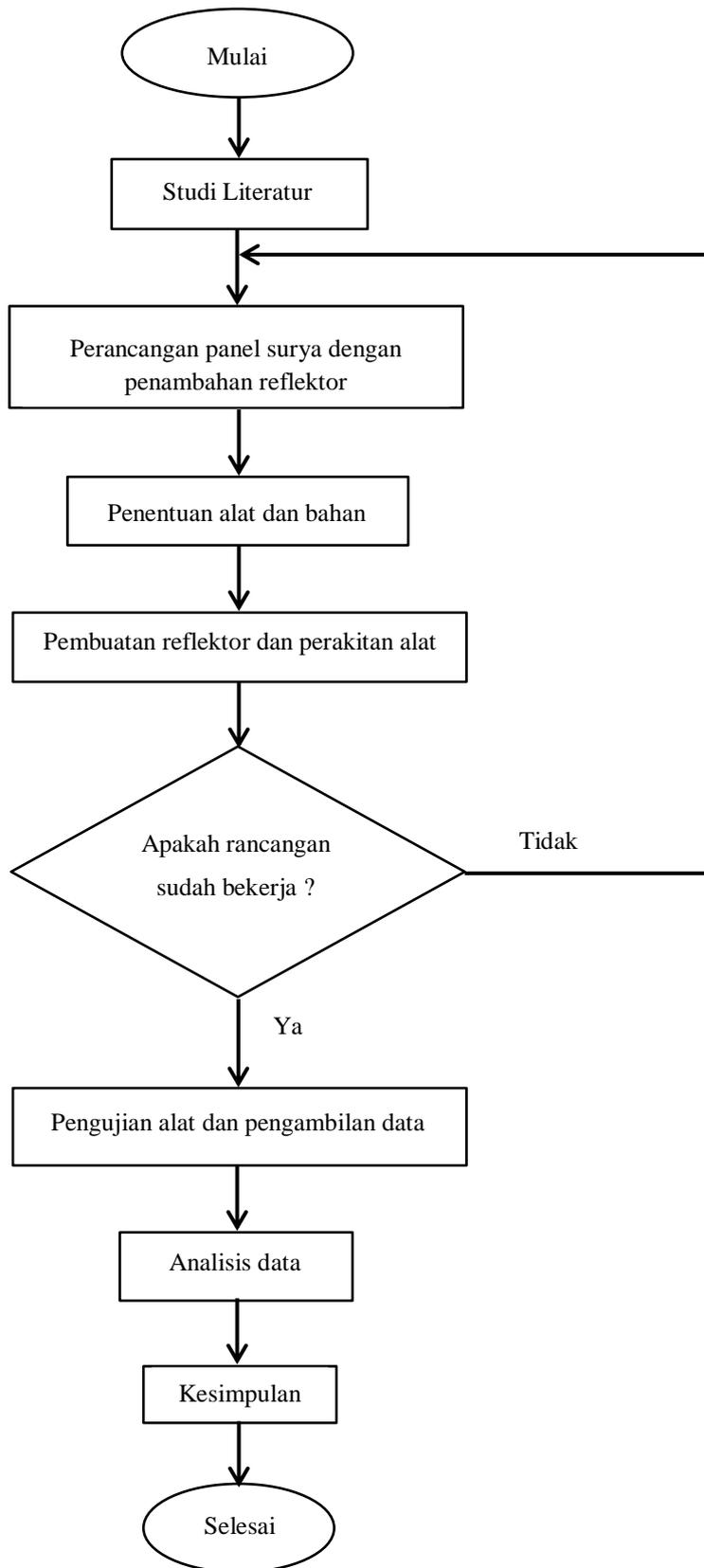
Gambar 3. 7 Skema alat penelitian

### 3.6 Prosedur Penelitian

Penelitian dan pengambilan data direncanakan akan dilakukan pada bulan agustus sampai september 2022 bertempat di Dusun Bintang Asih, Desa Rumah Sumbul, Kec. Sinembah Tanjung Muda Hulu, Kab. Deli Serdang. Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan dan diketahui dalam pelaksanaan tugas akhir ini antara lain sebagai berikut:

1. Menentukan lokasi pengujian dengan sinar matahari yang tidak terhalang oleh bayangan gedung ataupun pepohonan
2. Melakukan perancangan dudukan panel surya beserta reflektor dengan sudut kemiringan  $30^0$ ,  $45^0$  dan  $60^0$
3. Melakukan pembuatan dan perakitan alat sesuai dengan wiring rangkaian yang sudah ditentukan
4. Melakukan pengukuran pada setiap jamnya dari jam 09.00 sd jam 16.00 WIB
5. Pengukuran intensitas radiasi matahari dilakukan dengan *solar power meter* pada setiap jamnya dari jam 09.00 sd jam 16.00 WIB
6. Pengukuran tegangan dan arus dilakukan dengan *watt meter digital* pada setiap jamnya dari jam 09.00 sd jam 16.00 WIB
7. Pengukuran suhu disekitar panel dilakukan dengan *temperatur meter* pada setiap jamnya dari jam 09.00 sd jam 16.00 WIB
8. Pengujian lanjutan untuk sudut kemiringan reflektor lainnya
9. Melakukan analisis data pada data hasil percobaan reflektor dengan sudut kemiringan  $30^0$ ,  $45^0$  dan  $60^0$
10. Menarik kesimpulan dari hasil penelitian dan analisa yang telah dilakukan
11. Selesai.

Untuk selanjutnya proses jalannya penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir pada gambar 3.8 berikut ini

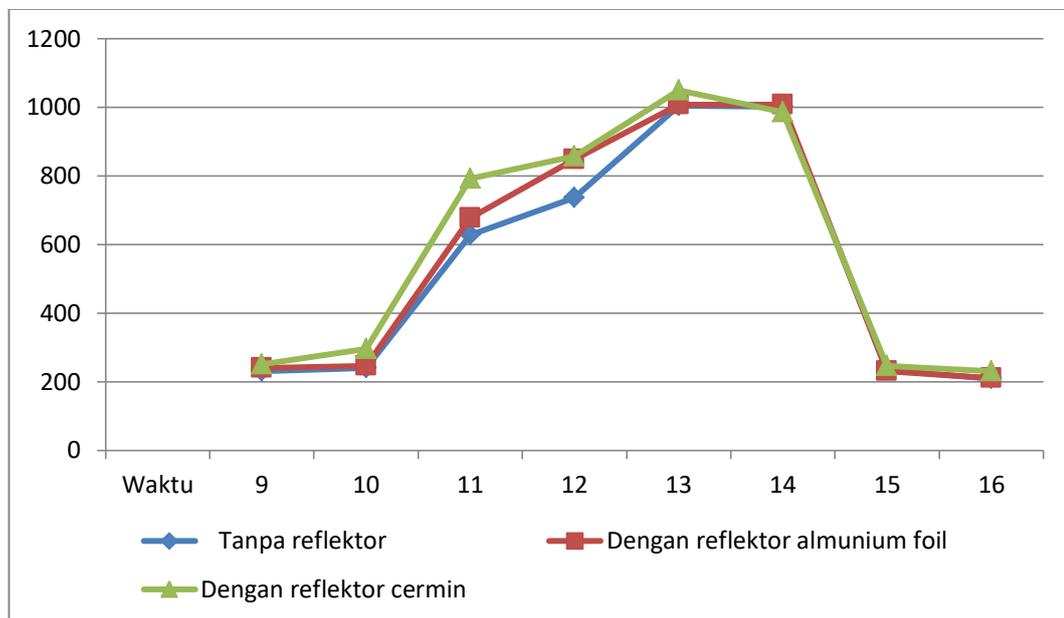


Gambar 3.8 Diagram alir Penelitian



Tabel 4. 1 Hasil pengukuran intensitas radiasi matahari dengan sudut reflektor 30<sup>0</sup>

Waktu (WIB)	Tanpa reflektor	Dengan reflektor almunium foil	Dengan reflektor cermin
09.00	230.0	240.2	250.1
10.00	239.7	246.1	296.4
11.00	627.4	677.4	791.5
12.00	736.2	847.5	857.5
13.00	1004	1008	1050
14.00	1001	1007	985.3
15.00	233.5	231.0	246.3
16.00	209.5	211.2	230.0
Hasil rata-rata	535.16	558.55	588.38



Gambar 4. 3 Grafik perbandingan intensitas radiasi matahari dengan sudut reflektor 30<sup>0</sup>

Pada sudut reflektor 30<sup>0</sup> penggunaan reflektor cermin pada panel surya mengalami peningkatan intensitas radiasi matahari yang diterima oleh panel surya dengan nilai intensitas tertinggi sebesar 1050 W/m<sup>2</sup> pada jam 13.00 WIB sedangkan untuk nilai intensitas terendah sebesar 230.0 W/m<sup>2</sup> pada jam 16.00 WIB. Untuk penggunaan reflektor almunium foil pada panel surya mengalami peningkatan intensitas radiasi matahari yang diterima oleh panel surya dengan nilai intensitas tertinggi sebesar 1008 W/m<sup>2</sup> pada jam 13.00 WIB untuk nilai intensitas terendah sebesar 211.2 W/m<sup>2</sup> pada jam 16.00 WIB. Sedangkan panel

surya tanpa menggunakan reflektor menerima intensitas radiasi matahari dengan nilai intensitas tertinggi sebesar  $1004 \text{ W/m}^2$  pada jam 13.00 WIB dengan intensitas terendah sebesar  $209.5 \text{ W/m}^2$  pada jam 16.00 WIB.

b. Pengukuran intensitas radiasi matahari dengan sudut reflektor  $45^\circ$



Gambar 4. 4 Panel surya dengan sudut reflektor  $45^\circ$



(a)

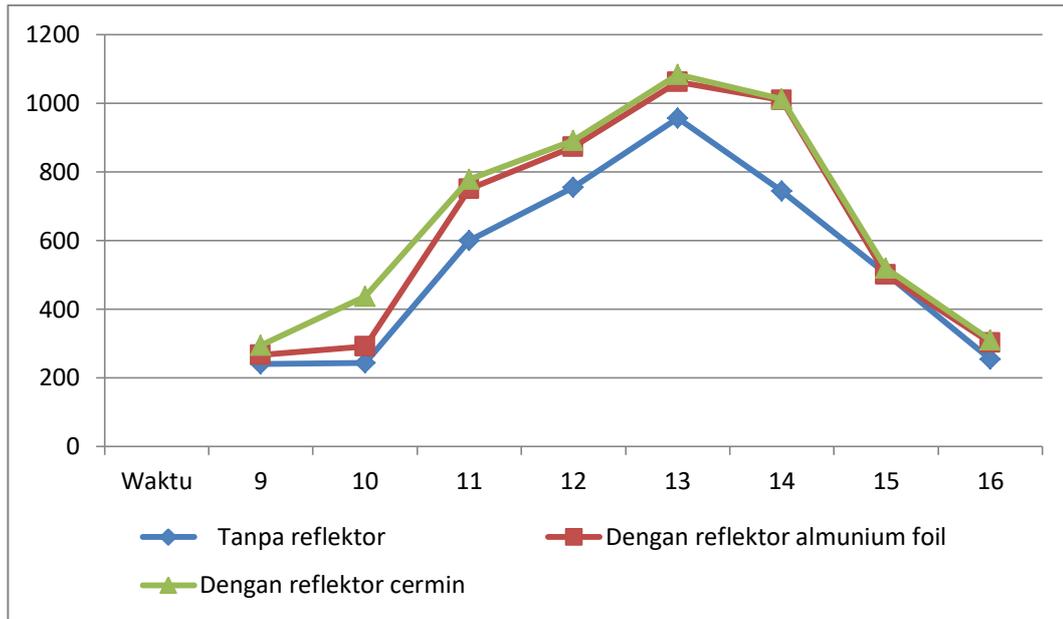
(b)

(c)

Gambar 4. 5 Hasil pengukuran intensitas radiasi matahari (a) tanpa reflektor, (b) dengan reflektor aluminium foil dan (c) dengan reflektor cermin

Tabel 4. 2 Hasil pengukuran intensitas radiasi matahari dengan sudut reflektor  $45^\circ$

Waktu (WIB)	Tanpareflector	Dengan reflektor almunium foil	Dengan reflektor cermin
09.00	240.2	266.5	293.8
10.00	242.4	290.7	436.2
11.00	600.3	750.7	777.5
12.00	755.1	872.8	891.7
13.00	955.9	1062	1083
14.00	744.5	1009	1012
15.00	502.9	501.2	519.7
16.00	253.1	302.5	310.2
Hasil rata-rata	536.8	631.92	665.51



Gambar 4. 6 Grafik perbandingan intensitas radiasi matahari dengan sudut reflektor 45<sup>0</sup>

Pada sudut reflektor 45<sup>0</sup> penggunaan reflektor cermin pada panel surya mengalami peningkatan intensitas radiasi matahari yang diterima oleh panel surya dengan nilai intensitas tertinggi sebesar 1083 W/m<sup>2</sup> pada jam 13.00 WIB sedangkan untuk nilai intensitas terendah sebesar 293.8 W/m<sup>2</sup> pada jam 09.00 WIB. Untuk penggunaan reflektor aluminium foil pada panel surya mengalami peningkatan intensitas radiasi matahari yang diterima oleh panel surya dengan nilai intensitas tertinggi sebesar 1062 W/m<sup>2</sup> untuk nilai intensitas terendah sebesar 266.5 W/m<sup>2</sup> pada jam 09.00 WIB. Sedangkan panel surya tanpa menggunakan reflektor menerima intensitas radiasi matahari dengan nilai intensitas tertinggi sebesar 955.9 W/m<sup>2</sup> dengan intensitas terendah sebesar 240.2 W/m<sup>2</sup> pada jam 09.00 WIB.

b. Pengukuran intensitas radiasi matahari dengan sudut reflektor  $60^{\circ}$



Gambar 4. 7 Panel surya dengan sudut reflektor  $60^{\circ}$



(a)

