

# **TUGAS AKHIR**

## **ANALISIS OUTPUT DAYA LISTRIK MENGGUNAKAN SOLAR REFLECTOR PADA PANEL SURYA MONOCRYSTALLINE DAN POLYCRYSTALLINE**

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

**Disusun Oleh:**

**SATRIA WIBOWO**  
**1807220055**



**UMSU**  
Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

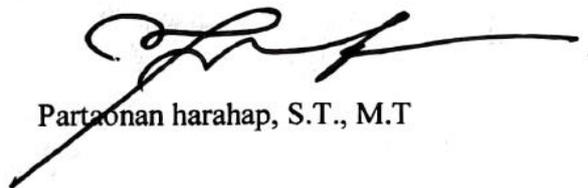
Nama : Satria Wibowo  
NPM : 1807220055  
Program Studi : Teknik elektro  
Judul Skripsi : Analisis Output Daya Listrik Menggunakan Solar Reflector Pada Panel Surya Monocrystalline Dan Polycrystalline  
Bidang ilmu : Energi Baru Terbarukan

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, 10 Oktober 2022

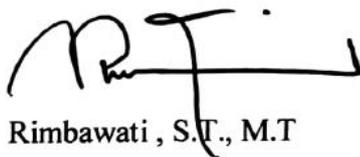
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing



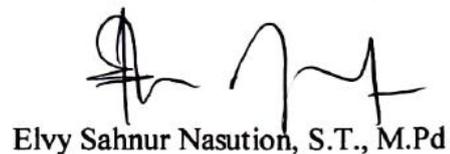
Partonan Harahap, S.T., M.T

Dosen Pembimbing I / Penguji



Rimbawati, S.T., M.T

Dosen Pembimbing II / Penguji



Elvy Sahnur Nasution, S.T., M.Pd

Program Studi Teknik Elektro

Ketua,



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

## **SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Satria Wibowo  
Tempat /Tanggal Lahir : Medan /22 April 2000  
NPM : 1807220055  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Elektro

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

**“ANALISIS OUTPUT DAYA LISTRIK MENGGUNAKAN SOLAR REFLECTOR PADA PANEL SURYA MONOCRYSTALLINE DAN POLYCRYSTALLINE”**,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan 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, 10 Oktober 2022

Saya yang menyatakan,



Satria Wibowo

## ABSTRAK

Rakyat Indonesia pada saat ini tidak bisa di pisahkan dari energi listrik, mulai dari yang tinggal di desa maupun yang tinggal di kota besar. Hal ini mendasari pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai sumber energi listrik baru terbarukan untuk menggantikan sumber energi fosil yang memiliki keterbatasan jumlah serta polusi yang mencemari lingkungan . Sel surya sebagai unit PLTS memiliki kendala daya keluaran yang tidak cukup besar yang sangat tergantung dengan kondisi alam. Salah satu metode pengoptimalan sel surya adalah dengan menggunakan cermin datar pemantul sinar matahari (Reflector). Cahaya matahari merupakan sumber energi terbarukan yang dapat di manfaatkan sebagai pembangkit listrik baru. Namun pada prosesnya di butuhkan dengan penambahan-penambahan tertentu pada modul *solar cell* agar tegangan keluaran yang di hasilkan dapat optimal. Upaya mengoptimalan output listrik pada modul surya dengan cara memaksimalkan intensitas sinar yang jatuh ke permukaan modul surya dengan menggunakan Kaca cermin datar (Reflector). Hasil yang di peroleh menunjukkan terdapat peningkatan output dari modul surya.

Kata Kunci : *Reflector*, Panel Surya, Cermin Datar

## **ABSTRACT**

*The people of Indonesia at this time cannot be separated from electrical energy, starting from those who live in villages and those who live in big cities. This underlies the use of Solar Power Plants (PLTS) as a new renewable source of electrical energy to replace fossil energy sources which have limited quantities and pollution that pollutes the environment. Solar cells as PLTS units have an output power constraint that is not large enough which is very dependent on natural conditions. One method of optimizing solar cells is to use a flat mirror that reflects sunlight (Reflector). Sunlight is a renewable energy source that can be used as a new power plant. However, in the process, certain additions are needed to the solar cell module so that the output voltage produced can be optimal. Efforts to optimize the electrical output of the solar module by maximizing the intensity of the light falling onto the surface of the solar module by using a flat mirror (Reflector). The results obtained show that there is an increase in the output of the solar module.*

*Keywords: Reflector, Solar Panel, Flat Mirror*

## **KATA PENGANTAR**

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat 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 “Rancang Bangun Oven Kue Berbasisi Thermostat Dan Selenoid Sebagai Penstabil Suhu Dan Switch Otomatis” 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. Bapak Partaonan Harahap, 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 ini.
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 keteknik elektroan kepada penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Teman-teman seperjuangan Teknik Elektro Stambuk 2018

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, 10 Oktober 2022



SATRIA WIBOWO

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN .....	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
ABSTRAK .....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
<b>BAB PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Tinjauan Relevan .....	5
2.2 Teori Pendukung.....	7
2.2.1 Sel Surya .....	7
2.2.1.1 Prinsip Kerja Sel Surya .....	8
2.2.1.2 Struktur Sel Surya .....	8
2.2.2 Panel Surya.....	10
2.2.2.1 Luas Panel Surya.....	10
2.2.2.2 Daya Yang Diserap Panel.....	11
2.2.3 Jenis - Jenis Panel Surya .....	11

2.2.3.1 Monocrystalline silicon .....	11
2.2.3.2 Polycrystalline silicon .....	13
2.2.3.3 Thin Film .....	15
2.2.4 Keuntungan dan Kerugian Panel Surya .....	16
2.2.4.1 Keuntungan.....	16
2.2.4.2 Kerugian....	16
2.2.5 Energi Matahari .....	17
2.2.5.1 Radiasi Harian Matahari Pada Permukaan Bumi .....	19
2.2.6 Reflector Cermin Datar .....	21
2.2.6.1 Pembentukan bayangan Reflector Cermin Datar.....	21
2.2.6.2 Sifat Cermin Datar .....	23
2.2.7 Multimeter .....	23
2.2.8 Termohygro .....	24
2.2.9 Arus dan Tegangan .....	25
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN.....</b>	<b>27</b>
3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian.....	27
3.1.1 Tempat Peneliti.....	27
3.1.2 Waktu Penelitian.....	27
3.2 Alat Dan Bahan.....	27
3.2 Langkah – Langkah Penelitian .....	30
3.3 Prosedur Penelitian .....	31
3.4 Diagram Blok Alat .....	31
3.5 Diagram Alir .....	32
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>34</b>
4.1 Hasil Perbandingan Tegangan, Arus dan Daya.....	34
4.1.1 Hasil Output Tegangan ( V ) .....	34
4.1.2 Hasil Output Arus ( I ) .....	38
4.1.3 Hasil Output Daya ( P ).....	41
4.2 Hasil Perbandingan Nilai Rata - Rata Tegangan, Arus dan Daya .....	44

4.2.1 Nilai Rata – Rata Tegangan Pada PLTS yang menggunakan Reflector dan tanpa reflector.....	44
4.2.2 Nilai Rata – Rata Arus Pada PLTS yang menggunakan Reflector dan tanpa reflector .....	46
4.2.3 Nilai Rata – Rata Daya Pada PLTS yang menggunakan Reflector dan tanpa reflector.....	48
<b>BAB 5 PENUTUP .....</b>	<b>51</b>
5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran.....	51
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>52</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>55</b>

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Keterangan panel surya monocrystalline.....	12
Tabel 2.1 Keterangan panel surya polycrystalline.....	14
Tabel 4.1 Data hasil hari pertama perbandingan tegangan PLTS tanpa reflector dan Menggunakan Reflector.....	34
Tabel 4.2 Data hasil hari Kedua perbandingan tegangan PLTS tanpa reflector dan Menggunakan Reflector .....	35
Tabel 4.3 Data hasil hari Ketiga perbandingan tegangan PLTS tanpa reflector dan Menggunakan Reflector .....	36
Tabel 4.4 Data hasil hari pertama perbandingan Arus PLTS tanpa reflector dan Menggunakan Reflector .....	37
Tabel 4.5 Data hasil hari kedua perbandingan Arus PLTS tanpa reflector dan Menggunakan Reflector .....	38
Tabel 4.6 Data hasil hari ketiga perbandingan Arus PLTS tanpa reflector dan Menggunakan Reflector .....	39
Tabel 4.7 Data hasil hari pertama perbandingan Daya PLTS tanpa reflector dan Menggunakan Reflector .....	40
Tabel 4.8 Data hasil hari kedua perbandingan Daya PLTS tanpa reflector dan Menggunakan Reflector .....	41
Tabel 4.9 Data hasil hari ketiga perbandingan Daya PLTS tanpa reflector dan Menggunakan Reflector .....	42
Tabel 4.10 Data hasil Rata-rata akhir perbandingan Daya PLTS tanpa reflector dan Menggunakan Reflector.....	43

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1 konstruksi dasar sel surya .....	8
Gambar 2.2 Susunan Lapisan Solar Cell Secara Umum.....	10
Gambar 2.3 Panel Monocrystalline Silikon .....	12
Gambar 2.4 Panel Polycrystalline Silikon .....	13
Gambar 2.5 Panel Thin film solar.....	15
Gambar 2.6 Sumber energi terbarukan pada kapasitas kelistrikan dunia 2011...	17
Gambar 2.7 Komponen Radiasi Matahari.....	18
Gambar 2.8 Pyranometer .....	19
Gambar 2.9 Radiasi sorotan dan radiasi sebaran yang mengenai permukaan bumi .....	20
Gambar 2.10 posisi matahari dari jam 09.00 sampai 15.00 wib .....	20
Gambar 2.11 Reflector cermin datar.....	21
Gambar 2.12 Penempatan reflector dengan panel surya.....	22
Gambar 2.13 Multimeter.....	23
Gambar 2.14 Termohygro .....	24
Gambar 3.1 Panel surya monocrystalline dan polycrystalline 50Wp.....	27
Gambar 3.2 Dua Reflector cermin datar .....	28
Gambar 3.3 Multitester digital .....	28
Gambar 3.4 Rangka dudukan Panel surya dan Reflector.....	29
Gambar 3.5 Termometer .....	29
Gambar 3.6 Bahan penelitian PLTS Monocrystalline dan Polycrystalline menggunakan reflector .....	30
Gambar 3.7 Diagram Blok PLTS .....	31