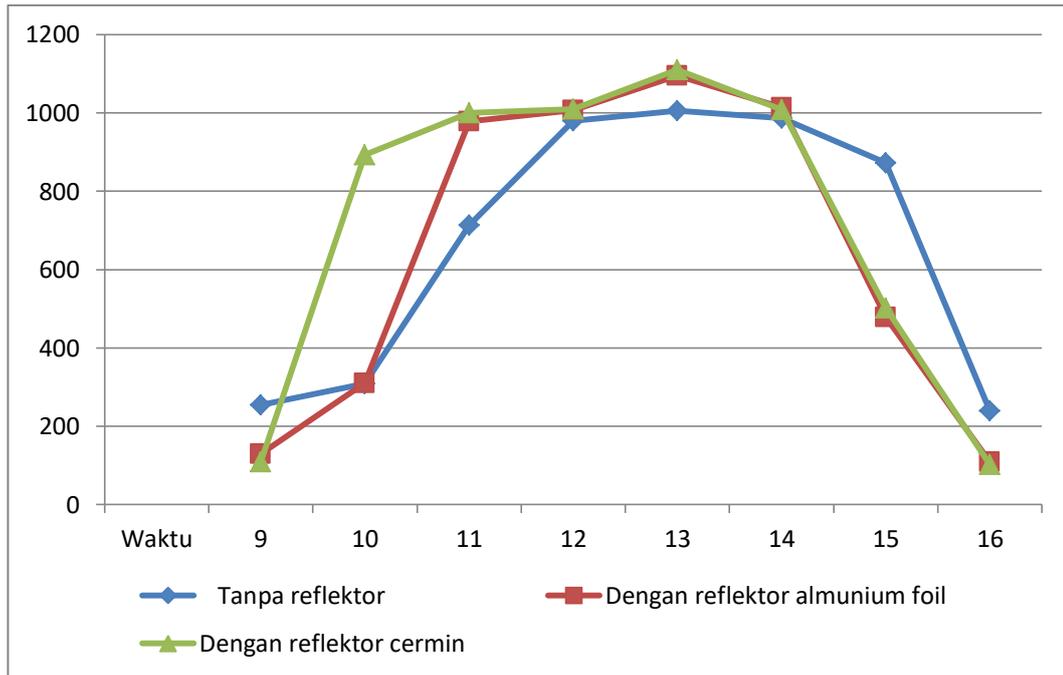
(b)

(c)

Gambar 4. 8 Hasil pengukuran intensitas radiasi matahari (a) tanpa reflektor, (b) dengan reflektor aluminium foil dan (c) dengan reflektor cermin

Tabel 4. 3 Hasil pengukuran intensitas radiasi matahari dengan sudut reflektor  $60^{\circ}$

Waktu (WIB)	Tanpa reflektor	Dengan reflektor aluminium foil	Dengan reflektor cermin
09.00	254.1	129.5	108.6
10.00	309.1	310.3	893.2
11.00	713.6	978.2	1001
12.00	980.3	1007	1010
13.00	1006	1095	1110
14.00	987.2	1014	1009
15.00	873.0	478.1	502.0
16.00	239.6	102.1	108.9
Hasil rata-rata	670.36	639.27	717.83



Gambar 4. 9 Grafik perbandingan intensitas radiasi matahari dengan sudut reflektor 60<sup>0</sup>

Pada sudut reflektor 60<sup>0</sup> penggunaan reflektor cermin pada panel surya mengalami peningkatan intensitas radiasi matahari yang diterima oleh panel surya dengan nilai intensitas tertinggi sebesar 1110 W/m<sup>2</sup> pada jam 13.00 WIB sedangkan untuk nilai intensitas terendah sebesar 108.6 W/m<sup>2</sup> pada jam 09.00 WIB. Untuk penggunaan reflektor aluminium foil pada panel surya mengalami peningkatan intensitas radiasi matahari yang diterima oleh panel surya dengan nilai intensitas tertinggi sebesar 1095 W/m<sup>2</sup> untuk nilai intensitas terendah sebesar 102.1 W/m<sup>2</sup> pada jam 16.00 WIB. Sedangkan panel surya tanpa menggunakan reflektor menerima intensitas radiasi matahari dengan nilai intensitas tertinggi sebesar 1006 W / m<sup>2</sup> dengan intensitas terendah sebesar 239.6 W/m<sup>2</sup> pada jam 16.00 WIB.

#### 4.1.2 Hasil pengukuran suhu sekitar panel surya

##### a. Pengukuran suhu dengan sudut reflektor 30<sup>0</sup>



Gambar 4. 10 Panel surya dengan dengan sudut reflektor 30<sup>0</sup>



(a)

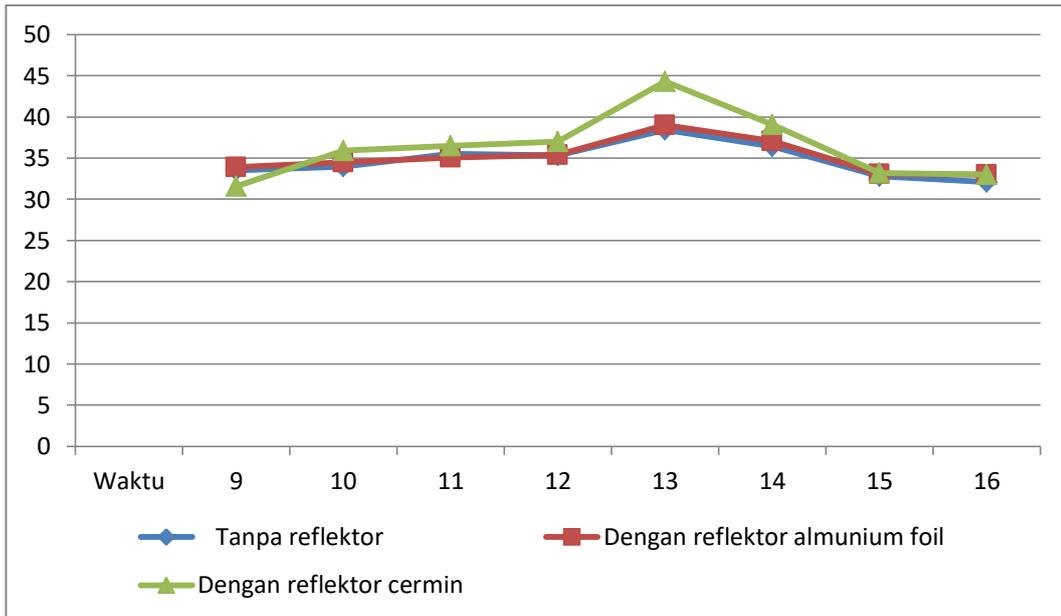
(b)

(c)

Gambar 4. 11 Hasil pengukuran suhu sekitar panel surya (a) tanpa reflektor, (b) dengan reflektor almunium foil dan (c) dengan reflektor cermin

Tabel 4. 4 Hasil pengukuran suhu dengan sudut reflektor 30<sup>0</sup>

Waktu (WIB)	Tanpa reflektor	Dengan reflektor almunium foil	Dengan reflektor cermin
09.00	33.5	33.9	31.6
10.00	34.0	34.5	35.9
11.00	35.5	35.1	36.5
12.00	35.3	35.4	37.0
13.00	38.4	39.0	44.3
14.00	36.4	37.1	39.1
15.00	32.8	33.1	33.2
16.00	32.1	33.0	33.0
Hasil rata-rata	34.7	35.1	36.3



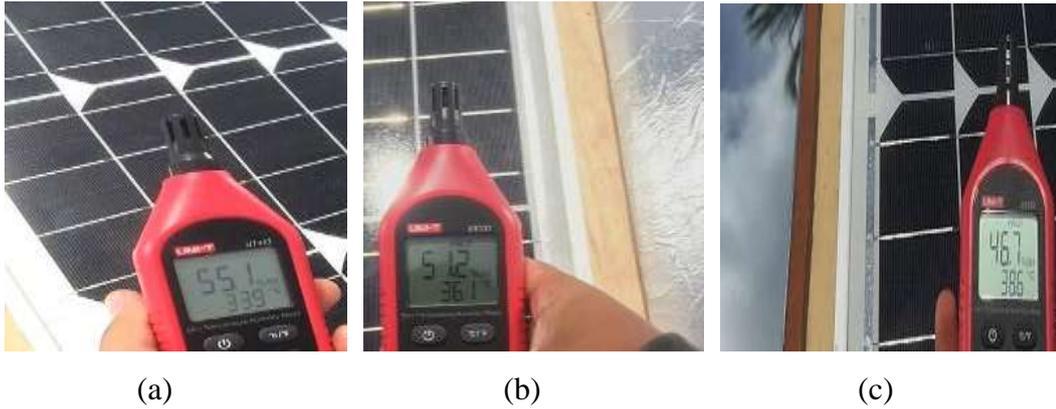
Gambar 4. 12 Grafik perbandingan suhu dengan sudut reflektor 30<sup>0</sup>

Pada sudut reflektor 30<sup>0</sup> penggunaan reflektor cermin pada panel surya mengalami peningkatan suhu pada sekitar panel surya dengan nilai tertinggi sebesar 44.3 °C pada jam 13.00 WIB sedangkan untuk nilai suhu terendah sebesar 31.6 °C pada jam 09.00 WIB.. Untuk penggunaan reflektor aluminium foil pada panel surya mengalami peningkatan suhu pada sekitar panel surya dengan nilai tertinggi sebesar 39.0 °C pada jam 13.00 WIB, untuk nilai suhu terendah sebesar 33.0 °C pada jam 09.00 WIB. Sedangkan suhu pada sekitar panel surya tanpa menggunakan reflektor sebesar 38.4 °C pada jam 13.00 WIB dan untuk nilai suhu terendah sebesar 32.1 °C pada jam 16.00 WIB .

b. Pengukuran suhu dengan sudut reflektor 45<sup>0</sup>



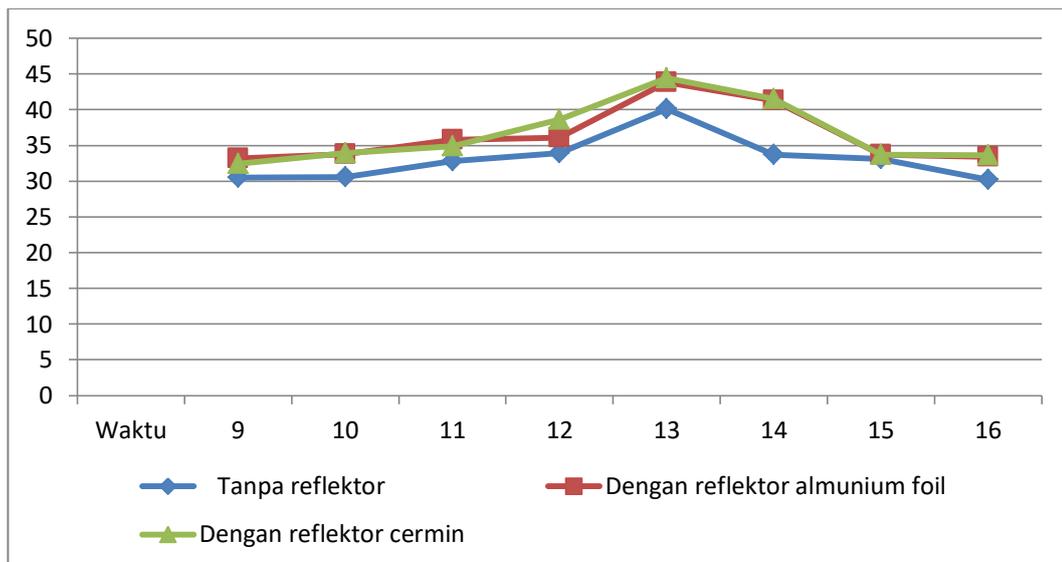
Gambar 4. 13 Panel surya dengan dengan sudut reflektor 45<sup>0</sup>



Gambar 4. 14 Hasil pengukuran suhu sekitar panel surya (a) tanpa reflektor, (b) dengan reflektor almunium foil dan (c) dengan reflektor cermin

Tabel 4.5 Hasil pengukuran suhu dengan sudut reflektor  $45^{\circ}$

Waktu (WIB)	Tanpa reflektor	Dengan reflektor almunium foil	Dengan reflektor cermin
09.00	30.5	33.2	32.4
10.00	30.6	33.8	33.9
11.00	32.8	35.8	34.9
12.00	33.9	36.1	38.6
13.00	40.1	43.8	44.4
14.00	33.7	41.3	41.5
15.00	33.1	33.7	33.7
16.00	30.2	33.4	33.6
Hasil rata-rata	33.1	36.3	36.6



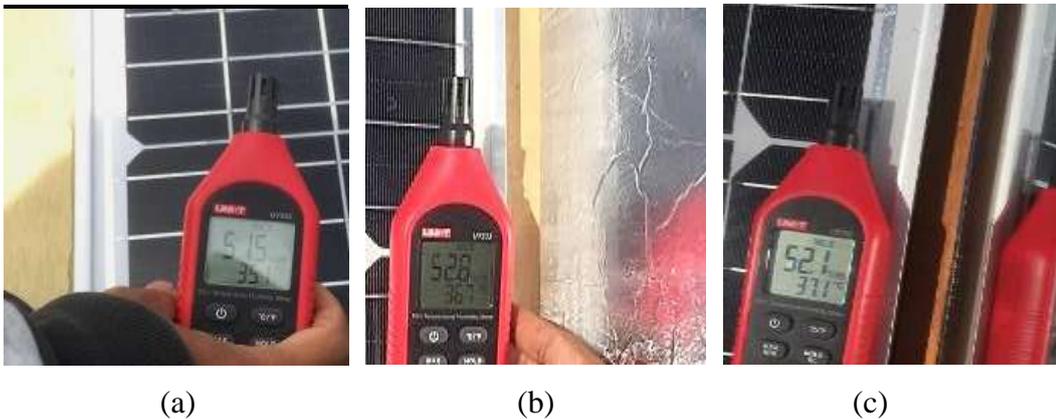
Gambar 4. 15 Grafik perbandingan suhu dengan sudut reflektor  $45^{\circ}$

Pada sudut reflektor  $45^{\circ}$  penggunaan reflektor cermin pada panel surya mengalami peningkatan suhu pada sekitar panel surya dengan nilai tertinggi sebesar  $44.4^{\circ}\text{C}$  pada jam 13.00 WIB sedangkan untuk nilai suhu terendah sebesar  $32.4^{\circ}\text{C}$  pada jam 09.00 WIB.. Untuk penggunaan reflektor almunium foil pada panel surya mengalami peningkatan suhu pada sekitar panel surya dengan nilai tertinggi sebesar  $43.8^{\circ}\text{C}$  pada jam 13.00 WIB, untuk nilai suhu terendah sebesar  $33.2^{\circ}\text{C}$  pada jam 09.00 WIB. Sedangkan suhu pada sekitar panel surya tanpa menggunakan reflektor sebesar  $40.1^{\circ}\text{C}$  pada jam 13.00 WIB dan untuk nilai suhu terendah sebesar  $30.2^{\circ}\text{C}$  pada jam 16.00 WIB .

c. Pengukuran suhu dengan sudut reflektor  $60^{\circ}$



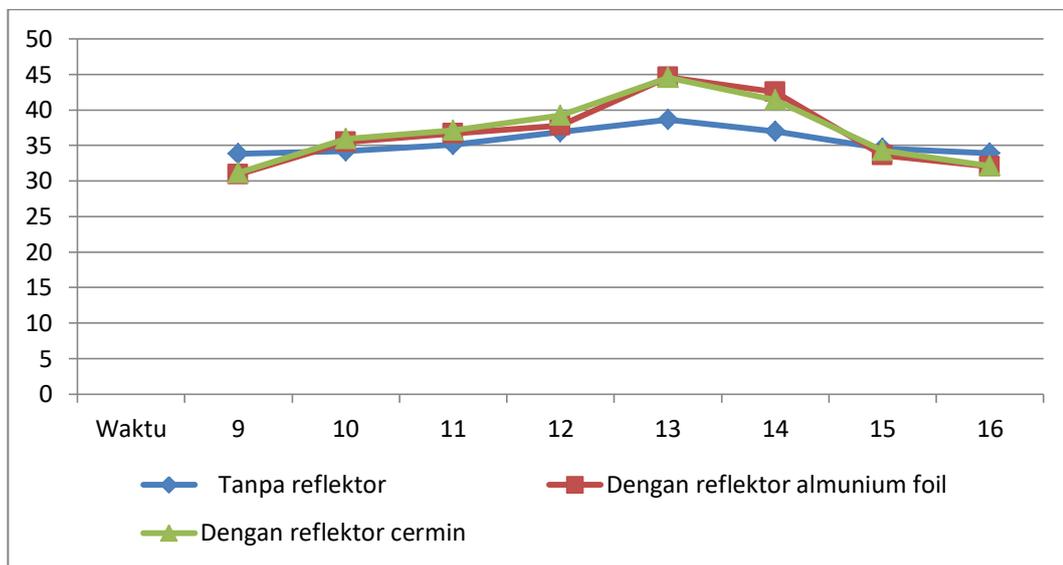
Gambar 4. 16 Panel surya dengan sudut reflektor  $60^{\circ}$



Gambar 4. 17 Hasil pengukuran suhu sekitar panel surya (a) tanpa reflektor, (b) dengan reflektor almunium foil dan (c) dengan reflektor cermin

Tabel 4. 6 Hasil pengukuran suhu dengan sudut reflektor 60<sup>0</sup>

Waktu (WIB)	Tanpa reflektor	Dengan reflektor almunium foil	Dengan reflektor cermin
09.00	33.8	30.9	31.1
10.00	34.2	35.5	35.9
11.00	35.1	36.7	37.1
12.00	36.9	37.8	39.2
13.00	38.6	44.6	44.5
14.00	37.0	42.5	41.4
15.00	34.6	33.6	34.3
16.00	33.9	32.0	32.1
Hasil rat-rata	35.5	36.7	36.9



Gambar 4. 18 Grafik perbandingan suhu dengan sudut reflektor 60<sup>0</sup>

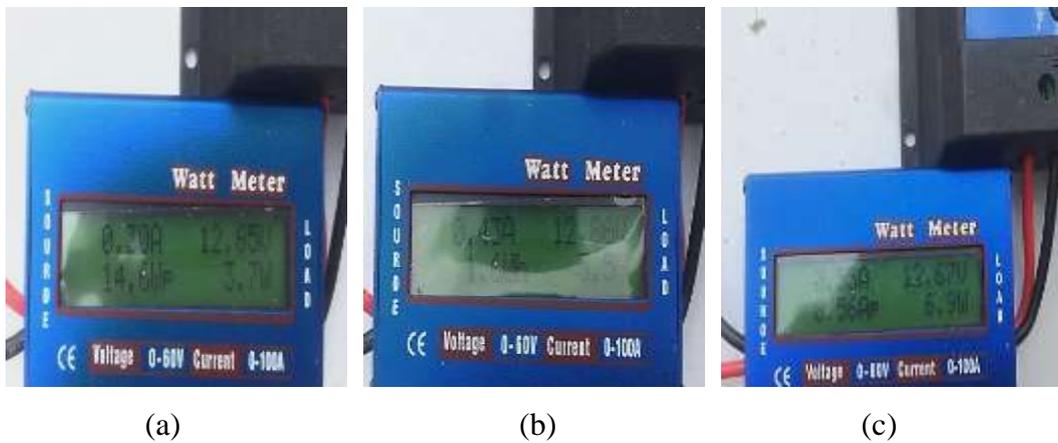
Pada sudut reflektor 60<sup>0</sup> penggunaan reflektor cermin pada panel surya mengalami peningkatan suhu pada sekitar panel surya dengan nilai tertinggi sebesar 44.5<sup>0</sup>C pada jam 13.00 WIB sedangkan untuk nilai suhu terendah sebesar 31.1<sup>0</sup>C pada jam 09.00 WIB.. Untuk penggunaan reflektor almunium foil pada panel surya mengalami peningkatan suhu pada sekitar panel surya dengan nilai tertinggi sebesar 44.6<sup>0</sup>C pada jam 13.00 WIB, untuk nilai suhu terendah sebesar 30.9<sup>0</sup>C pada jam 09.00 WIB. Sedangkan suhu pada sekitar panel surya tanpa menggunakan reflektor sebesar 38.6<sup>0</sup>C pada jam 13.00 WIB dan untuk nilai suhu terendah sebesar 33.8<sup>0</sup>C pada jam 09.00 WIB.

#### 4.1.3 Hasil pengukuran tegangan *output* panel surya

##### a. Pengukuran tegangan *output* panel surya dengan sudut reflektor 30°



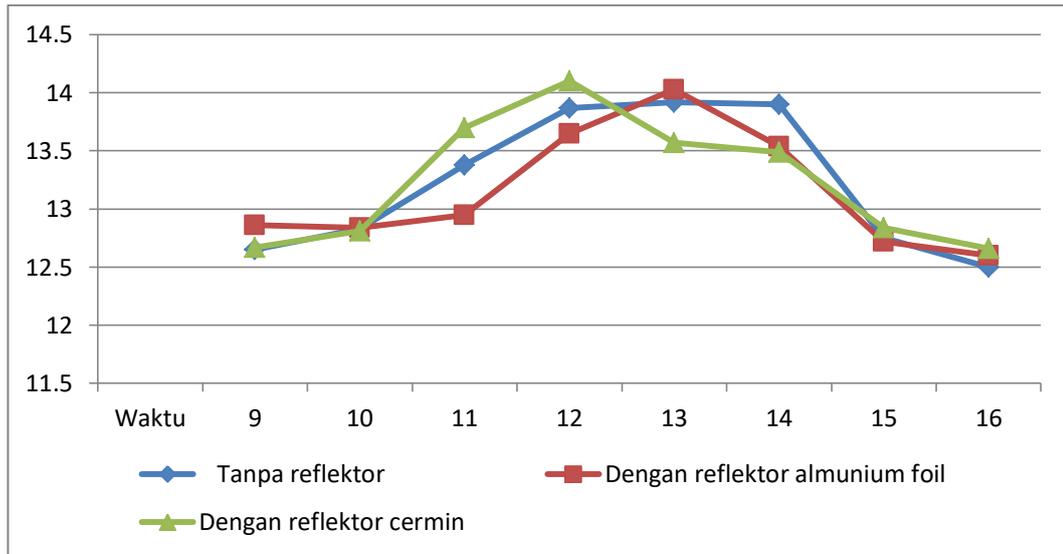
Gambar 4. 19 Panel surya dengan sudut reflektor 30°



Gambar 4. 20 Hasil pengukuran tegangan *output* panel surya (a) tanpa reflektor, (b) dengan reflektor aluminium foil dan (c) dengan reflektor cermin

Tabel 4. 7 Hasil pengukuran tegangan dengan sudut reflektor 30°

Waktu (WIB)	Tanpa reflektor	Dengan reflektor aluminium foil	Dengan reflektor cermin
09.00	12.65	12.86	12.67
10.00	12.83	12.84	12.81
11.00	12.95	13.38	13.70
12.00	13.87	13.65	14.10
13.00	13.92	14.03	13.57
14.00	13.54	13.90	13.49
15.00	12.75	12.72	12.84
16.00	12.50	12.60	12.66
Hasil rata-rata	13.12	13.24	13.23



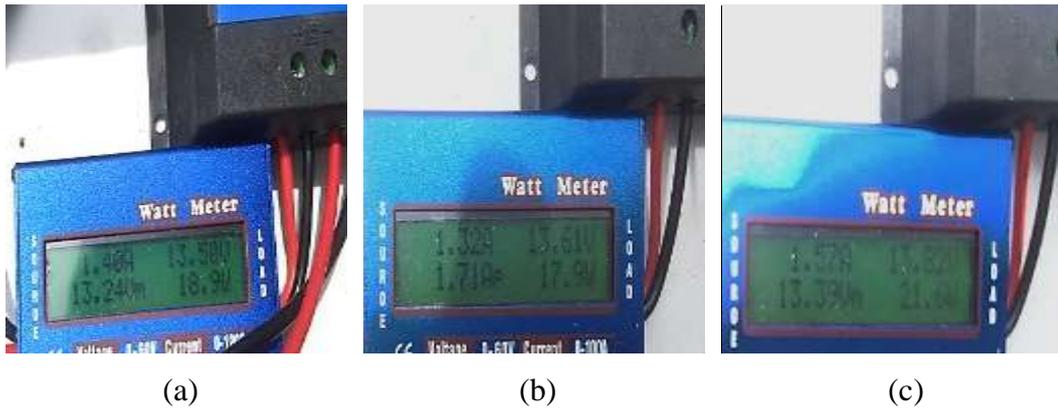
Gambar 4. 21 Grafik perbandingan tegangan dengan sudut reflektor 30<sup>0</sup>

Pada sudut reflektor 30<sup>0</sup> penggunaan reflektor cermin pada panel surya mengalami peningkatan tegangan *output* panel surya dengan nilai tertinggi sebesar 14.10 volt pada jam 12.00 WIB, sedangkan untuk tegangan *output* panel surya dengan nilai terendah sebesar 12.66 volt pada jam 16.00 WIB. Untuk penggunaan reflektor aluminium foil pada panel surya mengalami peningkatan tegangan *output* panel surya dengan nilai tertinggi sebesar 14.03 volt pada jam 13.00 WIB, untuk tegangan *output* panel surya dengan nilai terendah sebesar 12.60 volt pada jam 16.00 WIB. Sedangkan tegangan *output* panel surya tanpa menggunakan reflektor dengan nilai tertinggi sebesar 13.92 volt pada jam 13.00 WIB dan untuk tegangan *output* panel surya dengan nilai terendah sebesar 12.50 volt pada jam 16.00 WIB.

b. Pengukuran tegangan *output* panel surya dengan sudut reflektor 45<sup>0</sup>



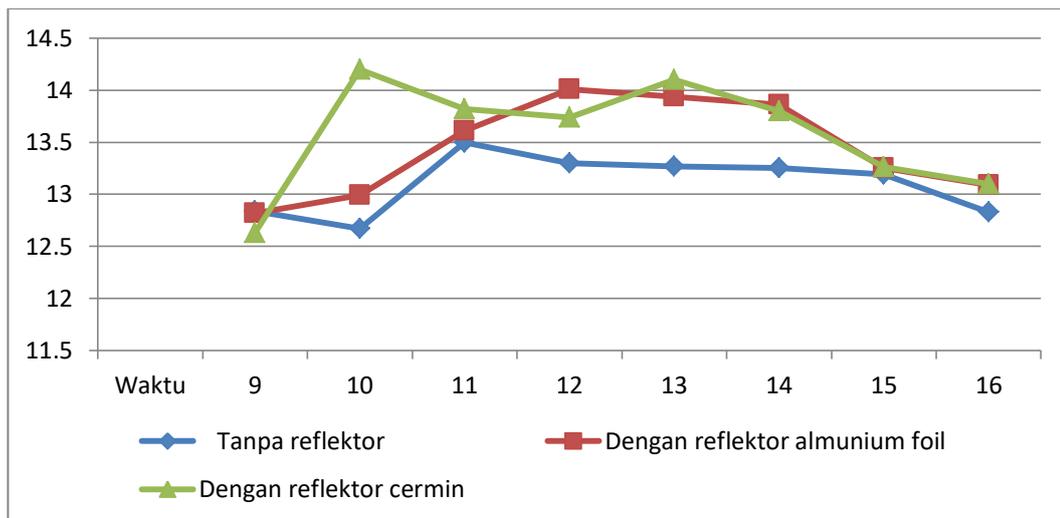
Gambar 4. 22 Panel surya dengan sudut reflektor 45<sup>0</sup>