Gambar 3.8 Diagram Alir.....	32
Gambar 4.1 Grafik perbandingan tegangan output dihari pertama pada PLTS yang menggunakan Reflector dan tanpa Reflector.....	35
Gambar 4.2 Grafik perbandingan tegangan output dihari kedua pada PLTS yang menggunakan Reflector dan tanpa Reflector.....	36
Gambar 4.3 Grafik perbandingan tegangan output dihari ketiga pada PLTS yang menggunakan Reflector dan tanpa Reflector.....	37
Gambar 4.4 Grafik perbandingan Arus output dihari pertama pada PLTS yang menggunakan Reflector dan tanpa Reflector.....	38
Gambar 4.5 Grafik perbandingan Arus output dihari kedua pada PLTS yang menggunakan Reflector dan tanpa Reflector.....	39
Gambar 4.6 Grafik perbandingan Arus output dihari ketiga pada PLTS yang menggunakan Reflector dan tanpa Reflector.....	40
Gambar 4.7 Grafik perbandingan Daya output dihari pertama pada PLTS yang menggunakan Reflector dan tanpa Reflector.....	41
Gambar 4.8 Grafik perbandingan Daya output dihari kedua pada PLTS yang menggunakan Reflector dan tanpa Reflector.....	42
Gambar 4.9 Grafik perbandingan Daya output dihari ketiga pada PLTS yang menggunakan Reflector dan tanpa Reflector.....	43
Gambar 4.10 Grafik perbandingan Tegangan rata rata selama 21 jam pada PLTS yang menggunakan Reflector dan tanpa Reflector .....	45
Gambar 4.11 Grafik perbandingan Arus rata rata selama 21 jam pada PLTS yang menggunakan Reflector dan tanpa Reflector.....	47
Gambar 4.12 Grafik perbandingan Daya rata rata selama 21 jam pada PLTS yang menggunakan Reflector dan tanpa Reflector.....	49

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Energi merupakan salah satu kebutuhan utama dalam kehidupan manusia. Peningkatan kebutuhan energi dapat merupakan indikator peningkatan kemakmuran, namun bersamaan dengan itu juga menimbulkan masalah dalam usaha penyediaannya, karena manusia hanya mengandalkan energi fosil yang tentunya persediaannya masih sangat terbatas dan semakin menipis. Karena tergolong unrenewable, maka akibat di kuras terus – menerus, persediaan energi tersebut semakin berkurang dan tidak bisa diupayakan kembali keberadaannya. Sehingga bukan suatu hal yang mustahil jika di masa – masa yang akan datang akan timbul masalah masalah yang berkaitan krisis energi.

Untuk mengantisipasi ketersediaan energi di masa yang akan datang, sejak 2 dekade terakhir ratusan pakar energi dari berbagai negara saling berlomba untuk mengupayakan penemuan – penemuan baru tentang sumber energi alternatif yang tidak saja efisien tetapi juga bernuansa ramah lingkungan. Dan salah satu pilihannya adalah sel surya, walaupun secara efisiensi masih perlu pertimbangan lebih jauh.

Solar cell merupakan salah satu pembangkit listrik terbarukan yang sangat potensial untuk digunakan di masa mendatang. Tegangan keluaran dari solar cell selama ini kurang dapat dioptimalkan. Oleh karena itu diperlukan solusi yang dapat mengoptimalkan tegangan keluaran dari solar cell. Penggunaan cermin datar sebagai reflector diharapkan dapat menjadi solusi untuk mengoptimalkan tegangan keluaran dari solar cell.

Dengan menggunakan solar reflector, maka jumlah sinar matahari yang jatuh pada area permukaan modul surya akan lebih banyak, dimana hal ini Dampak dari efisiensi sel surya yang rendah ini, berpengaruh pada hasil output daya listrik daya listrik pada panel surya, untuk itu perlu upaya untuk mengoptimalkan output daya listrik modul surya agar efisiensinya meningkat juga.

Salah satu solusi yang memungkinkan yaitu dengan menambah jumlah

cahaya yang mengenai permukaan modul surya dengan bantuan modul solar reflector menyebabkan output daya listrik yang di hasilkan akan lebih besar. Jadi dengan adanya peningkatan output daya listrik yang di hasilkan, maka nilai efisiensinya akan meningkat.

Berdasarkan permasalahan diatas maka penulis tertarik untuk membuat **“Analisis Output Daya Listrik Menggunakan Solar Reflector Pada Panel Surya Monocrystalline Dan Polycrystalline”** sebagai judul skripsi.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah yang diambil pada perancangan ini adalah:

1. Bagaimana perubahan daya output panel surya dari waktu ke waktu berdasarkan pengamatan?
2. Bagaimana mengetahui besaran tegangan, arus, dan daya yang di hasilkan oleh PLTS menggunakan Solar Reflector tersebut?
3. Bagaiman perbandingan daya dengan menggunakan Solar Reflector pada PLTS Monocrystalline dan Polycrystalline tersebut?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui perubahan daya output panel surya dari waktu ke waktu berdasarkan pengamatan.
2. Untuk mengetahui besaran tegangan, arus, dan daya yang di hasilkan oleh PLTS yang menggunakan Solar Reflector.
3. Untuk membandingkan daya output menggunakan Solar Reflector pada PLTS Monocrystalline dan Polycrystalline.

## **1.4 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah yang diambil pada perancangan ini adalah:

1. Mengetahui perubahan daya output panel surya dari waktu ke waktu berdasarkan pengamatan.

2. Mengetahui Tegangan, Arus, dan Daya keluaran dari panel surya menggunakan Solar Reflector.
3. Mengetahui perbandingan output Daya listrik yang dihasilkan dari sistem PLTS Monocrystalline dan Polycrystalline menggunakan Solar Reflector.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memanfaatkan sumber energi matahari.
2. Menambah pengetahuan tentang sel surya monocrystalline dan polycrystallin.
3. Mengetahui cara kerja sel surya monocrystalline dan polycrystalline dengan penambahan solar reflector.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Penulisan tugas akhir ini terdiri dari lima bab dengan beberapa sub – bab yang dapat dalam tiap bab yaitu sebagai berikut:

#### **BAB I. PENDAHULUAN**

Bab ini terdiri dari latar belakang yang mendasari penulisan tugas akhir, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah yang di bahas pada tugas akhir, manfaat penulisan, metode penulisan dan sistematika penulisan.

#### **BAB II. TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini di bahas tentang dasar – dasar teori mengenai penggunaan kapasitas daya serta teori lainnya yang mendukung dari pembahasan masalah yang terdapat pada bab selanjutnya.

#### **BAB III. METODE PENELITIAN**

Pada bab ini membahas tentang metode yang di gunakan untuk tugas akhir, mulai persiapan hingga mendapat data – data yang di gunakan.

#### **BAB IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini menjelaskan tentang analisa hasil dari penelitian, serta penyelesaian masalah yang terdapat dalam penelitian ini.

#### **BAB V. PENUTUP**

Pada bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dan saran dari penelitian dan penulisan tugas ini.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Relevan**

Indonesia merupakan salah satu negara yang terletak di daerah ekuator yaitu wilayah tengah yang membagi bumi menjadi bagian utara dan selatan. Posisi ini menyebabkan sepanjang tahunnya Indonesia memiliki cuaca yang relatif cerah kecuali pada musim hujan dan saat awan tebal menghalangi sinar matahari. Berdasarkan peta insolasi matahari, wilayah Indonesia memiliki intensitas radiasi harian matahari sebesar 4,69 kW/m<sup>2</sup> per hari. Potensi radiasi matahari sangat berpotensi untuk dimanfaatkan dan merupakan penghasil sumber energi yang paling menjanjikan dimasa mendatang, dimana energi yang dihasilkan matahari tidak terbatas dibandingkan sumber energi fosil yang semakin menipis. Dua dekade terakhir sudah banyak pakar energi yang bersaing untuk menemukan penemuan baru tentang sumber energi alternatif yang ramah lingkungan, salah satunya yaitu sel surya, walaupun secara efisiensi saat ini masih perlu pertimbangan lebih lanjut.[1]

Dampak dari efisiensi output sel surya yang rendah ini, berpengaruh pada hasil output daya listrik pada panel surya. Untuk itu perlu upaya-upaya untuk mengoptimalkan output daya listrik panel surya agar efisiensinya meningkat. Adapun upaya-upaya untuk meningkatkan efisiensi output daya listrik panel surya, yaitu dengan sistem tracking panel surya dan dengan menambahkan jumlah cahaya yang mengenai permukaan panel surya dengan bantuan solar reflector. Dengan penambahan solar reflector pada panel surya menyebabkan peningkatan intensitas cahaya matahari pada permukaan modul, dikarenakan adanya sinar pantul dari solar reflector yang jatuh pada permukaan panel dimana hal ini menyebabkan output daya listrik yang dihasilkan akan lebih besar. Adapun penelitian yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya adalah sebagai berikut :

Solly Aryza<sup>1</sup>, Phaklen Ehkan<sup>2</sup>, Wan Khairunizam<sup>3</sup>, dan Zulkarnain Lubis (2019), Jurnal Semnastek Uisu, Vol 2, No 04, Universitas Pembangunan Panca Budi Medan, Sumatera Utara, Indonesia 2,3, University Malaysia Perlis, Malaysia. Berdasarkan penelitian ini sehingga dilakukan penelitian untuk

mengetahui selisih nilai daya output dan input menggunakan reflector dan tanpa reflector dan dan mengetahui perbandingan nilai output dan input tegangan dan arus pada plts dengan menggunakan reflector dan tanpa menggunakan reflector.[2]