Gambar 4. 23 Hasil pengukuran tegangan *output* panel surya (a) tanpa reflektor, (b) dengan reflektor almunium foil dan (c) dengan reflektor cermin

Tabel 4. 8 Hasil pengukuran tegangan dengan sudut reflektor  $45^0$

Waktu (WIB)	Tanpa reflektor	Dengan reflektor almunium foil	Dengan reflektor cermin
09.00	12.84	12.82	12.63
10.00	12.67	12.99	14.20
11.00	13.50	13.61	13.82
12.00	13.30	14.01	13.74
13.00	13.27	13.94	14.10
14.00	13.25	13.86	13.80
15.00	13.19	13.25	13.26
16.00	12.83	13.09	13.10
Hasil rata-rata	13.10	13.44	13.58



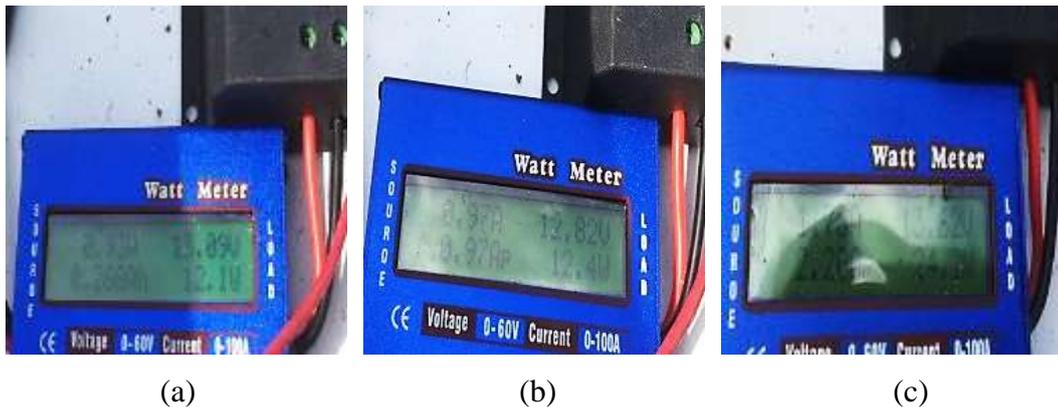
Gambar 4. 24 Grafik perbandingan tegangan dengan sudut reflektor  $45^0$

Pada sudut reflektor  $45^{\circ}$  penggunaan reflektor cermin pada panel surya mengalami peningkatan tegangan *output* panel surya dengan nilai tertinggi sebesar 14.20 volt pada jam 10.00 WIB, sedangkan untuk tegangan *output* panel surya dengan nilai terendah sebesar 12.63 volt pada jam 09.00 WIB. Untuk penggunaan reflektor aluminium foil pada panel surya mengalami peningkatan tegangan *output* panel surya dengan nilai tertinggi sebesar 14.01 volt pada jam 12.00 WIB, untuk tegangan *output* panel surya dengan nilai terendah sebesar 12.82 volt pada jam 09.00 WIB. Sedangkan tegangan *output* panel surya tanpa menggunakan reflektor dengan nilai tertinggi sebesar 13.30 volt pada jam 12.00 WIB dan untuk tegangan *output* panel surya dengan nilai terendah sebesar 12.83 volt pada jam 16.00 WIB.

c. Pengukuran tegangan *output* panel surya dengan sudut reflektor  $60^{\circ}$



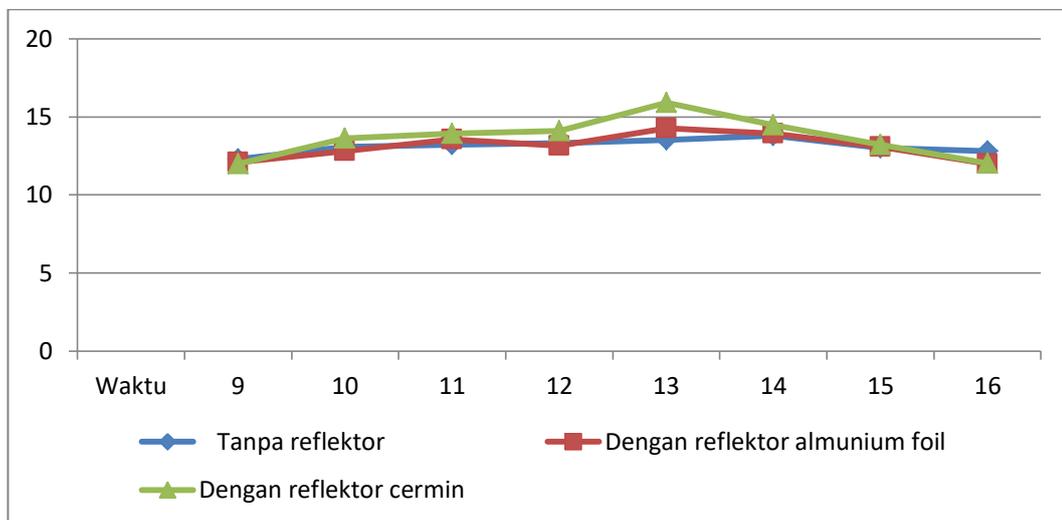
Gambar 4. 25 Panel surya dengan sudut reflektor  $60^{\circ}$



Gambar 4. 26 Hasil pengukuran tegangan *output* panel surya (a) tanpa reflektor, (b) dengan reflektor aluminium foil dan (c) dengan reflektor cermin

Tabel 4. 9 Hasil pengukuran tegangan dengan sudut reflektor  $60^0$

Waktu (WIB)	Tanpa reflektor	Dengan reflektor almunium foil	Dengan reflektor cermin
09.00	12.28	12.08	11.99
10.00	13.09	12.82	13.62
11.00	13.20	13.57	13.93
12.00	13.31	13.15	14.11
13.00	13.54	14.26	15.91
14.00	13.79	13.94	14.47
15.00	13.02	13.09	13.20
16.00	12.80	12.00	12.02
Hasil rata-rata	13.12	13.11	13.65



Gambar 4. 27 Grafik perbandingan tegangan dengan sudut reflektor  $60^0$

Pada sudut reflektor  $60^0$  penggunaan reflektor cermin pada panel surya mengalami peningkatan tegangan *output* panel surya dengan nilai tertinggi sebesar 15.91 volt pada jam 13.00 WIB, sedangkan untuk tegangan *output* panel surya dengan nilai terendah sebesar 11.99 volt pada jam 09.00 WIB. Untuk penggunaan reflektor almunium foil pada panel surya mengalami peningkatan tegangan *output* panel surya dengan nilai tertinggi sebesar 14.26 volt pada jam 13.00 WIB, untuk tegangan *output* panel surya dengan nilai terendah sebesar 12.00 volt pada jam 16.00 WIB. Sedangkan tegangan *output* panel surya tanpa menggunakan reflektor dengan nilai tertinggi sebesar 13.79 volt pada jam 14.00 WIB dan untuk tegangan *output* panel surya dengan nilai terendah sebesar 12.28 volt pada jam 09.00 WIB.

4.1.4 Hasil pengukuran arus *output* panel surya

a. Pengukuran arus *output* panel surya dengan sudut reflektor 30°



Gambar 4. 28 Panel surya dengan sudut reflektor 30°



(a)

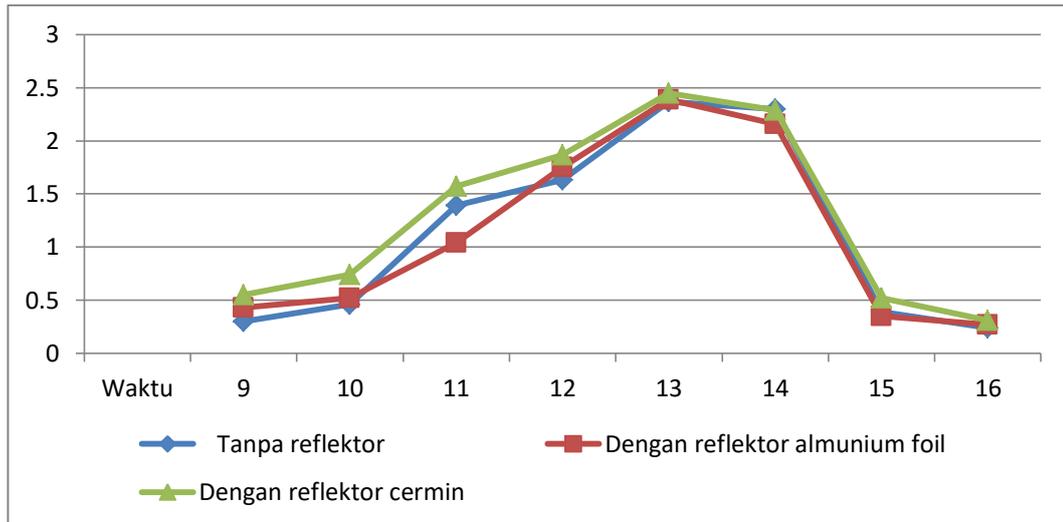
(b)

(c)

Gambar 4. 29 Hasil pengukuran arus *output* panel surya (a) tanpa reflektor, (b) dengan reflektor aluminium foil dan (c) dengan reflektor cermin

Tabel 4. 10 Hasil pengukuran arus dengan sudut reflektor 30°

Waktu (WIB)	Tanpa reflektor	Dengan reflektor aluminium foil	Dengan reflektor cermin
09.00	0.30	0.43	0.55
10.00	0.46	0.52	0.74
11.00	1.04	1.39	1.57
12.00	1.63	1.75	1.87
13.00	2.37	2.39	2.45
14.00	2.29	2.30	2.16
15.00	0.39	0.35	0.52
16.00	0.24	0.27	0.31
Hasil rata-rata	1.09	1.17	1.27



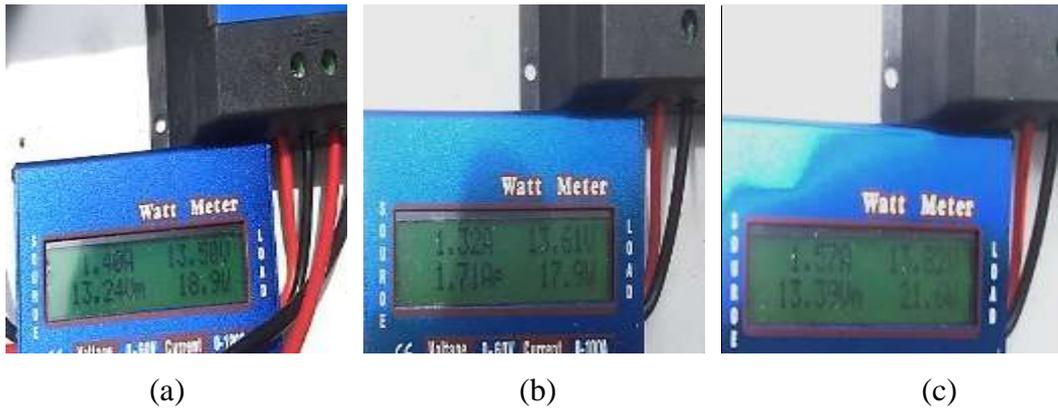
Gambar 4. 30 Grafik perbandingan arus dengan sudut reflektor 30<sup>0</sup>

Pada sudut reflektor 30<sup>0</sup> penggunaan reflektor cermin pada panel surya mengalami peningkatan arus *output* panel surya dengan nilai tertinggi sebesar 2.45 ampere pada jam 13.00 WIB, sedangkan untuk arus *output* panel surya dengan nilai terendah sebesar 0.31 ampere pada jam 16.00 WIB. Untuk penggunaan reflektor aluminium foil pada panel surya mengalami peningkatan arus *output* panel surya dengan nilai tertinggi sebesar 2.39 ampere pada jam 13.00 WIB, untuk arus *output* panel surya dengan nilai terendah sebesar 0.27 ampere pada jam 16.00 WIB. Sedangkan arus *output* panel surya tanpa menggunakan reflektor dengan nilai tertinggi sebesar 2.37 ampere pada jam 13.00 WIB dan untuk arus *output* panel surya dengan nilai terendah sebesar 0.24 ampere pada jam 16.00 WIB.

b. Pengukuran arus *output* panel surya dengan sudut reflektor 45<sup>0</sup>



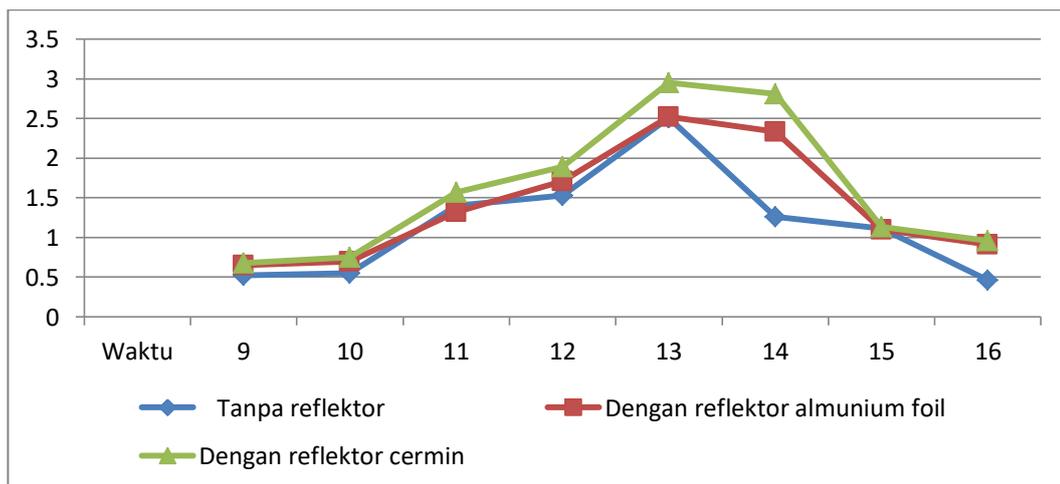
Gambar 4. 31 Panel surya dengan sudut reflektor 45<sup>0</sup>



Gambar 4. 32 Hasil pengukuran arus *output* panel surya (a) tanpa reflektor, (b) dengan reflektor almunium foil dan (c) dengan reflektor cermin

Tabel 4. 11 Hasil pengukuran arus dengan sudut reflektor 45<sup>0</sup>

Waktu (WIB)	Tanpa reflektor	Dengan reflektor almunium foil	Dengan reflektor cermin
09.00	0.52	0.65	0.68
10.00	0.55	0.70	0.75
11.00	1.40	1.32	1.57
12.00	1.53	1.71	1.89
13.00	2.51	2.52	2.95
14.00	1.26	2.33	2.81
15.00	1.11	1.10	1.13
16.00	0.46	0.91	0.96
Hasil rata-rata	1.16	1.40	1.59



Gambar 4. 33 Grafik perbandingan arus dengan sudut reflektor 45<sup>0</sup>

Pada sudut reflektor  $45^{\circ}$  penggunaan reflektor cermin pada panel surya mengalami peningkatan arus *output* panel surya dengan nilai tertinggi sebesar 2.95 ampere pada jam 13.00 WIB, sedangkan untuk arus *output* panel surya dengan nilai terendah sebesar 0.68 ampere pada jam 09.00 WIB. Untuk penggunaan reflektor almunium foil pada panel surya mengalami peningkatan arus *output* panel surya dengan nilai tertinggi sebesar 2.52 ampere pada jam 13.00 WIB, untuk arus *output* panel surya dengan nilai terendah sebesar 0.65 ampere pada jam 09.00 WIB. Sedangkan arus *output* panel surya tanpa menggunakan reflektor dengan nilai tertinggi sebesar 2.51 ampere pada jam 13.00 WIB dan untuk arus *output* panel surya dengan nilai terendah sebesar 0.46 ampere pada jam 16.00 WIB.

c. Pengukuran arus *output* panel surya dengan sudut reflektor  $60^{\circ}$



Gambar 4. 34 Panel surya dengan sudut reflektor  $60^{\circ}$



(a)

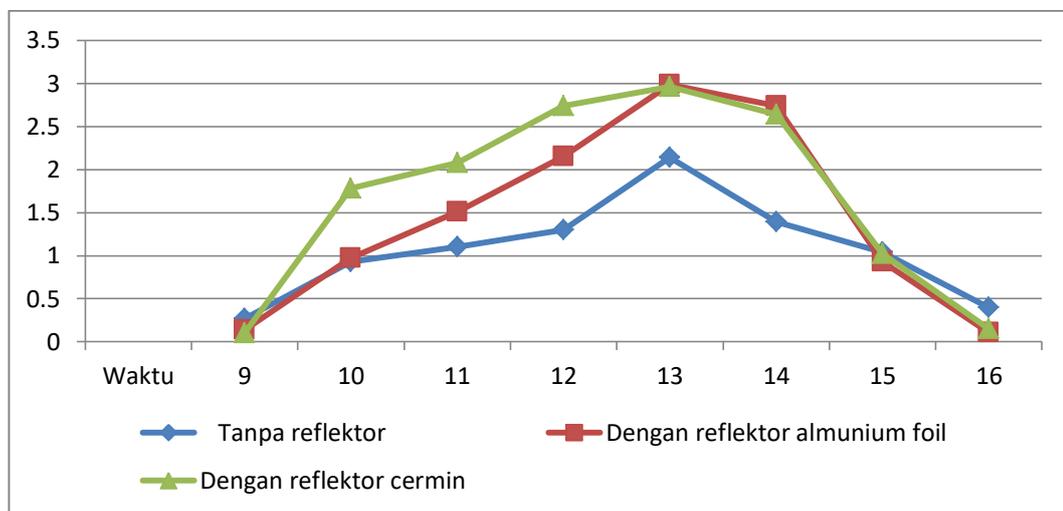
(b)

(c)

Gambar 4. 35 Hasil pengukuran arus *output* panel surya (a) tanpa reflektor, (b) dengan reflektor almunium foil dan (c) dengan reflektor cermin

Tabel 4. 12 Hasil pengukuran arus dengan sudut reflektor 60<sup>0</sup>

Waktu (WIB)	Tanpa reflektor	Dengan reflektor almunium foil	Dengan reflektor cermin
09.00	0.27	0.14	0.10
10.00	0.93	0.97	1.78
11.00	1.10	1.51	2.08
12.00	1.30	2.15	2.74
13.00	2.14	2.99	2.96
14.00	1.39	2.74	2.64
15.00	1.04	0.93	1.02
16.00	0.40	0.11	0.15
Hasil rata-rata	1.07	1.44	1.68



Gambar 4. 36 Grafik perbandingan arus dengan sudut reflektor 60<sup>0</sup>

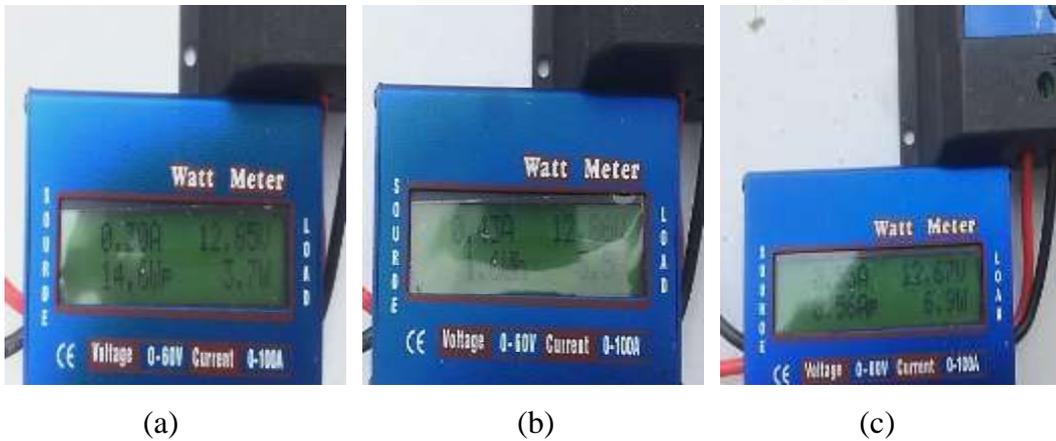
Pada sudut reflektor 60<sup>0</sup> penggunaan reflektor cermin pada panel surya mengalami peningkatan arus *output* panel surya dengan nilai tertinggi sebesar 2.96 ampere pada jam 13.00 WIB, sedangkan untuk arus *output* panel surya dengan nilai terendah sebesar 0.10 ampere pada jam 09.00 WIB. Untuk penggunaan reflektor almunium foil pada panel surya mengalami peningkatan arus *output* panel surya dengan nilai tertinggi sebesar 2.99 ampere pada jam 13.00 WIB, untuk arus *output* panel surya dengan nilai terendah sebesar 0.11 ampere pada jam 16.00 WIB. Sedangkan arus *output* panel surya tanpa menggunakan reflektor dengan nilai tertinggi sebesar 2.14 ampere pada jam 13.00 WIB dan untuk arus *output* panel surya dengan nilai terendah sebesar 0.27 ampere pada jam 09.00 WIB.

#### 4.1.5 Hasil pengukuran daya *output* panel surya

##### a. Pengukuran daya *output* panel surya dengan sudut reflektor 30<sup>0</sup>



Gambar 4. 37 Panel surya dengan sudut reflektor 30<sup>0</sup>



(a)

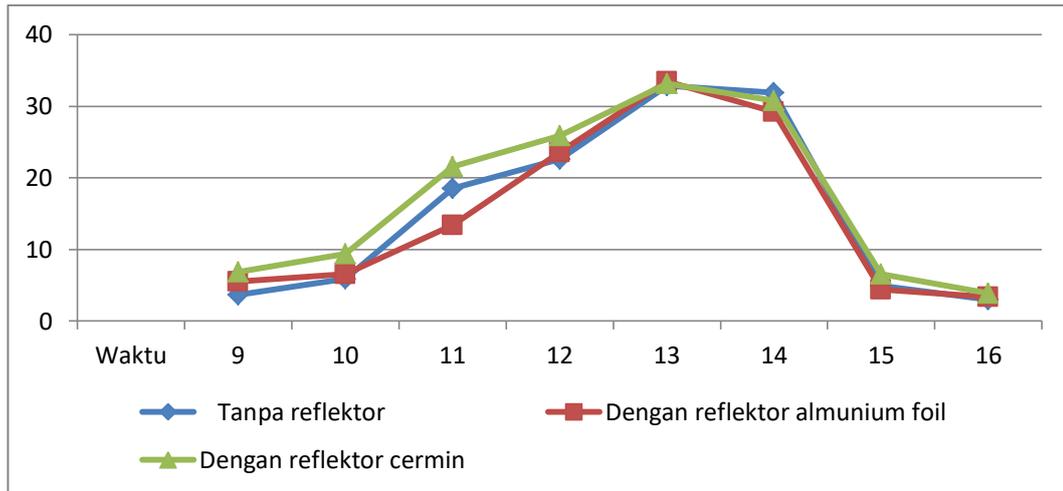
(b)

(c)

Gambar 4. 38 Hasil pengukuran daya *output* panel surya (a) tanpa reflektor, (b) dengan reflektor aluminium foil dan (c) dengan reflektor cermin

Tabel 4. 13 Hasil pengukuran daya *output* dengan sudut reflektor 30<sup>0</sup>

Waktu (WIB)	Tanpa reflektor	Dengan reflektor aluminium foil	Dengan reflektor cermin
09.00	3.7	5.5	6.9
10.00	5.9	6.6	9.4
11.00	13.4	18.5	21.6
12.00	22.6	23.6	26.3
13.00	32.9	33.5	33.2
14.00	30.8	31.9	29.2
15.00	4.9	4.4	6.6
16.00	3	3.4	3.9
Hasil rata-rata	14.6	15.9	17.1



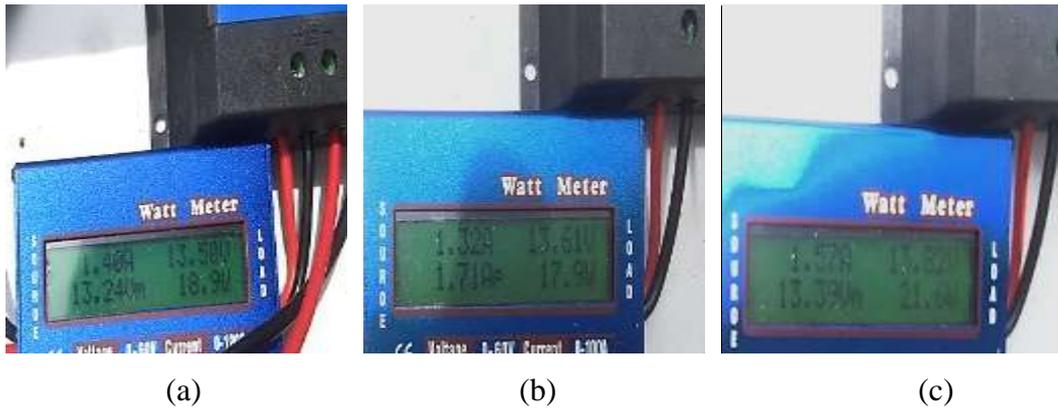
Gambar 4. 39 Grafik perbandingan daya *output* dengan sudut reflektor 30<sup>0</sup>

Pada sudut reflektor 30<sup>0</sup> penggunaan reflektor cermin pada panel surya mengalami peningkatan daya *output* panel surya dengan nilai tertinggi sebesar 33.2 watt pada jam 13.00 WIB, sedangkan untuk daya *output* panel surya dengan nilai terendah sebesar 3.9 watt pada jam 16.00 WIB. Untuk penggunaan reflektor aluminium foil pada panel surya mengalami peningkatan daya *output* panel surya dengan nilai tertinggi sebesar 33.5 watt pada jam 13.00 WIB, untuk daya *output* panel surya dengan nilai terendah sebesar 3.4 watt pada jam 16.00 WIB. Sedangkan daya *output* panel surya tanpa menggunakan reflektor dengan nilai tertinggi sebesar 32.9 watt pada jam 13.00 WIB dan untuk daya *output* panel surya dengan nilai terendah sebesar 3 watt pada jam 16.00 WIB.

b. Pengukuran daya *output* panel surya dengan sudut reflektor 45<sup>0</sup>



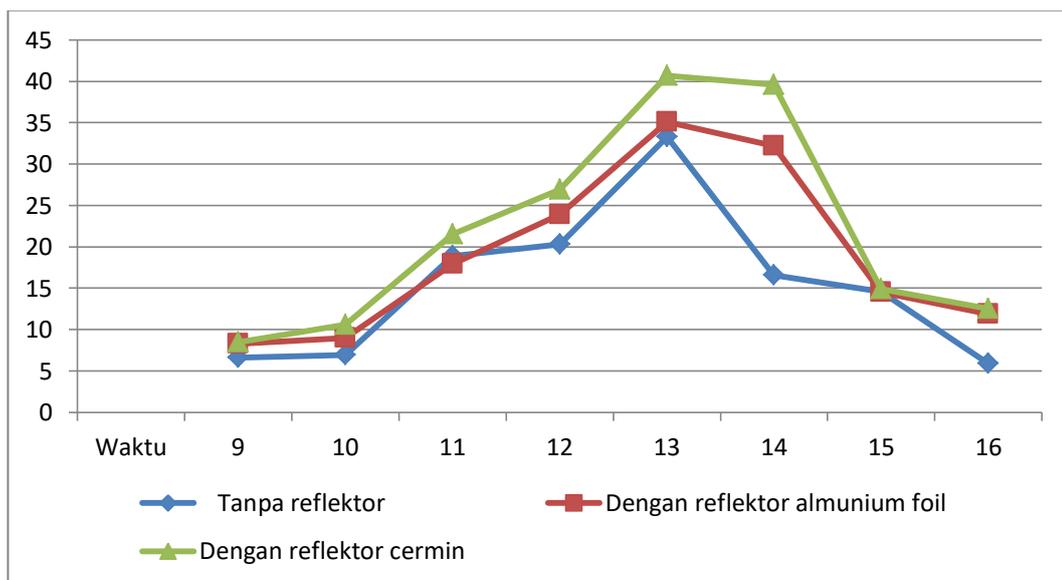
Gambar 4. 40 Panel surya dengan sudut reflektor 45<sup>0</sup>