Rismanto Arif Nugroho, Mochammad Facta, and Yuningtyastuti (2014), Jurusan Teknik Elektro, Vol 3, Universitas Diponegoro Semarang Jl. Prof. Sudharto, SH, kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia. Pengujian ini dilakukan dengan menerapkan beberapa vareasi meliputi : sumber cahaya berupa sumber lampu halogen 1000 watt dan sumber cahaya matahari, vareasi posisi sumber cahaya meliputi halogen tegak lurus dengan sel surya dan halogen ditempatkan dengan keniringan 14o terhadap sel surya, dan vareasi terakhir adalah vareasi beban berupa beban resistif dan beban buck converter.[3]

Nuha Nadhiroh, Silawardono, Isdawimah, dan Bhadrika Dhairyatma Wasistha (2022), Prodi Teknik Otomasi Listrik Industri, Jurusan Teknik Elektro, Vol 4, No 1, Politeknik Negeri Jakarta Jl Prof.Dr.GA Siwabessy, Kampus Baru UI Depok 16425 Pengujian PLTS ini dilakukan dengan menggunakan konsentrator alumunium dan konsentrator cermin pada 4 variasi sudut yang berbeda. Jenis pengujian terbagi dalam 4 variasi sudut konsentrator, diantaranya adalah 75°, 80°, 85°, dan 90°. Berdasarkan hasil file datalogger pada setiap jenis pengujian, semua hasil file datalogger menunjukkan bahwa terjadi penambahan waktu delay selama 1 detik pada setiap 45 – 48 detik ketika proses pembacaan data oleh LabVIEW sedang berlangsung. Oleh karena itu, terdapat data yang hilang akibat delay yang terjadi selama proses pengujian berlangsung.[4]

Qotrun Nadandi, dkk, (2021), Prodi Teknik Otomasi Listrik Industri, Jurusan Teknik Elektro, Vol 3, No 3, hal 60-66, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof.Dr.GA Siwabessy, Kampus Baru UI Depok 16425. Pada skripsi ini dibuat suatu prototipe PLTS dengan reflektor alumunium dan cermin yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan reflektor alumunium dan cermin terhadap peningkatan efisiensi PLTS. Rancang bangun PLTS yang dibuat terdiri dari beberapa komponen utama yaitu modul surya 50WP, reflektor alumunium dan cermin, Solar Charge Controller (SCC), baterai, Circuit Breaker (CB), dan lampu

DC. PLTS juga dilengkapi dengan sistem monitoring berbasis LabVIEW dengan beberapa komponen monitoring yang digunakan pada sistem diantaranya yaitu Arduino Mega 2560, sensor arus dan tegangan INA219, sensor suhu DHT22 dan sensor intensitas cahaya MAX44009.[5]

## 2.2 Teori Pendukung

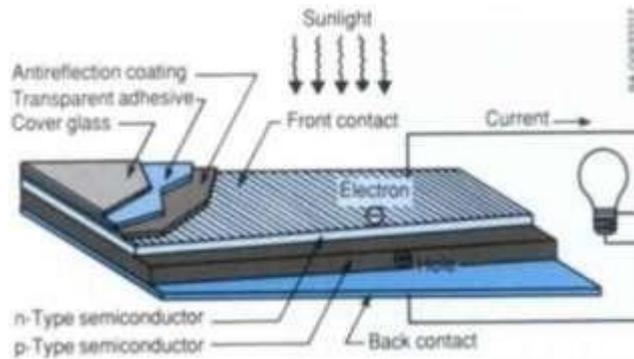
PLTS adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya merupakan sebuah peralatan pembangkit listrik dengan mengubah energi cahaya matahari ke energi listrik. Kelebihan PLTS dibandingkan dengan pembangkit listrik yang lain adalah PLTS merupakan pembangkit listrik yang ramah lingkungan, sumber energi PLTS tak terbatas yaitu dari cahaya matahari. Adapun teori pendukung yang akan di jelaskan pada penelitian kali ini yaitu:

### 2.2.1 Sel Surya

Sel surya (*photovoltaic*) adalah suatu alat semikonduktor yang menkonversi foton (cahaya) ke dalam listrik. Konversi ini disebut efek *photovoltaic*, dengan kata lain efek photovoltaic adalah fenomena dimana suatu sel *photovoltaic* dapat menyerap energi cahaya dan mengubahnya menjadi energi listrik. Efek photovoltaic didefinisikan sebagai suatu fenomena munculnya voltase listrik akibat kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat diexpose dibawah energi cahaya.

Dalam menghasilkan energi listrik pada sel surya (energi sinar matahari menjadi photon) tidak tergantung pada luas bidang silikon dari panel surya. Secara konstan panel surya akan menghasilkan energi berkisaran kurang lebih 0,5 volt – maksimal 600 mV pada 2 ampere dengan kekuatan radiasi sinar matahari 1000 W/m<sup>2</sup> akan menghasilkan arus listrik (I) sebesar sekitar 30 mA/cm<sup>2</sup> per sel surya

Energi solar atau radiasi cahaya terdiri dari biasan foton-foton yang memiliki tingkat energi yang berbeda-beda. Perbedaan tingkat energi dari foton cahaya inilah yang akan menentukan panjang gelombang dari spektrum cahaya. Foton yang terserap oleh sel PV inilah yang akan memicu timbulnya energi listrik.



Gambar 2.1 konstruksi dasar sel surya

### 2.2.1.1 Prinsip kerja sel surya (*photovoltaic*)

Pengkonversian sinar matahari menjadi listrik dengan panel photovoltaik, kebanyakan menggunakan Poly Crystalline Silicon sebagai material semikonduktor photocell mereka. Prinsipnya sama dengan prinsip diode p-n.

Secara sederhana, proses pembentukan gaya gerak listrik pada sebuah sel surya adalah sebagai berikut:

- 1) Cahaya matahari menumbuk panel surya kemudian diserap oleh material semikonduktor seperti silikon.
- 2) Elektron (muatan negatif) terlempar keluar dari atomnya, sehingga mengalir melalui material semikonduktor untuk menghasilkan listrik. Mengalir dengan arah yang berlawanan dengan elektron pada panel surya silikon.
- 3) Gabungan / susunan beberapa panel surya mengubah energi surya menjadi sumber daya listrik dc, yang nantinya akan disimpan dalam suatu wadah yang dinamakan baterai.

Daya listrik dc tidak dapat langsung digunakan pada rangkaian listrik rumah atau bangunan sehingga harus mengubah daya listriknya menjadi daya listrik ac. Dengan menggunakan konverter maka daya listrik dc dapat berubah menjadi daya listrik ac sehingga dapat digunakan.[6]

### 2.2.1.2 Struktur sel surya

Sesuai dengan perkembangan sains & teknologi, jenis-jenis teknologi sel surya pun berkembang dengan berbagai inovasi. Ada yang disebut sel surya generasi satu, dua, tiga dan empat, dengan struktur atau bagian-bagian penyusun

sel yang berbeda pula Jenis-jenis teknologi surya akan dibahas di tulisan “Sel Surya: Jenis-jenis teknologi”.

a) Substrat/Metal backing

Substrat adalah material yang menopang seluruh komponen sel surya. Material substrat juga harus mempunyai konduktifitas listrik yang baik karena juga berfungsi sebagai kontak terminal positif sel surya, sehingga umumnya digunakan material metal atau logam seperti aluminium atau *molybdenum*. Untuk sel surya *dye-sensitized* DSSC dan sel surya organik, substrat juga berfungsi sebagai tempat masuknya cahaya sehingga material yang digunakan yaitu material yang konduktif tapi juga transparan seperti *indium tin oxide* ITO dan *flourine doped tin oxide* FTO.

b) Material semikonduktor

Material semikonduktor merupakan bagian inti dari sel surya yang biasanya mempunyai tebal sampai beberapa ratus mikrometer untuk sel surya generasi pertama (silikon), dan 1-3 mikrometer untuk sel surya lapisan tipis. Material semikonduktor inilah yang berfungsi menyerap cahaya dari sinar matahari, semikonduktor yang digunakan adalah material silikon, yang umum diaplikasikan di industri elektronik. Sedangkan untuk sel surya lapisan tipis, material semikonduktor yang umum digunakan dan telah masuk pasaran yaitu contohnya material  $\text{Cu(In,Ga)(S,Se)}_2$  (CIGS), CdTe (kadmium telluride), dan amorphous silikon, disamping material-material semikonduktor potensial lain yang dalam sedang dalam penelitian intensif seperti  $\text{Cu}_2\text{ZnSn(S,Se)}_4$  (CZTS) dan  $\text{Cu}_2\text{O}$  (copper oxide). Bagian semikonduktor tersebut terdiri dari junction atau gabungan dari dua material semikonduktor yaitu semikonduktor tipe-p (material- material yang disebutkan diatas) dan tipe-n (silikon tipe-n, CdS,dll) yang membentuk p-n junction. P-n junction ini menjadi kunci dari prinsip kerja sel surya. Pengertian semikonduktor tipe-p, tipe-n, dan juga prinsip p-n junction dan sel surya akan dibahas dibagian “cara kerja sel surya”.

c) Kontak metal / contact grid

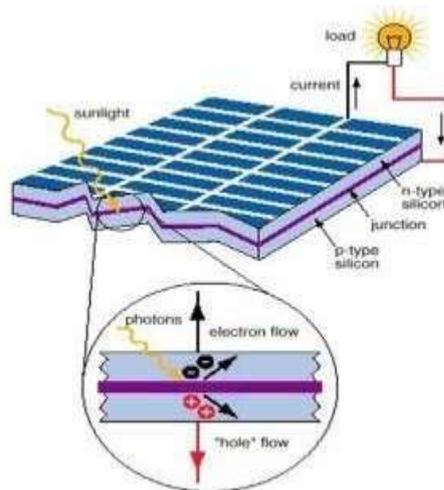
Selain substrat sebagai kontak positif, diatas sebagian material semikonduktor biasanya dilapiskan material metal atau material konduktif transparan sebagai kontak negative.