Gambar 4. 41 Hasil pengukuran daya *output* panel surya (a) tanpa reflektor, (b) dengan reflektor almunium foil dan (c) dengan reflektor cermin

Tabel 4. 14 Hasil pengukuran daya *output* dengan sudut reflektor 45<sup>0</sup>

Waktu (WIB)	Tanpa reflektor	Dengan reflektor almunium foil	Dengan reflektor cermin
09.00	6.6	8.3	8.5
10.00	6.9	9.0	10.6
11.00	18.9	17.9	21.6
12.00	20.3	23.9	25.9
13.00	33.3	35.1	40.7
14.00	16.6	32.2	39.6
15.00	14.6	14.5	14.9
16.00	5.9	11.9	12.5
Hasil rata-rata	15.3	19.1	21.7



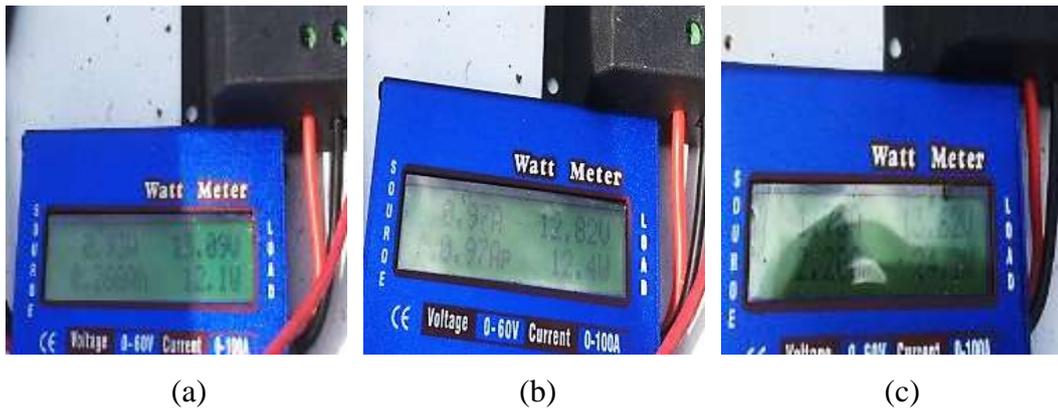
Gambar 4. 42 Grafik perbandingan daya *output* dengan sudut reflektor 45<sup>0</sup>

Pada sudut reflektor  $45^{\circ}$  penggunaan reflektor cermin pada panel surya mengalami peningkatan daya *output* panel surya dengan nilai tertinggi sebesar 40.7 watt pada jam 13.00 WIB, sedangkan untuk daya *output* panel surya dengan nilai terendah sebesar 8.5 watt pada jam 09.00 WIB. Untuk penggunaan reflektor almunium foil pada panel surya mengalami peningkatan daya *output* panel surya dengan nilai tertinggi sebesar 35.1 watt pada jam 13.00 WIB, untuk daya *output* panel surya dengan nilai terendah sebesar 8.3 watt pada jam 09.00 WIB. Sedangkan daya *output* panel surya tanpa menggunakan reflektor dengan nilai tertinggi sebesar 33.3 watt pada jam 13.00 WIB dan untuk daya *output* panel surya dengan nilai terendah sebesar 5.9 watt pada jam 16.00 WIB.

c. Pengukuran daya *output* panel surya dengan sudut reflektor  $60^{\circ}$



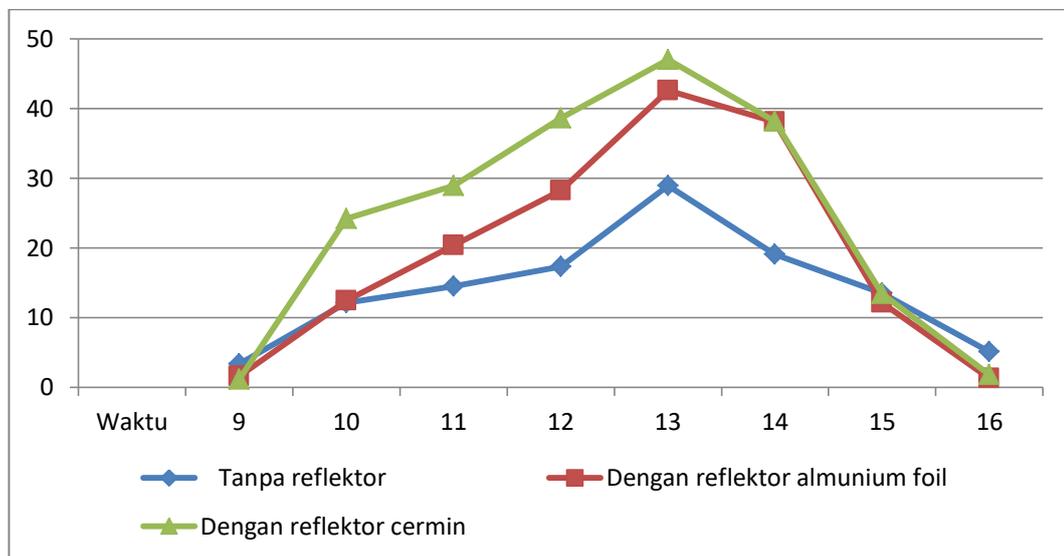
Gambar 4. 43 Panel surya dengan sudut reflektor  $60^{\circ}$



Gambar 4. 44 Hasil pengukuran daya *output* panel surya (a) tanpa reflektor, (b) dengan reflektor almunium foil dan (c) dengan reflektor cermin

Tabel 4. 15 Hasil pengukuran daya *output* dengan sudut reflektor 60<sup>0</sup>

Waktu (WIB)	Tanpa reflektor	Dengan reflektor almunium foil	Dengan reflektor cermin
09.00	3.3	1.6	1.1
10.00	12.1	12.4	24.2
11.00	14.5	20.4	28.9
12.00	17.3	28.2	38.6
13.00	28.9	42.6	47.0
14.00	19.1	38.1	38.2
15.00	13.5	12.1	13.4
16.00	5.1	1.3	1.8
Hasil rata-rata	14.2	19.5	24.1



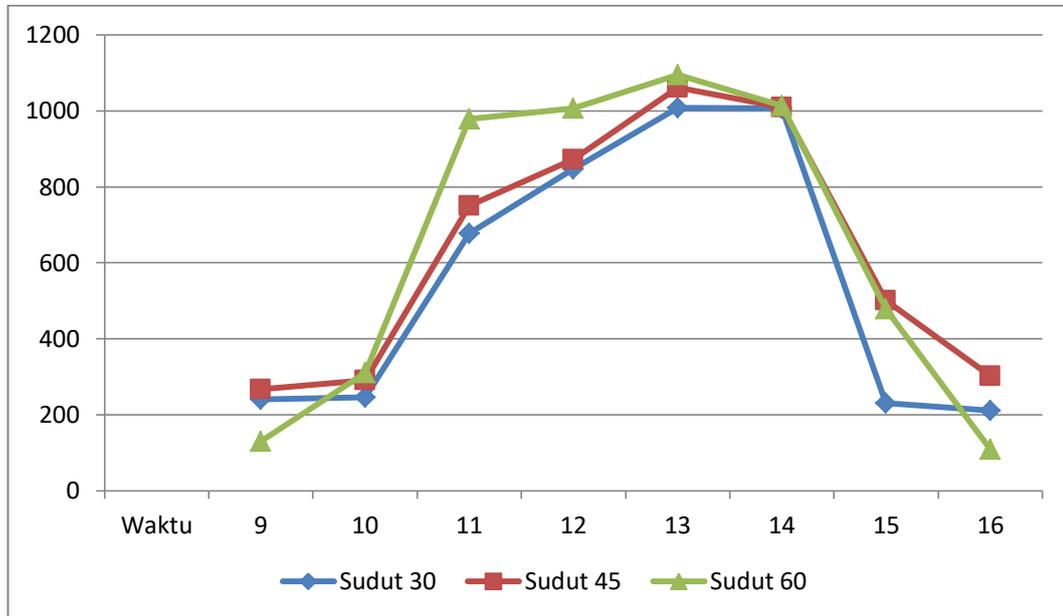
Gambar 4. 45 Grafik perbandingan daya *output* dengan sudut reflektor 60<sup>0</sup>

Pada sudut reflektor 60<sup>0</sup> penggunaan reflektor cermin pada panel surya mengalami peningkatan daya *output* panel surya dengan nilai tertinggi sebesar 47.0 watt pada jam 13.00 WIB, sedangkan untuk daya *output* panel surya dengan nilai terendah sebesar 1.1 watt pada jam 09.00 WIB. Untuk penggunaan reflektor almunium foil pada panel surya mengalami peningkatan daya *output* panel surya dengan nilai tertinggi sebesar 42.6 watt pada jam 13.00 WIB, untuk daya *output* panel surya dengan nilai terendah sebesar 1.3 watt pada jam 16.00 WIB. Sedangkan daya *output* panel surya tanpa menggunakan reflektor dengan nilai tertinggi sebesar 28.9 watt pada jam 13.00 WIB dan untuk daya *output* panel surya dengan nilai terendah sebesar 3.3 watt pada jam 09.00 WIB.

## 4.2 Pengaruh Sudut Reflektor

### 4.2.1 Pengaruh sudut reflektor terhadap intensitas radiasi matahari

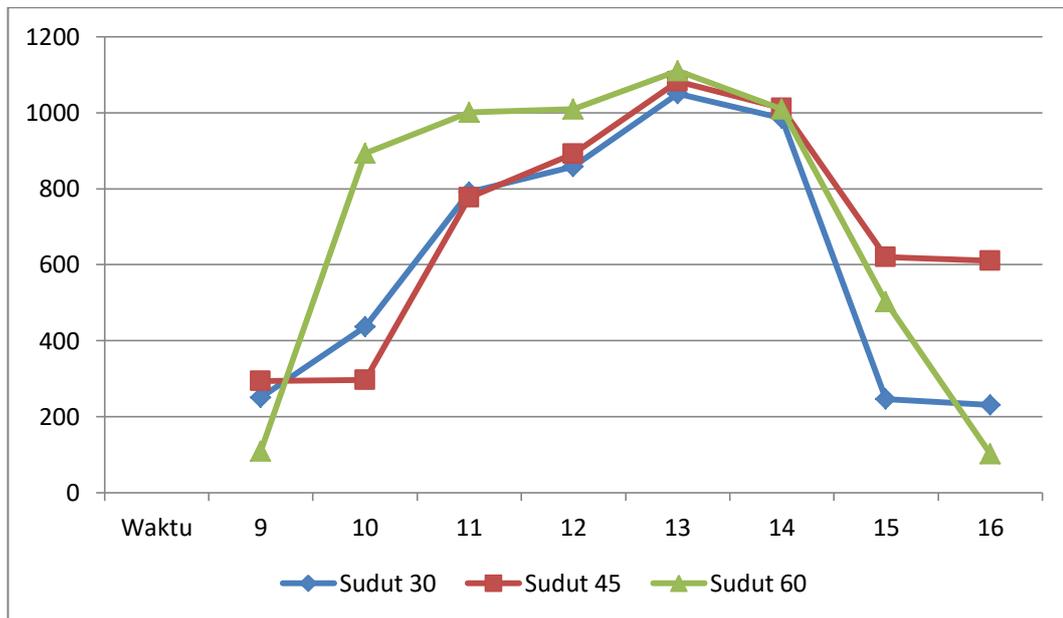
- a. Perbandingan intensitas radiasi matahari pada panel surya dengan reflektor almunium foil.



Gambar 4. 46 Grafik perbandingan intensitas radiasi matahari dengan reflektor almunium foil

Berdasarkan gambar 4.46 hasil rata-rata intensitas radiasi matahari yang diterima oleh panel surya dengan sudut reflektor  $30^{\circ}$  sebesar  $558.55 \text{ W/m}^2$ , lalu untuk hasil rata-rata intensitas radiasi matahari yang diterima oleh panel surya dengan sudut reflektor  $45^{\circ}$  sebesar  $631.92 \text{ W / m}^2$  sedangkan untuk hasil rata-rata intensitas radiasi matahari yang diterima oleh panel surya dengan sudut reflektor  $60^{\circ}$  sebesar  $639.27 \text{ W/m}^2$ . Ini menunjukkan bahwasanya penggunaan reflektor almunium foil dengan sudut kemiringan  $60^{\circ}$  pada panel surya merupakan sudut optimal dikarenakan intensitas radiasi matahari yang diterima oleh panel surya lebih besar dibandingkan dengan sudut reflektor lainnya. Namun pada waktu 09.00 dan 16.00 WIB panel surya dengan reflektor sudut kemiringan  $60^{\circ}$  menyebabkan penurunan intensitas radiasi matahari diakibatkan terhalangnya cahaya matahari oleh reflektor.

b. Perbandingan intensitas radiasi matahari pada panel surya dengan reflektor cermin

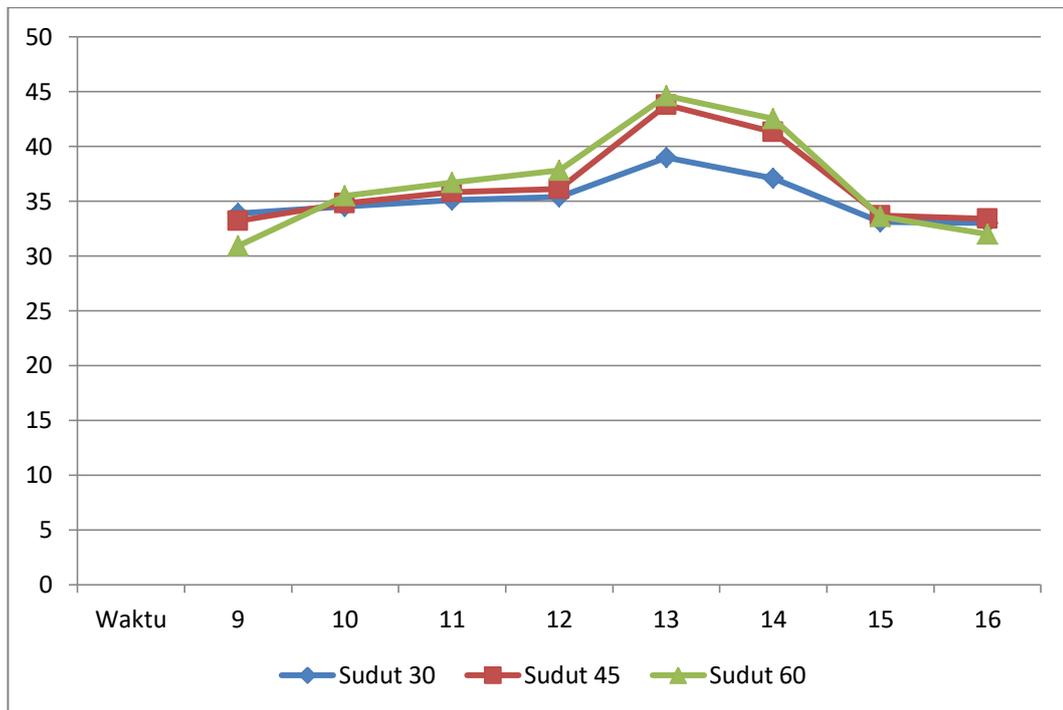


Gambar 4. 47 Grafik perbandingan intensitas radiasi matahari dengan reflektor cermin

Berdasarkan gambar 4.47 hasil rata-rata intensitas radiasi matahari yang diterima oleh panel surya dengan sudut reflektor  $30^{\circ}$  sebesar  $588.38 \text{ W/m}^2$ , lalu untuk hasil rata-rata intensitas radiasi matahari yang diterima oleh panel surya dengan sudut reflektor  $45^{\circ}$  sebesar  $665.51 \text{ W/m}^2$  sedangkan untuk hasil rata-rata intensitas radiasi matahari yang diterima oleh panel surya dengan sudut reflektor  $60^{\circ}$  sebesar  $717.83 \text{ W/m}^2$ . Ini menunjukkan bahwasanya penggunaan reflektor cermin dengan sudut kemiringan  $60^{\circ}$  pada panel surya merupakan sudut optimal dikarenakan intensitas radiasi matahari yang diterima oleh panel surya lebih besar dibandingkan dengan sudut reflektor lainnya. Namun pada waktu 09.00 dan 16.00 WIB panel surya dengan reflektor sudut kemiringan  $60^{\circ}$  menyebabkan penurunan intensitas radiasi matahari diakibatkan terhalangnya cahaya matahari oleh reflektor.

#### 4.2.2 Pengaruh sudut reflektor terhadap suhu

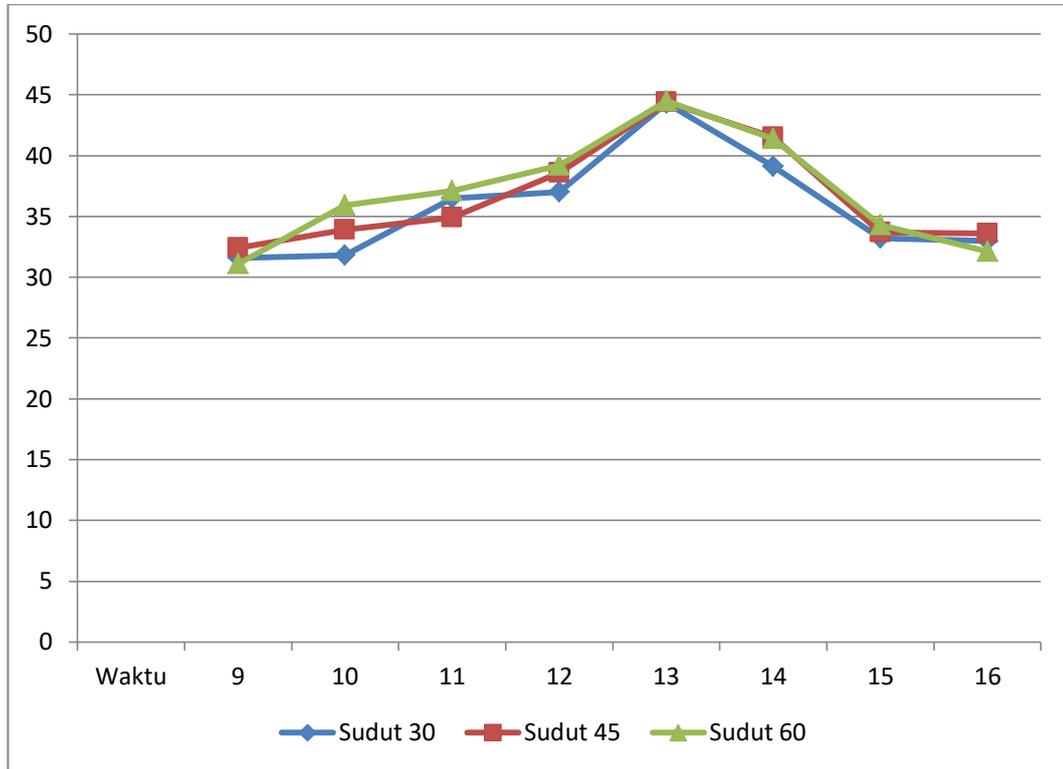
##### a. Perbandingan suhu sekitar panel surya dengan reflektor almunium foil



Gambar 4. 48 Grafik Perbandingan suhu sekitar panel surya dengan reflektor almunium foil

Berdasarkan gambar 4.48 hasil rata-rata suhu sekitar panel surya dengan sudut reflektor  $30^{\circ}$  sebesar  $35.1^{\circ}\text{C}$ , lalu untuk hasil rata-rata suhu sekitar panel surya dengan sudut reflektor  $45^{\circ}$  sebesar  $36.3^{\circ}\text{C}$  sedangkan untuk hasil rata-rata suhu sekitar panel surya dengan sudut reflektor  $60^{\circ}$  sebesar  $36.7^{\circ}\text{C}$ . Ini menunjukkan bahwasanya penggunaan reflektor almunium foil dengan sudut kemiringan  $60^{\circ}$  pada panel surya merupakan sudut optimal untuk menghasilkan suhu tertinggi pada sekitar panel surya. Ini dikarenakan intensitas radiasi matahari yang diterima oleh panel surya dengan sudut kemiringan reflektor  $60^{\circ}$  lebih besar dibandingkan lainnya

b. Perbandingan suhu sekitar panel surya dengan reflektor cermin

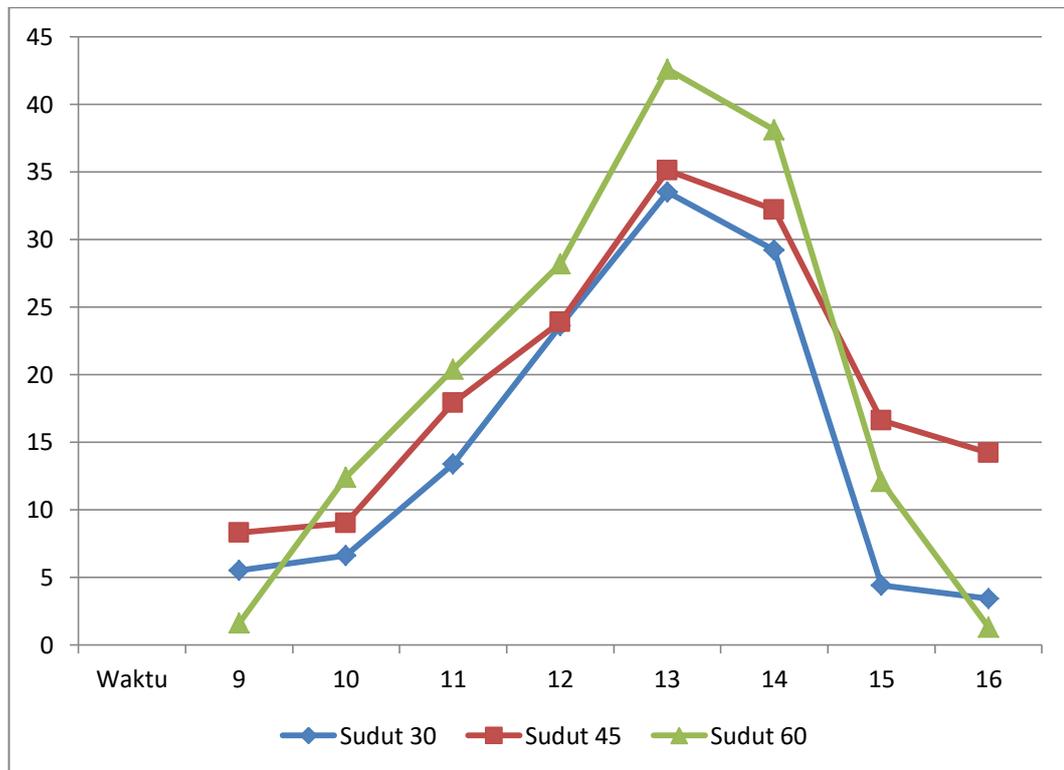


Gambar 4. 49 Grafik Perbandingan suhu sekitar panel surya dengan reflektor cermin

Berdasarkan gambar 4.49 hasil rata-rata suhu sekitar panel surya dengan sudut reflektor  $30^{\circ}$  sebesar  $36.3^{\circ}\text{C}$ , lalu untuk hasil rata-rata suhu sekitar panel surya dengan sudut reflektor  $45^{\circ}$  sebesar  $36.6^{\circ}\text{C}$  sedangkan untuk hasil rata-rata suhu sekitar panel surya dengan sudut reflektor  $60^{\circ}$  sebesar  $36.9^{\circ}\text{C}$ . Ini menunjukkan bahwasanya penggunaan reflektor cermin dengan sudut kemiringan  $60^{\circ}$  pada panel surya merupakan sudut optimal untuk menghasilkan suhu tertinggi pada sekitar panel surya. Ini dikarenakan intensitas radiasi matahari yang diterima oleh panel surya dengan sudut kemiringan reflektor  $60^{\circ}$  lebih besar dibandingkan lainnya

#### 4.2.3 Pengaruh sudut reflektor terhadap daya *output*

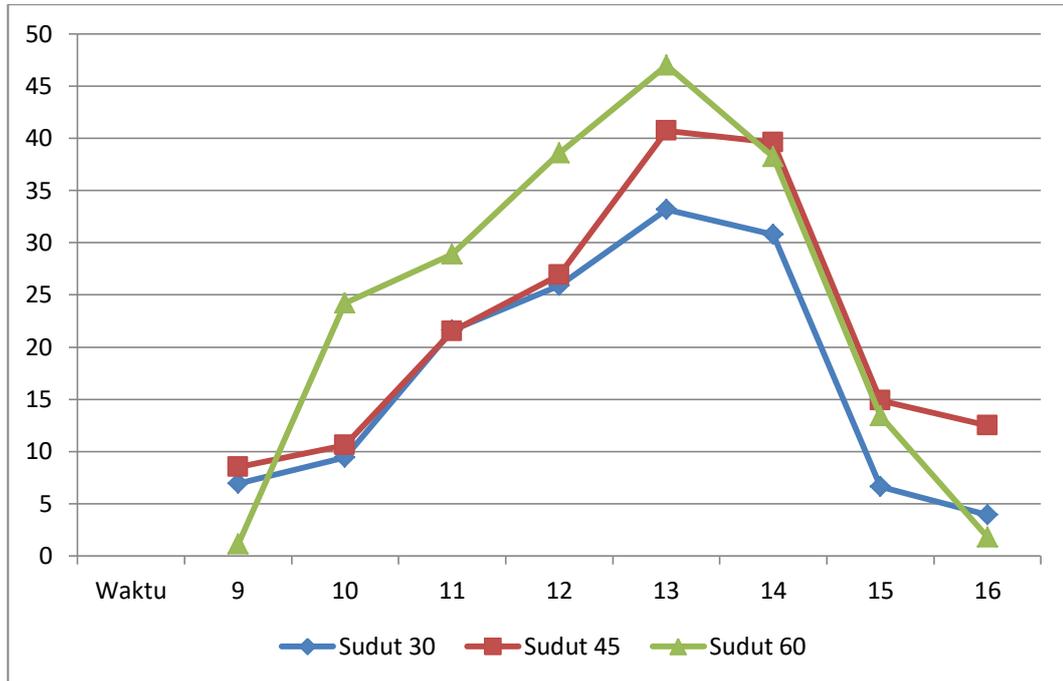
##### a. Perbandingan daya *output* pada panel surya dengan reflektor almunium foil



Gambar 4. 50 Grafik perbandingan daya *output* panel surya dengan reflektor almunium foil

Berdasarkan gambar 4.50 hasil rata-rata daya *output* yang dihasilkan panel surya dengan sudut reflektor  $30^{\circ}$  sebesar 15.9 watt lalu untuk hasil rata-rata daya *output* yang dihasilkan panel surya dengan sudut reflektor  $45^{\circ}$  sebesar 19.1 watt sedangkan untuk hasil rata-rata daya *output* yang dihasilkan panel surya dengan sudut reflektor  $60^{\circ}$  sebesar 19.5 watt. Ini menunjukkan bahwasanya penggunaan reflektor almunium foil dengan sudut kemiringan  $60^{\circ}$  pada panel surya merupakan sudut optimal untuk menghasilkan daya *output* terbesar. Hal ini disebabkan intensitas radiasi matahari yang diterima oleh panel surya lebih besar dibandingkan dengan sudut reflektor lainnya.