d) Lapisan antireflektif

Refleksi cahaya harus diminimalisir agar mengoptimalkan cahaya yang terserap oleh semikonduktor. Oleh karena itu biasanya sel surya dilapisi oleh lapisan anti-refleksi. Material anti-refleksi ini adalah lapisan tipis material dengan besar indeks refraktif optik antara semikonduktor dan udara yang menyebabkan cahaya dibelokkan ke arah semikonduktor sehingga meminimumkan cahaya yang dipantulkan kembali.

e) Enkapsulasi / *cover glass*

Bagian ini berfungsi sebagai enkapsulasi untuk melindungi modul surya dari hujan atau kotoran.[7]



Gambar 2.2 Susunan Lapisan Solar Cell Secara Umum

## 2.2.2 Panel Surya

### 2.2.2.1 Luas Panel Surya

Luas modul panel surya yang di gunakan menunjang seberapa besar nya daya yang mampu di serap oleh panel surya tersebut dapat di hitung sebagai berikut :

$$A = P \cdot L^2$$

Dimana :

A = luas permukaan modul surya (m<sup>2</sup>)

P = panjang modul surya (m)

L = lebar modul surya (m)

### 2.2.2.2 Daya yang di Serap Panel

Surya Solar panel mengkonversikan tenaga matahari menjadi listrik. Sel silikon (disebut juga *solar cells*) yang disinari matahari/ surya, membuat photon yang menghasilkan arus listrik. Sebuah solar cells menghasilkan kurang lebih tegangan 0.5 Volt. Jadi sebuah panel surya 12 Volt terdiri dari kurang lebih 36 sel (untuk menghasilkan 17 Volt tegangan maksimum)

$$P = V \cdot I$$

Dimana ;

P= daya yang di gunakan (W)

V= tegangan hasil pengukuran (V)

I= arus hasil pengukuran(I)

### 2.2.3 Jenis – jenis panel surya

Jenis panel surya dikelompokkan berdasarkan material sel surya yang menyusunnya. Secara umum ada 3 jenis panel surya,yaitu:

#### 2.2.3.1 *Monocrystalline silicon (mono-Si)*

Dibuat dari silikon kristal tunggal yang didapat dari peleburan silikon dalam bentuk bujur, biasanya memiliki tebal 200 mikron dengan nilai efisiensi sekitar 16-25 %. Secara fisik, panel surya Monocrystalline dapat diketahui dari warna sel hitam gelap dengan model terpotong tiap sudutnya. Pada dasarnya dibuat menggunakan *crystall silicon* murni yang sudah diiris tipis sehingga membentuk segi empat dengan irisan di keempat sudutnya. Selain dari harganya yang relatif lebih mahal,efisiensinya juga akan turun drastis dalam cuaca berawan.



Gambar 2.3 Panel *Monocrystalline* Silikon

**Kelebihan Panel Surya *Monocrystalline***

- a. Tingkat efisiensi konversi sinar matahari menjadi energi listrik dari 15% hingga 20%.
- b. Panel surya monocrystalline memerlukan tempat yang lebih kecil dibandingkan dengan jenis yang lainnya.
- c. Memiliki umur pakai yang lama dan banyak dari pabrikan pembuat panel surya monocrystalline memberi garansi hingga 25 tahun umur pemakaian.
- d. Panel surya monocrystalline mempunyai performa yang lebih baik sehingga sangat tepat bila digunakan pada daerah yang sering mendung/hujan.

**Kekurangan Panel Surya *Monocrystalline***

- a. Panel surya monocrystalline merupakan jenis panel surya yang paling mahal sehingga biaya investasi untuk pembuatan listrik tenaga surya menjadi lebih besar.
- b. Kinerja dapat menurun pada saat terjadi cuaca panas yang ekstrim. Tetapi ini merupakan kerugian yang umum pada semua jenis panel surya.
- c. Banyak limbah silikon yang terbuang pada saat proses pembuatan panel surya.

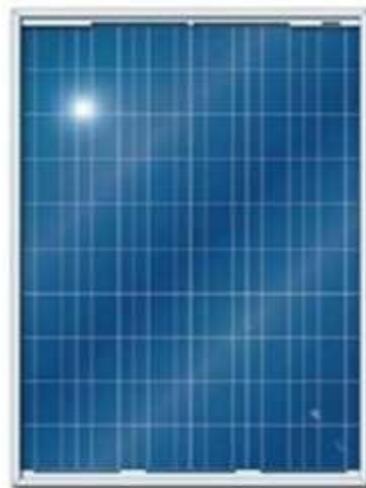
Tabel 2.1 Keterangan panel surya monocrystalline

Keterangan	Panel Surya Monocrystalline
Jenis Sel Surya	Silikon Tunggal
Harga jual	Mulai dari Rp 10.258
Garansi	+25 Tahun

Estetika	Rata-rata berwarna hitam
Kebutuhan Area	6-9 m <sup>2</sup> per 1 kWp
Efisiensi Panel	Sekitar 15-20%
Ketahanan Suhu	Berkinerja lebih baik dalam suhu tinggi dan kondisi yang teduh
Lainnya	Teknologi tertua yang paling banyak digunakan

### 2.2.3.2 Polycrystalline silicon (poly-Si)

Dibuat dari peleburan silikon dalam tungku keramik, kemudian pendinginan perlahan untuk mendapatkan bahan campuran silikon yang akan timbul di atas lapisan silikon. Harganya lebih murah dikarenakan efisiensinya sekitar 14-18 %. Secara fisik, panel surya jenis ini dapat diketahui dari warna sel yang cenderung biru dengan bentuk persegi. Polycrystalline silicon dihasilkan dari proses metalurgi grade silikon dengan pemurnian kimia, yaitu dicairkan dan dituangkan serta didinginkan dalam cetakan persegi secara sempurna. Untuk menghasilkan daya listrik yang sama memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis monocrystalline silicon, akan tetapi dapat menghasilkan listrik pada saat mendung.



Gambar 2.4 Panel *Polycrystalline* Silikon

### **Kelebihan Panel Surya *Polycrystalline***

- a. Panel surya polycrystalline merupakan jenis panel surya dengan harga yang lebih murah bila dibandingkan dengan jenis monocrystalline. Hal ini dikarenakan proses pembuatan panel surya polycrystalline lebih sederhana sehingga harga jualnya juga lebih murah.
- b. Biaya investasi pembuatan pembangkit listrik tenaga surya lebih rendah bila dibandingkan penggunaan panel surya monocrystalline.
- c. Mempunyai nilai estetika yang lebih baik dengan warna biru cerah.

### **Kekurangan Panel Surya *Polycrystalline***

- a. Panel surya polycrystalline memiliki nilai efisiensi 13% hingga 16% dalam merubah sinar matahari menjadi listrik. Ini lebih rendah bila dibandingkan dengan jenis monocrystalline.
- b. Panel surya polycrystalline memerlukan ruang yang lebih besar dalam instalasi/penempatannya bila dibandingkan dengan jenis monocrystalline.
- c. Kinerja dapat menurun pada saat terjadi cuaca panas yang ekstrim dengan penurunan lebih banyak bila dibandingkan dengan jenis monocrystalline.

Tabel 2.2 Keterangan panel surya *polycrystalline*

Keterangan	Panel Surya <i>Polycrystalline</i>
Jenis Sel Surya	Campuran silikon dengan material lain
Harga jual	Mulai dari Rp. 8.848
Garansi	+25 Tahun
Estetika	Rata-rata berwarna kebiruan
Kebutuhan Area	8-9 m <sup>2</sup> per 1 kWp
Efisiensi Panel	Sekitar 13-18%
Ketahanan Suhu	Kurang efisien dalam suhu yang lebih tinggi
Lainnya	Lebih sedikit menggunakan dan menghasilkan limbah silikon

### 2.2.3.1 Thin Film

Panel surya Thin Film menggunakan banyak lapisan material sebagai bahan material penyusunnya. Sebenarnya panel ini belum jadi setiap kristal, masih seperti lapisan tipis silikon yang diendapkan pada bahan substrat atau dasar seperti logam atau kaca. Meskipun mempunyai kinerja yang lebih rendah dibandingkan panel surya berbahan silikon namun memiliki kemampuan energi yang dihasilkan mudah disimpan. Jenis panel surya ini memiliki kerapatan atom yang rendah, sehingga mudah dibentuk dan dikembangkan ke berbagai macam ukuran dan potongan yang dapat diproduksi dengan biaya yang lebih murah. Dengan ketebalan yang sangat tipis, hal tersebut memungkinkan menjadi fleksibel dan memiliki berat yang lebih rendah. Beberapa tipe panel surya thin film yang ada di pasaran, yaitu:

1. Cadmium telluride (CdTe) Panel surya CdTe merupakan jenis panel surya yang memiliki tingkat efisiensi paling baik di kelasnya yakni sekitar 9-11%. Terbentuk dari bahan materi thin film dan polycrystalline secara deposit dan evaporasi tingkat tinggi
2. Copper Indiu Diselenide (CuInSe<sub>2</sub>) Merupakan bahan dari film tipis polycrystalline dengan nilai efisiensi berkisar 10-12 %.
3. Amorphous thin-film silicon (a-Si, TF-Si).

Panel surya amorphous memiliki efisiensi terendah dengan 6-8% dan mengandung bahan yang tidak aman dalam materialnya. Banyak dipakai sebagai pengganti tinted glass yang semi transparan dan dikembangkan untuk sistem bangunan terpadu.[8]



Gambar 2.5 Panel Thin film solar

## **2.2.4 Keuntungan dan Kerugian Panel Surya**

### **2.2.4.1 Keuntungan**

Fotovoltaik dapat menawarkan banyak keunggulan dibandingkan sumber lain seperti generator diesel, sumber fosil dan nuklir, dan sumber daya utilitas tradisional. Keuntungan ini dapat disimpulkan sebagai berikut. Sebuah.

- a. PV tidak membutuhkan bahan bakar minyak dan pelonggaran gas selama operasi. Karena itu, PV tidak menyebabkan pencemaran lingkungan. Daya berlimpah yang dibutuhkan oleh PV adalah sinar matahari. Sinar matahari gratis, tersedia secara luas di banyak negara, dan tidak pernah berakhir. PV juga berfungsi tanpa konten, berisik dan tidak memiliki bagian yang bergerak. Ini tidak hanya mengurangi biaya operasi, tetapi juga mengurangi pekerjaan pemeliharaan untuk pembersihan.
- b. Modul PV dapat diandalkan, stabil, tahan lama, dan tahan cuaca, sehingga biasanya memiliki waktu operasi lebih dari 10 tahun. Oleh karena itu, PV biasanya cocok untuk aplikasi yang membutuhkan pasokan energi yang konsisten, seperti aplikasi perawatan kesehatan dan daya darurat. Sistem PV biasanya dekat dengan tempat listrik diproduksi. Ini menguntungkan jaringan utilitas karena tidak memerlukan saluran listrik untuk membawa listrik dari jaringan ke lokasi terpencil. Semakin sedikit saluran transmisi, semakin rendah biayanya.

### **2.2.4.2 Kerugian**

Terlepas dari semua manfaat PV, sistem PV memiliki beberapa kelemahan yang harus dipertimbangkan: Sebuah.

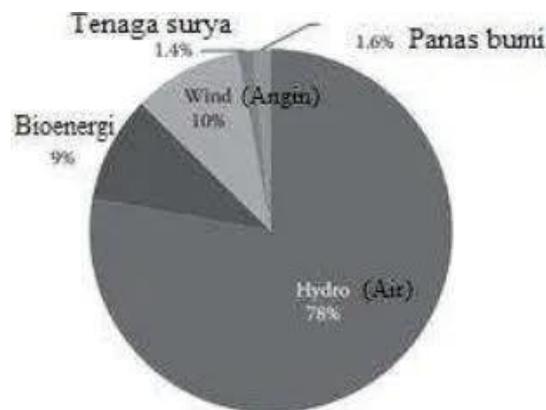
- a. Kelemahan utama dari sistem PV adalah bahwa outputnya tergantung pada sinar matahari. Kehadiran siang hari sangat terbatas, terutama selama musim dingin, hujan, dan hari berawan. Awan di atas matahari dan bayangan yang diciptakan oleh bangunan dan pohon mengurangi

output sistem. Tanpa sinar matahari, PV tidak dapat menghasilkan listrik, terutama di malam hari. Karena itu, penggunaan daya pada malam hari membutuhkan daya cadangan seperti baterai dan generator diesel.

- b. Karena peralatan sistem fotovoltaik lebih mahal, biaya awal sistem fotovoltaik jauh lebih tinggi daripada biaya bentuk pembangkit listrik lainnya. Akibatnya, tidak banyak orang mau membayar biaya tinggi.
- c. Karena itu, bantuan keuangan sangat dibutuhkan.[9]

### 2.2.5 Energi Matahari

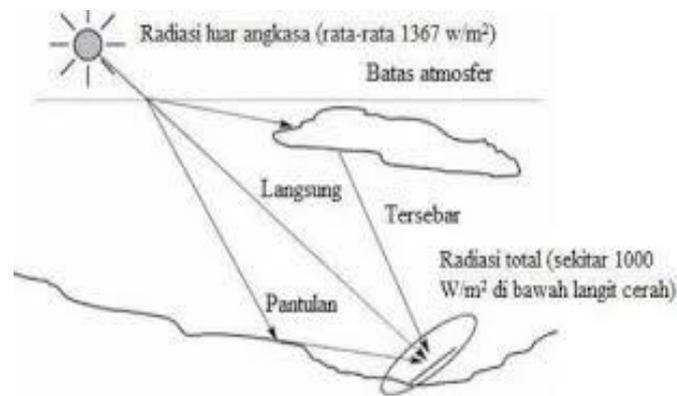
Indonesia memiliki intensitas energi matahari yang sangat besar. Hampir di setiap pelosok Indonesia, matahari menyinari sepanjang pagi sampai sore. Energi matahari yang dipancarkan dapat diubah menjadi energi listrik dengan menggunakan panel surya. Matahari adalah salah satu contoh dari energi terbarukan (renewable energy) dan merupakan salah satu energi yang penting dalam kehidupan manusia.



Gambar 2.6 Sumber energi terbarukan pada kapasitas kelistrikan dunia 2011

Dalam Gambar 2.6 memperlihatkan jumlah energi dari matahari sebesar 1.4% dari total sumber energi terbarukan pada tahun 2011. Jumlah tertinggi yaitu pada sumber energi dari air (hidro) sebesar 78%. Matahari menghasilkan energi dalam bentuk radiasi. Energi dihasilkan dalam inti matahari melalui proses

perpaduan antara atom hidrogen dan helium[1]. Bagian dari massa hidrogen dikonversi menjadi energi. Dengan kata lain, matahari adalah reaktor fusi nuklir yang sangat besar dengan masa hidup (umur) sekitar  $4,5 \times 10^9$  tahun. Dengan kata lain, matahari adalah reaktor fusi nuklir yang sangat besar dengan masa hidup (umur) sekitar  $4,5 \times 10^9$  tahun. Karena matahari jauh dari bumi, maka hanya sebagian kecil radiasi matahari yang sampai ke permukaan bumi. Ada beberapa jenis radiasi matahari yaitu radiasi langsung (direct radiation), radiasi tersebar (diffuse radiation), radiasi pantulan (albedo), dan radiasi total (total radiation).



Gambar 2.7 Komponen Radiasi Matahari

Dalam Gambar 2.7 memperlihatkan tentang peristiwa radiasi dan jenis radiasi matahari. Intensitas radiasi matahari dari atmosfer bumi tergantung pada jarak antara matahari dan bumi. Dalam setahun variasi jarak ini antara  $1,47 \times 10^8$  km dan  $1,52 \times 10^8$  km. Sebagai hasilnya, fluktuasi intensitas radiasi matahari antara  $1325 \text{ W/m}^2$  dan  $1412 \text{ W/m}^2$ . Nilai rata-rata yang dibuat sebagai ketetapan intensitas radiasi matahari yaitu  $1367 \text{ W/m}^2$ . Tingkat intensitas tersebut tidak tercapai pada permukaan bumi. Atmosfer bumi mengurangi tingkat intensitas tersebut melalui refleksi (pemantulan), penyerapan (oleh ozon, uap air, oksigen dan karbon dioksida) dan penyebaran (disebabkan oleh molekul udara, partikel debu atau polusi). Pada saat cuaca yang baik di tengah hari, tingkat intensitas radiasi matahari dapat mencapai  $1000 \text{ W/m}^2$  pada permukaan bumi. Nilai tersebut relatif tergantung pada lokasi. Tingkat intensitas radiasi matahari maksimum terjadi pada saat cuaca berawan sebagian dan hari yang cerah. Radiasi matahari secara langsung dapat diukur menggunakan Pyranometer.

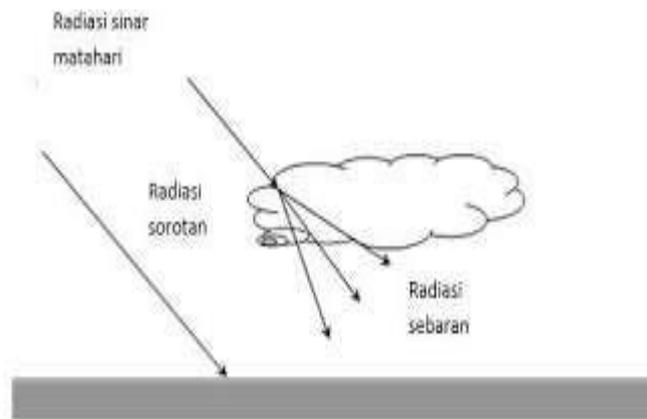


Gambar 2.8 Pyranometer

Dalam Gambar 2.8 memperlihatkan bentuk alat ukur pyranometer. Pyranometer adalah sensor dengan presisi tinggi yang digunakan untuk mengukur radiasi matahari. Pada Pyranometer, terdapat pelat logam hitam sebagai permukaan penyerap dan di bawahnya terdapat elemen panas dan logam putih. Radiasi matahari adalah energi yang berasal dari proses thermonuklir yang terjadi di matahari.[10]

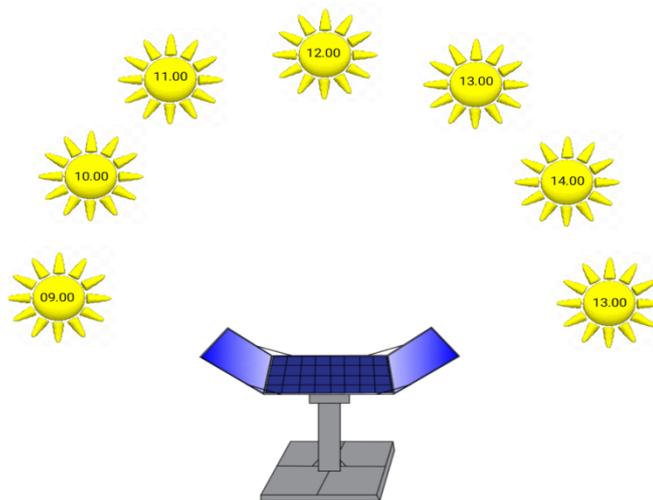
### **2.2.5.1 Radiasi Harian Matahari pada Permukaan Bumi**

Radiasi matahari yang tersedia di luar atmosfer bumi atau sering disebut konstanta radiasi matahari sebesar  $1353 \text{ W/m}^2$  dikurangi intensitasnya oleh penyerapan dan pemantulan oleh atmosfer sebelum mencapai permukaan bumi. Ozon di atmosfer menyerap radiasi dengan panjang-gelombang pendek (ultraviolet) sedangkan karbon dioksida dan uap air menyerap sebagian radiasi dengan panjang- gelombang yang lebih panjang (inframerah). Selain pengurangan radiasi bumi yang langsung atau sorotan oleh penyerapan tersebut, masih ada radiasi yang dipencarkan oleh molekul-molekul gas, debu, dan uap air dalam atmosfer sebelum mencapai bumi yang disebut sebagai radiasi sebaran seperti terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.9 Radiasi sorotan dan radiasi sebaran yang mengenai permukaan bumi

harian yang diterima permukaan bumi ditunjukkan pada grafik gambar 2.6. Pada waktu pagi dan sore radiasi yang sampai permukaan bumi intensitasnya kecil. Hal ini disebabkan arah sinar matahari tidak tegak lurus dengan permukaan bumi (membentuk sudut tertentu) sehingga sinar matahari mengalami peristiwa difusi oleh atmosfer bumi.[11]



Gambar 2.10 Posisi matahari dari jam 09.00 sampai jam 15.00 wib

Gambar di atas menunjukkan posisi matahari yang menyinari PLTS setiap jam yang di tentukan pada saat penelitian yaitu dari jam 9 pagi sampai jam 3 sore.

### 2.2.6 Reflector Cermin Datar

*Reflector* yang biasa digunakan adalah reflektor cermin datar karena memiliki pantulan yang teratur. Namun sudut pantul teratur dapat mengakibatkan sinar pantul tidak terpusat pada sel surya, sehingga daya keluaran pemaksimalan sel surya dengan cermin datar dirasa masih kurang. Selain cermin datar juga terdapat cermin cekung yang memiliki pantulan yang terfokus. Oleh karena itu cermin cekung lebih baik untuk memantulkan sinar untuk fokus pada sel surya dan menyebabkan daya keluaran sel surya lebih maksimal.[12]



Gambar 2.11 *Reflector* cermin datar

#### 2.2.6.1 Pembentukan Bayangan *Reflector* Cermin Datar

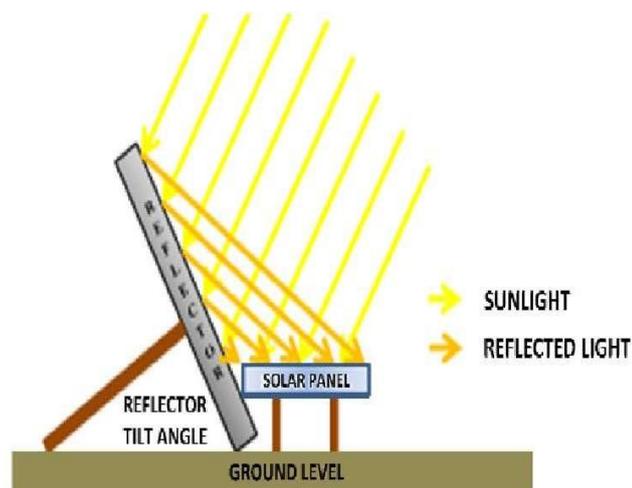
Ada beberapa cara di mana konsumsi bahan PV / watt daya yang dihasilkan dapat dikurangi.

Beberapa di antaranya termasuk teknologi PV konsentrator. Dalam teknologi konsentrator PV, penggunaan konsentrator optik menggantikan area sel PV yang mahal dengan bahan reflektor yang lebih murah, sehingga mengurangi konsumsi bahan. Dibandingkan dengan PV non-konsentrasi, area sel surya yang dibutuhkan dikurangi dengan faktor rasio konsentrasi, memberikan pengurangan yang signifikan dalam biaya sistem PV. Meskipun konsep penggunaan solar PV concentrator dengan modul/sel PV sederhana tetapi sulit untuk diterapkan, terutama untuk rasio konsentrasi tinggi. Berdasarkan konsep di atas, konsentrator

Vtrough merupakan pilihan yang menarik untuk mengurangi harga daya listrik PV menggunakan sel surya PV konvensional. V-trough adalah konsentrator statis, di mana intensitas cahaya ditingkatkan dengan menempatkan reflektor ke sisi modul PV. Karena, ini adalah jenis konsentrator non- pencitraan maka, pelacakan diurnal matahari tidak diperlukan dan biaya tambahan dari V-trough rendah karena mudah dibuat.[13]

V-trough dengan reflektor rencana adalah salah satu jenis sistem CPV. Reflektor adalah perangkat optik dengan teknologi murah dan cocok untuk memusatkan cahaya dan meningkatkan jumlah sinar matahari ke panel [1]. Reflektor adalah biaya yang lebih rendah, efisiensi yang unggul, masalah ketersediaan bahan yang lebih sedikit, Kemudahan daur ulang, Kemudahan konten manufaktur lokal yang cepat dan tinggi [2]. Sistem PV/T dengan dan tanpa reflektor telah dipelajari oleh Kostic et al [3].

Studi-studi ini menunjukkan efek positif dari reflektor yang terbuat dari lembaran AL dan AL foil, mengingat biaya tambahan sekitar 10% untuk reflektor, ada perolehan energi dalam kisaran 20,5–35,7% di periode musim panas. Karya ini bertujuan untuk mengukur efek reflektor V-Trough pada daya keluaran susunan tata surya di lingkungan Irak.[14]



Gambar 2.12 Penempatan *reflector* dengan panel surya

### 2.2.6.2 Sifat Cermin Datar (Reflector)

Terdapat sifat cermin datar saat dikenai berkas cahaya seperti berikut ini:

- a. Bayangan pada benda akan terjadi tegak dan semu.
- b. Bayangan semu merupakan bayangan yang bisa di lihat ke dalam cermin akan tetapi pada tempat bayangan tersebut tidak ditemukan cahaya pantul.
- c. Pada bayangan tersebut, besar dan tingginya sama dengan besar dan tinggi pada benda sebenarnya.
- d. Pada jarak bayangan benda sama dengan jarak benda dengan cermin.
- e. Pada bagian kanan bayangannya merupakan bagian kiri pada benda sebenarnya dan juga sebaliknya.[15]

### 2.2.7 Multimeter digital

Alat ukur multimeter yang sering disebut juga dengan nama multimeter atau *AVOmeter* memiliki beberapa bagian penting dengan fungsi dan kegunaan berbeda-beda juga. Alat ini sebenarnya sangat mudah sekali kita temui ditoko – toko elektronik dengan berbagai merk dan tipe serta dapat dibeli dengan harga yang sangat terjangkau sekali. Alat ukur multimeter ini adalah alat ukur dasar yang umum digunakan oleh para teknisi, pratikan dan juga orang awam di rumah-rumah.



Gambar 2.13 Multimeter[16]

### 2.2.8 Thermohygro

*Thermohygro* adalah sebuah alat yang menggabungkan antara fungsi termometer dengan hygrometer yaitu alat untuk mengukur suhu udara dan kelembaban, baik di ruang tertutup ataupun di luar ruangan. Ukurannya beragam, ada yang sedikit lebih besar dari korek gas, ada pula yang seukuran telepon genggam. [17]



Gambar 2.14 Termohygro

Pada umumnya kita lebih mengenal termometer daripada hygrometer, karena fungsinya sebagai pengukur suhu sering dipakai dalam dalam kehidupan sehari-hari. Sedangkan hygrometer relatif jarang terdengar bagi orang awam karena ia hanya berguna untuk mengukur kelembaban udara baik di dalam maupun di luar ruangan. Alat thermohygrometer ini dapat dipakai untuk mengukur suhu udara dan kelembaban baik di ruang tertutup maupun diluar ruangan.

Type *Thermo Hygro* (Alat Pengukur Suhu Udara dan Kelembaban)

1. Analog
2. Digital

### 2.2.9 Arus dan Tegangan

Atom adalah partikel terkecil penyusun materi, atom terdiri dari partikel-partikel sub-atom yang tersusun atas elektron, proton, dan neutron dalam berbagai gabungan. Elektron adalah muatan listrik negatif (-) yang paling mendasar. Elektron dalam cangkang terluar suatu atom disebut elektron valensi. Apabila energi eksternal seperti energi kalor, cahaya, atau listrik diberikan pada materi, elektron valensinya akan memperoleh energi dan dapat berpindah ke tingkat energi yang lebih tinggi. Jika energi yang diberikan telah cukup, sebagian dari elektron-elektron valensi terluar tadi akan meninggalkan atomnya dan statusnya pun berubah menjadi elektron bebas. Gerakan elektron-elektron bebas inilah yang akan menjadi arus listrik dalam konduktor logam. Gerak atau aliran elektron disebut arus ( $I$ ), dengan satuan ampere. Sebagian atom kehilangan elektron dan sebagian atom lainnya memperoleh elektron. Keadaan ini akan memungkinkan terjadinya perpindahan elektron dari satu objek ke objek lain. Apabila perpindahan ini terjadi, distribusi muatan positif dan negatif dalam setiap objek tidak sama lagi. Objek dengan jumlah elektron yang berlebih akan memiliki polaritas listrik negatif (-). Objek yang kekurangan elektron akan memiliki polaritas listrik positif (+). Besaran muatan listrik ditentukan oleh jumlah elektron dibandingkan dengan jumlah proton dalam suatu objek. Simbol untuk besaran muatan elektron ialah  $Q$  dan satuannya adalah coulomb. Besarnya muatan  $1\text{ C} = 6,25 \times 10^{18}$  elektron. Kemampuan muatan listrik untuk mengerahkan suatu gaya dimungkinkan oleh keberadaan medan elektrostatik yang mengelilingi objek yang bermuatan tersebut.[18]

Suatu muatan listrik memiliki kemampuan untuk melakukan kerja akibat tarikan atau tolakan yang disebabkan oleh gaya medan elektrostatiknya. Kemampuan melakukan kerja ini disebut potensial. Apabila satu muatan berbeda dari muatan lainnya, di antara kedua muatan ini pasti terdapat beda potensial. Satuan dasar beda potensial adalah volt (V). karena satuan inilah beda potensial  $V$  sering disebut sebagai voltage atau tegangan. Daya listrik yang dihasilkan oleh sel surya merupakan hasil perkalian dari tegangan keluaran

dengan banyaknya electron yang mengalir atau besarnya arus, hubungan tersebut ditunjukkan pada rumus di bawah ini :

$$P = V \times I \dots\dots\dots(1)$$

dengan:

P = Daya keluaran (Watt)

V = Tegangan keluaran (Volt)

I = Arus (Ampere)

## **BAB 3**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian**

Dalam melaksanakan penelitian ini ada langkah-langkah yang diambil oleh peneliti untuk mengumpulkan data-data dan informasi berdasarkan judul dan analisa secara ilmiah adalah sebagai berikut:

##### **3.1.1 Tempat Penelitian**

Adapun tempat pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan di kecamatan Pantai Labu, Kabupaten Deli Serdang. Dan di laboratirium fakultas teknik elektro universitas sumatra utara.

##### **3.1.2 Waktu Penelitian**

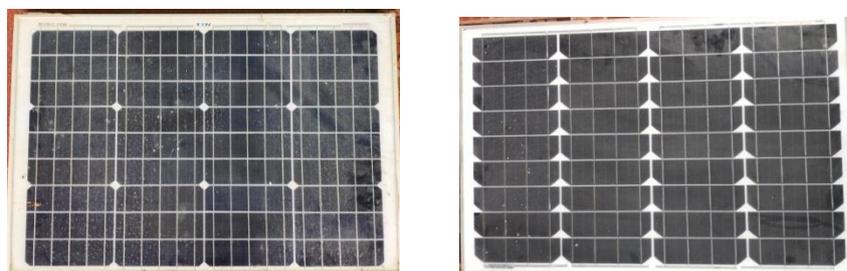
Waktu pelaksanaan penelitian dan kegiatan pengujian dilakukan sejak tanggal 11 Maret 2022 sampai selesai.

#### **3.2 Alat dan Bahan**

Penelitian ini diperlukan alat dan bahan sebagai pendukung dari penelitian ini:

1. Panel surya *monocrystalline* dan *polycrystalline*

Fungsi sel surya adalah menangkap energi dari sinar matahari, yang nantinya akan diubah menjadi tenaga listrik.



Gambar 3.1 Panel surya monocrystalline dan polycrystalline 50Wp

## 2. Cermin datar reflector

Penggunaan reflektor pada panel surya dapat meningkatkan besar intensitas radiasi matahari sehingga dapat mempengaruhi besar daya output yang dihasilkan.



Gambar 3.2 Dua Reflector cermin datar

## 3. Multitester digital

Fungsi multimeter digital dan analog yang pertama yakni adalah berfungsi untuk **mengukur arus listrik**. Alat ukur ini memiliki dua jenis ampere yakni arus arus DC (Direct Current) dan arus AC (Alternating Current).



Gambar 3.3 Multitester digital

#### 4. Dudukan panel surya

Rangka besi yang berfungsi sebagai dudukan panel surya dan dudukan reflector kaca cermin datar saat pengujian.



Gambar 3.4 Rangka dudukan Panel surya dan Reflector

#### 5. Termometer

Termometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu (temperatur), ataupun perubahan suhu. Satuan pengukurannya yang paling sering kita lihat adalah derajat Celcius (C)

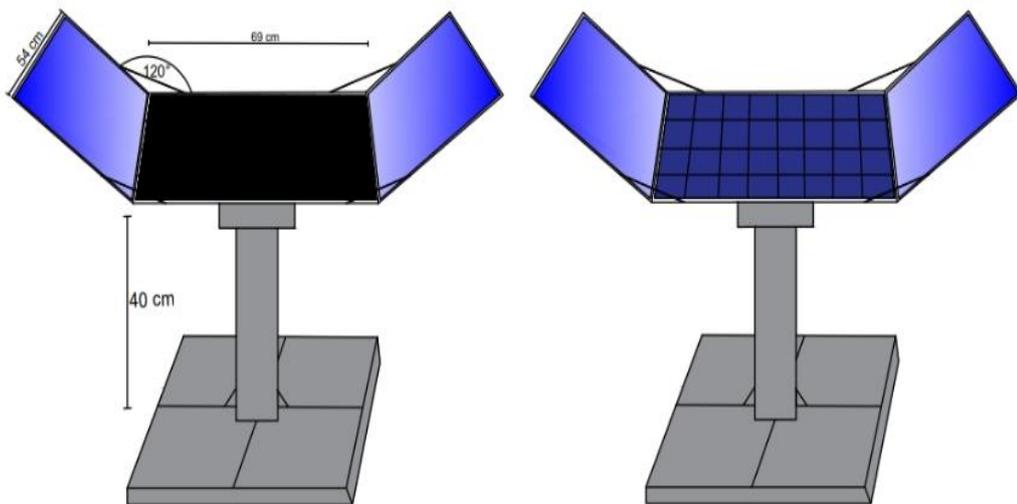


Gambar 3.5 Termometer

### 3.3 Langkah-Langkah Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian ada beberapa langkah-langkah dalam melaksanakan penelitian sebagai berikut:

- a. Perakitan objek penelitian yaitu pemasangan panel surya pada dudukan atau penyanggah panel surya.
- b. Tambahkan reflector cermin datar disamping panel surya monocrystalline dan polycrystalline.
- c. Menyiapkan alat pengujian yang digunakan yaitu, multimeter digital.
- d. Menghubungkan multimeter digital dengan panel surya yang telah menggunakan reflector cermin datar.
- e. Pengujian dilakukan mulai pukul 09.00 – 15.00 wib selama 3 hari.
- f. Pengujian dilakukan mengukur pengeluaran panel surya/ output daya pada monocrystalline dan polycrystalline menggunakan Cermin datar dan melakukan perbandingan daya yang dihasilkan oleh PLTS.



Gambar 3.6 Bahan penelitian PLTS Monocrystalline dan Polycrystalline menggunakan reflector.

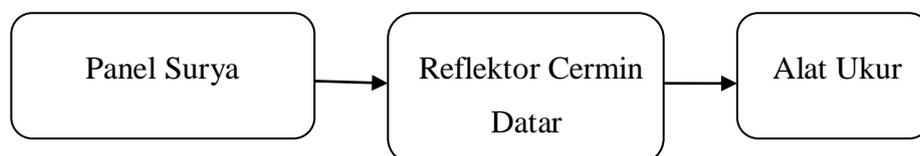
### 3.4 Prosedur Penelitian

Penelitian dimulai pertama kali dengan merumuskan masalah yang akan diuji dalam penelitian, dilanjutkan dengan studi kepustakaan untuk mendukung dan sebagai landasan pelaksanaan penelitian. Jalannya penelitian dilakukan dengan urutan sebagai berikut :

1. Merancang rangkaian percobaan penelitian yaitu pembangkit listrik tenaga surya dan meletakkan diluar ruangan agar terkena cahaya matahari secara langsung.
2. Mengamati secara langsung (observasi) proses penelitian saat alat mulai bekerja.
3. Mengumpulkan data hasil penelitian yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga surya.
4. Melakukan perhitungan arus dan tegangan yang dihasilkan oleh energi matahari melalui panel surya yang dikelompokkan dalam beberapa bagian waktu
5. Menghitung keluaran daya energi listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga surya.

### 3.5 Diagram Blok Alat

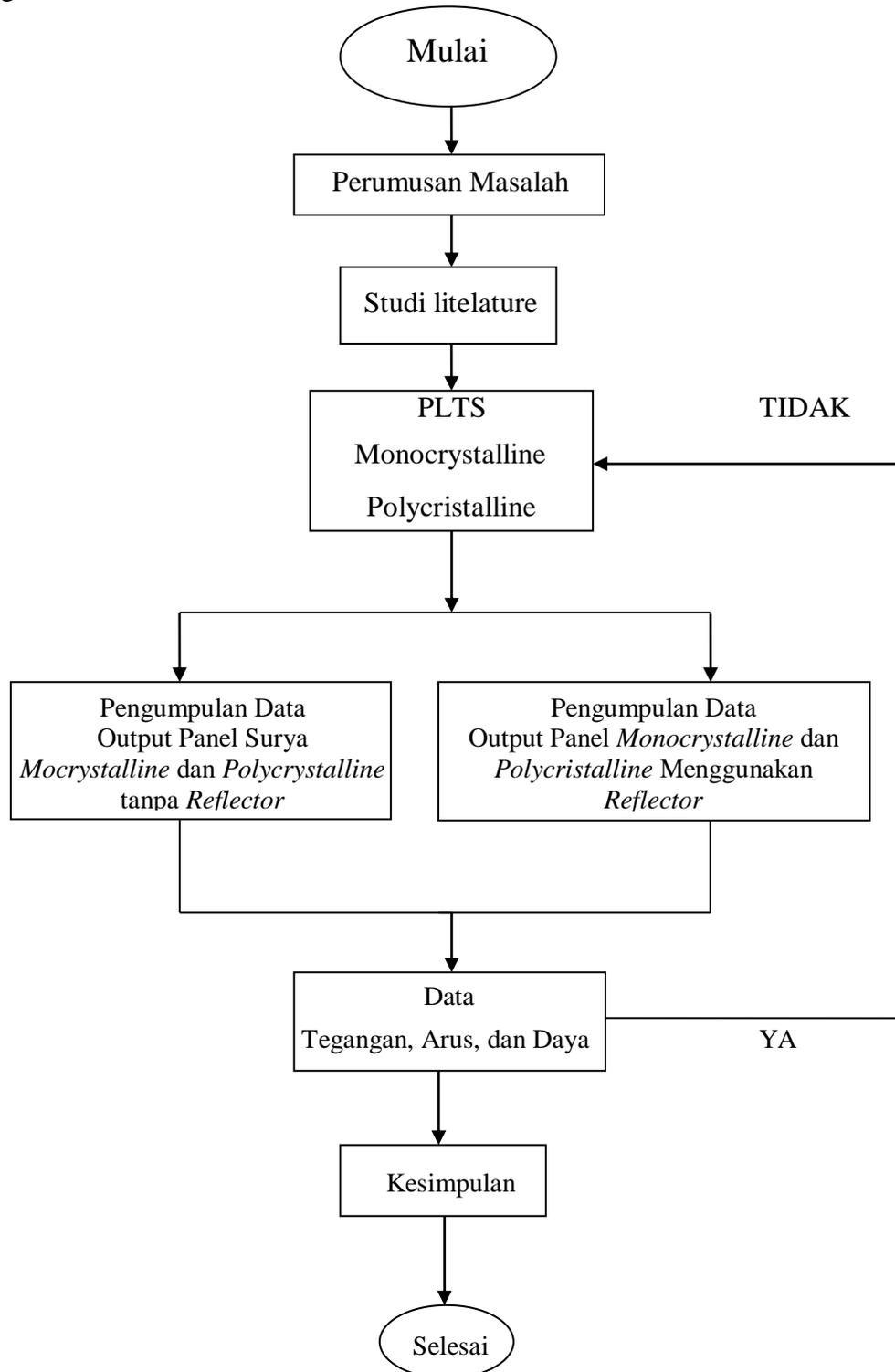
Diagram blok dari pembangkit listrik tenaga surya dapat di lihat pada gambar berikut:



Gambar 3.7 Diagram Blok PLTS

### 3.6 Diagram Alir

Adapun proses berlangsung analisa data ini akan dijelaskan dalam bentuk diagram alir berikut ini :



Gambar 3.8 Diagram Alir

Diagram alir dalam penelitian ini diantaranya yaitu:

a. Perumusan masalah

Langkah awal dalam melakukan penelitian yaitu dengan merumuskan suatu masalah. Karena pada umumnya sebuah penelitian dapat berjalan karena adanya suatu masalah yang ada, sehingga kita dapat melakukan penelitian dan melakukan analisis untuk menemukan solusi atas masalah tersebut.

b. Studi literature

Studi literatur dilakukan untuk mencari beberapa informasi yang mendukung penelitian dengan membaca suatu buku, jurnal, makalah, artikel ilmiah, atau melakukan browsing internet tentang suatu pembangkitan listrik tenaga surya, dan juga tentang faktor-faktor yang dapat mempengaruhi maupun metode yang digunakan.

c. PLTS

Metode yang digunakan peneliti dalam mengumpulkan data-data yang diperlukan dengan melakukan observasi atau pengamatan dalam rangkaian PLTS menggunakan Reflector cermin datar. Selain itu Selanjutnya juga melakukan pengukuran di lapangan untuk memperoleh data perbandingan antara jenis Monocrystalline dengan Polycrystalline agar bisa dilakukan analisis perbandingan daya output panel surya menggunakan Reflector cermin datar

d. Data

Setelah pengambilan data selesai dilakukan, kemudian data yang diperoleh tersebut dianalisis menggunakan perhitungan manual dan kemudian ditampilkan dalam bentuk tabel

e. Kesimpulan

Apabila hasil perhitungan sudah sesuai dengan yang diinginkan, maka langkah selanjutnya yaitu kesimpulan tentang perbandingan antara panel surya Monocrystalline dan Polycrystalline Menggunakan reflector

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini memanfaatkan energi cahaya matahari untuk penelitian yaitu perbandingan menggunakan panel surya jenis *monocrystalline* dan *polycrystalline* 50WP, di analisis daya outputnya dengan menggunakan reflector cermin datar.

#### 4.1 Hasil Perbandingan Tegangan, Arus dan Daya

Pengujian tegangan dan arus pada pembangkit listrik tenaga surya dengan 2 jenis berbeda menggunakan reflector cermin datar dan tanpa menggunakan reflector cermin datar adalah untuk mengetahui daya keluaran yang dihasilkan oleh kedua jenis panel surya tersebut yaitu jenis *monocrystalline* dan *polycrystalline*.

Pengujian di lakukan selama 3 hari, pengambilan data dilakukan setiap 1 jam sekali, penelitian ini di mulai dari jam 09.00 wib sampai dengan jam 15.00 wib. Dengan menggunakan reflector di harapkan akan dapat meningkatkan daya yang di hasilkan oleh sel surya.

Adapun hasil pengujian tegangan dan arus pada panel surya Monocrystalline dan Polycrystalline adalah sebagai berikut:

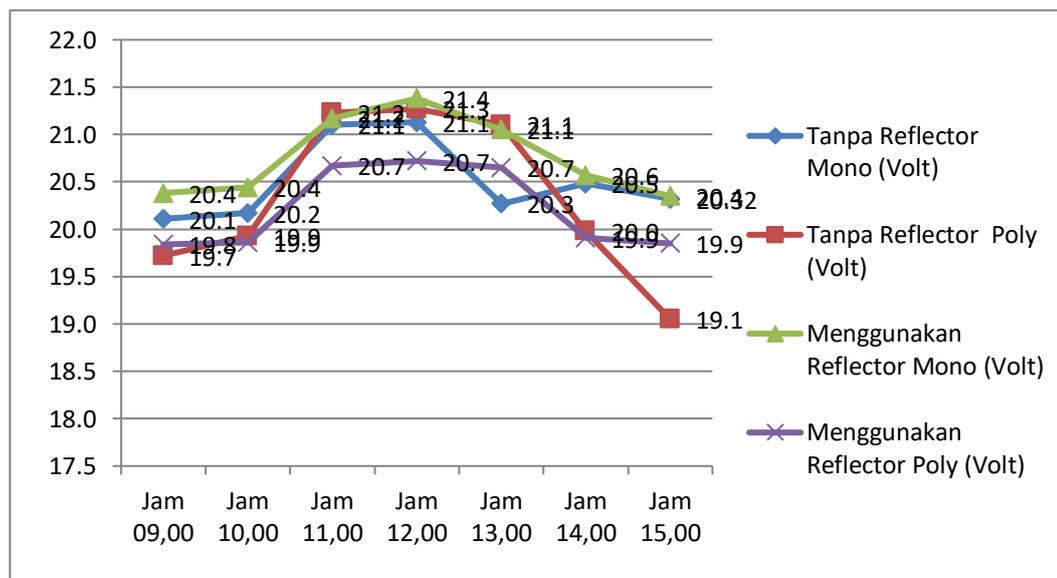
##### 4.1.1 Hasil Output Tegangan ( V )

Tabel 4.1 Data hasil hari pertama perbandingan tegangan PLTS tanpa reflector dan Menggunakan Reflector

Hasil Output Tegangan ( V )							
Waktu				Tanpa Reflector		Menggunakan Reflector	
Hari	Waktu pengujian	Suhu	Sudut Reflector	Mono (Volt)	Poly (Volt)	Mono (Volt)	Poly (Volt)
Hari pertama	09.00	29°C	120°	20,11	19,72	20,38	19,84
	10.00	29°C		20,17	19,93	20,44	19,96
	11.00	31°C		21,10	21,23	21,17	21,67
	12.00	31°C		21,13	21,27	21,38	21,72

	13.00	30°C		20,27	21,10	21,05	21,65
	14.00	29°C		20,48	19,87	20,57	19,91
	15.00	29°C		20,32	19,05	20,35	19,85

Berdasarkan hasil pengukuran tegangan PLTS tanpa reflektor dan menggunakan Reflektor di dapat tegangan rata-rata sebesar untuk PLTS Monokristalin Tanpa Reflektor tegangan rata-rata sebesar 20.5 Volt, untuk PLTS Polykristalin Tanpa Reflektor tegangan rata-rata sebesar 20.3 Volt, sedangkan untuk PLTS Monokristalin menggunakan Reflektor tegangan rata-rata sebesar 20.8 Volt, untuk PLTS Polykristalin menggunakan Reflektor tegangan rata-rata sebesar 20.2 Volt.

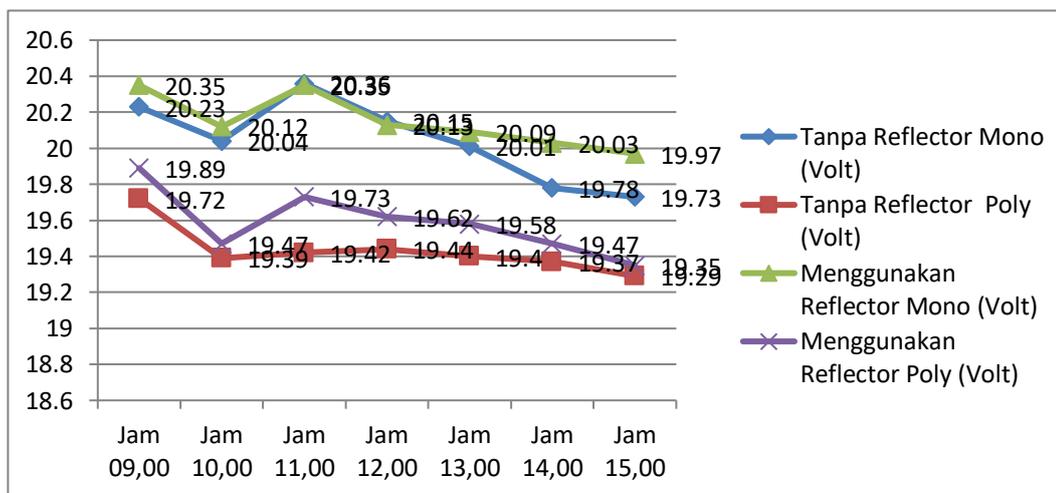


Gambar 4.1 Grafik perbandingan tegangan output dihari pertama pada PLTS yang menggunakan Reflektor dan tanpa Reflektor

Tabel 4.2 Data hasil hari Kedua perbandingan tegangan PLTS tanpa reflector dan Menggunakan Reflector

Hasil Output Tegangan ( V )							
Waktu				Tanpa Reflector		Menggunakan Reflector	
Hari	Waktu pengujian	Suhu	Sudut Reflector	Mono (Volt)	Poly (Volt)	