b. Perbandingan daya *output* pada panel surya dengan reflektor cermin



Gambar 4. 51 Grafik perbandingan daya *output* panel surya dengan reflektor cermin

Berdasarkan gambar 4.51 hasil rata-rata daya *output* yang dihasilkan panel surya dengan sudut reflektor  $30^{\circ}$  sebesar 17.1 watt lalu untuk hasil rata-rata daya *output* yang dihasilkan panel surya dengan sudut reflektor  $45^{\circ}$  sebesar 21.7 watt sedangkan untuk hasil rata-rata daya *output* yang dihasilkan panel surya dengan sudut reflektor  $60^{\circ}$  sebesar 24.1 watt. Ini menunjukkan bahwasanya penggunaan reflektor cermin dengan sudut kemiringan  $60^{\circ}$  pada panel surya merupakan sudut optimal untuk menghasilkan daya *output* terbesar. Hal ini disebabkan intensitas radiasi matahari yang diterima oleh panel surya lebih besar dibandingkan dengan sudut reflektor lainnya.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### 5.1 kesimpulan

Dari hasil pengukuran dan pembahasan diatas dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Penggunaan reflektor pada 4 sisi panel surya 50 WP berjenis *Monocrystalline* dapat mempengaruhi intensitas radiasi matahari yang akan diterima oleh panel surya, suhu sekitar panel surya serta daya *output* pada panel surya.
2. Sudut kemiringan  $60^0$  merupakan sudut kemiringan reflektor dengan nilai tertinggi untuk menghasilkan intensitas radiasi matahari yang akan diterima oleh panel surya dengan nilai rata-rata sebesar  $639.27 \text{ W/m}^2$  pada reflektor almunium foil dan pada reflektor cermin sebesar  $717.83 \text{ W/m}^2$ . Untuk suhu sekitar panel surya dengan reflektor almunium foil nilai rata-rata suhu yang dihasilkan sebesar  $36.7 \text{ }^0\text{C}$  dan pada reflektor cermin sebesar  $36.9 \text{ }^0\text{C}$ . Sedangkan pada daya *output* yang dihasilkan panel surya dengan menggunakan reflektor almunium foil menghasilkan nilai rata-rata sebesar 19.5 watt dan pada reflektor cermin sebesar 24.1 watt.

#### 5.2 Saran

Saran untuk pengembangan tugas akhir dengan judul analisis analisis pengaruh penggunaan reflektor terhadap daya *output* panel surya diantaranya sebagai berikut :

1. Untuk pengembangan tugas akhir ini dapat dilakukan pengembangan dengan penambahan sisi mekanik untuk mengatur kemiringan sudut reflektor secara otomatis.
2. Untuk pengambilan data sebaiknya menggunakan perekam data (*data logger*) untuk meminimalisir kesalahan pengukuran.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amna, N., Sara, I. D., & Tarmizi, T. (2021). Performa Konfigurasi Modul Surya Seri dan Seri Paralel pada Kondisi Mismatch Karakteristik Arus-Tegangan (I-V) terhadap Daya Output. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 17(4), 204–211. <https://doi.org/10.17529/jre.v17i4.22467>
- Cholish, Risca Devita, J. I. (2021). *TR e k R i T e l I I I*. 1(I), 111–124.
- Despa, D., Nama, G. F., Septiana, T., & Saputra, M. B. (2021). Audit Energi Listrik Berbasis Hasil Pengukuran dan Monitoring Besaran Listrik pada Gedung A Fakultas Teknik Unila. *Electrician*, 15(1), 33–38. <https://doi.org/10.23960/elc.v15n1.2180>
- Effendy Aslam Ridho Muhammad, R. (2020). Tugas Akhir Tugas Akhir. *Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret201*, 2(1), 41–49.
- Hasan, H. (2012). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Pulau Saugi. *Jurnal Riset Dan Teknologi Kelautan (JR TK)*, 10(02), 169–180.
- Hutasuhut, A. A., Rimbawati, Riandra, J., & Irwanto, M. (2022). Analysis of hybrid power plant scheduling system diesel/photovoltaic/microhydro in remote area. *Journal of Physics: Conference Series*, 2193(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2193/1/012024>
- Ilyas, S., & Kasim, I. (2017). Peningkatan Efisiensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan Reflektor Parabola. *Jetri*, 14(2), 67–80.
- Ir. Sibuk Ginting, M. (2013). Pengaruh Penggunaan Reflektor Terhadap Peningkatan Kinerja Panel Surya 10 WP. *Jurnal PoliProfesi*, VII No. 2, 34–43.
- Januardi, O., Hiendro, A., & Syaifurrahman. (2020). Pengaruh reflektor pada pembangkit listrik termoelektrik menggunakan energi panas matahari. *Jurnal Teknik Elektro*.
- Karnadi. (2017). Peningkatan daya output panel surya dengan penambahan reflektor cermin datar dan alluminium foil. 2–4.
- Kasim, I., & Muhammad Pangestu, R. (2017). Rancang Bangun Reflektor Surya Untuk Meningkatkan Efisiensi Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya 60 Watt. 194–200. <https://doi.org/10.21063/pimimd4.2017.194-200>
- Kholiq, I. (2015). Editorial Board. *Current Opinion in Environmental*

- Sustainability*, 4(1), i. [https://doi.org/10.1016/s1877-3435\(12\)00021-8](https://doi.org/10.1016/s1877-3435(12)00021-8)
- Kurniadi, S. (2021). Pendukung pada solar cell terhadap kinerja solar cell universitas islam riauu.
- Ma'mun, A. S. (2021). Optimalisasi kinerja panel solar photovoltaic ( spv ) menggunakan reflector pada solar home system Ahmad Syukron Ma ' mun Program Studi Teknik Elektro Universitas Semarang ( USM ), Semarang Kode Pos 50196. 1–12.
- Muchammad, H. S. (2016). Peningkatan Efisiensi Modul Surya 50 Wp Dengan Penambahan Reflektor. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Ke-2*, A.45–A.50.
- Nasution, M. (2021). Muslih Nasution Karakteristik Baterai Sebagai Penyimpan Energi Listrik Secara Spesifik. *Cetak) Journal of Electrical Technology*, 6(1), 35–40.
- Nugroho, R. A., & Al, F. et. (2014). Memaksimalkan Daya Keluaran Sel Surya dengan Menggunakan Cermin Pemantul Sinar Matahari (Reflector). *Transient*, 3(3), 408–414.
- Prasetyono, E., Windarko, N. A., Badriyah, L., Teknik, D., Politeknik, E., & Negeri, E. (2018). *Rancang Bangun Photovoltaic Solar Tracker*. 8(2), 235–244.
- Purwadiharja. (2018). Rancang bangun sistem scanning reflektor cermin cekung pada panel surya polikristal 50 wp.
- Ramdan, I. T. D., & Rimbawati. (2017). Studi Analisis Pemanfaatan Transistor 2n3055 Menjadi Solarcell Sebagai Alternatif Pengecasan Handphone Study Analysis of Transistor Utilization 2n3055 Become Solarcell As an Alternative of Mobile Phone. *Journal of Electrical and System Control Engineering*, 1(1).
- Rimbawati, R., Ramadhan, A. T., & ... (2021). Perancangan Automatic Transfer Switch Berbasis Zelio (Aplikasi Pada PLTS Pematang Johar). ... (*Rekayasa Elektrikal Dan ...*, 7–12.
- Rusmaryadi, H., Sukarmansyah, Sianipar, T. P. O., & Setiadi, H. (2018). Pengaruh Cermin Reflektor Terhadap Daya Dan Kenaikkan Temperatur Sel Surya. *Jurnal Teknik Mesin*, 1(2), 85–94. [www.univ-tridinanti.ac.id/ejournal/](http://www.univ-tridinanti.ac.id/ejournal/)

- Setiyono, J., Pramadi, R., Sulanjari, S., & Astuti, F. (2021). Analisis Performa Modul Surya Cell Terhadap Penggunaan Reflektor Alumunium Foil. *Piston: Journal of Technical Engineering*, 5(1), 50–53. <https://doi.org/10.32493/pjte.v5i1.14873>
- Sitompul, E., Febian, A., Suhartomo, A., Ki, J., Dewantara, H., & Park, J. E. (2022). *Portable Solar Charger System with Energy Measurement and Access Control*. 20(1), 45–67.
- Taufik, M. (2019). Rancang Bangun Scanning Reflektor Berbasis iot Pada Panel Surya.
- Utomo, H. S., Hardianto, T., & Kaloko, B. S. (2017). Optimalisasi Daya dan Energi Listrik pada Panel Surya Polikristal Dengan Teknologi Scanning Reflektor. *Berkala Sainstek*, 5(1), 45. <https://doi.org/10.19184/bst.v5i1.5375>
- Yogi Yogestio, Didik Notosudjono, H. S. (2022). Analisis karakteristik arus dan tegangan (i-v) panel surya berdasarkan suhu dan intensitas cahaya.

## LAMPIRAN



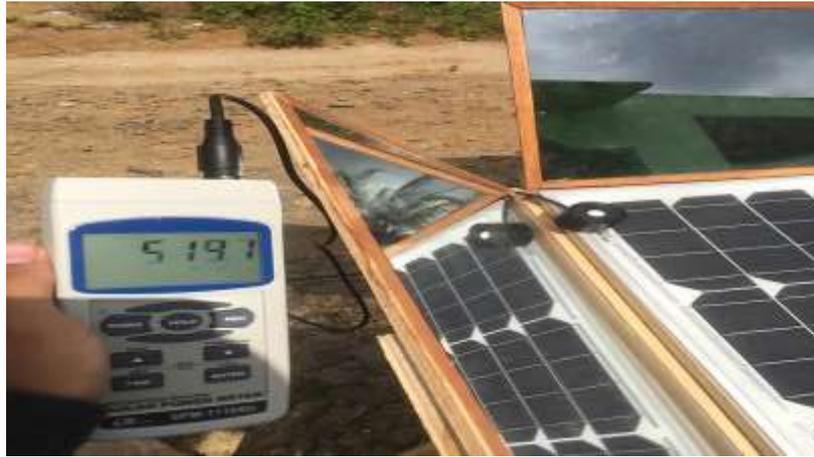
Gambar 1. Proses pengujian



Gambar 2. Mencatat hasil pengukuran



Gambar 3. Menentukan sudut kemiringan reflektor



Gambar 4. Pengukuran intensitas radiasi matahari



Gambar 5. Pengukuran suhu sekitar panel



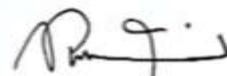
Gambar 6. Pengukuran arus dan tegangan *output*

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Judul : Analisis Pengaruh Penggunaan Reflektor Terhadap Daya Output Pembangkit  
Tenaga Surya  
Nama : Mardiansyah  
NPM : 1807220009

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	21 - 03 - 2022	Revisi BAB I	Raf.
2.	25 - 03 - 2022	Revisi BAB II	Raf.
3.	01 - 04 - 2022	Revisi BAB III	Raf.
4.	07 - 04 - 2022	Revisi BAB I, II, III	Raf.
5.	08 - 04 - 2022.	ACC seminar proposal 7/4 2022	Raf.

Dosen Pembimbing



Rimbawati, S.T., M.T.

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Judul : Analisis Pengaruh Penggunaan Reflektor Terhadap Daya Output Panel Surya

Nama : M.ardiansyah

NPM : 1807220009

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	22 / 08 - 2022	Revisi Tabel Data Percobaan.	Ryf.
2.	30 / 08 - 2022	Penambahan grafik percobaan.	Ryf.
3.	01 / 09 - 2022	Penambahan Data Bab IV	Ryf.
4.	03 / 09 - 2022	Revisi Data percobaan.	Ryf.
5.	06 / 09 - 2022	Penambahan kesimpulan dan saran	Ryf.
6.	10 / 09 - 2022	Revisi Bab II	Ryf.
7.	15 / 09 - 2022	Att seminar hasil 15/9 2022	Ryf.

Dosen Pembimbing



Rimbawati, S.T., M.T.

### LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Judul : Analisis Pengaruh Penggunaan Reflektor Terhadap Daya Output Panel Surya

Nama : M. ardiansyah

NPM : 1807220009

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	<sup>22</sup> /09 /2022	Refleksi seminar Hasil	Ref.
2.	<sup>23</sup> /09 /2022	Perbaiki TA keseluruhan	Ref.
3.	<sup>24</sup> /09 - 2022	Diskusi persiapan sidang Sarjana	Ref.
4.		Ata sidang tugas akhir <sup>27</sup> / <sub>9</sub> 2022	Ref.

Dosen Pembimbing



Rimbawati, S.T, M.T.

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### **Data pribadi**

Nama : M. ardiansyah  
Tempat/Tanggal lahir : Tanjung Mulia, 11 desember 1999  
Jenis kelamin : Laki laki  
Umur : 22 tahun  
Agama : islam  
Status : Belum Menikah  
Tinggi/ berat badan : 167 cm / 55 kg  
Kewarganegaraan : Indonesia  
Alamat : Jln. Serba Jadi Belakang, Lingkungan 06, Kecamatan Medan Marelان  
No. Hp/WA : 082274039461  
Email : [diansyah8532@gmail.com](mailto:diansyah8532@gmail.com)

### **Data Orang Tua**

Nama ayah : Simin  
Agama : Islam  
Kewarganegaraan : Indonesia  
Nama Ibu : Marniyekti  
Agama : Islam  
Kewarganegaraan : Indonesia  
Alamat : Jln. Serba Jadi Belakang, Lingkungan 06, Kecamatan Medan Marelان

### **Latar Belakang Pendidikan**

2006 – 2012 : SD PAB 27 Medan  
2012 – 2015 : SMPN 43 Medan  
2015 – 2018 : SMKTR Sinar Husni  
2018 – 2022 : Mahasiswa Program Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara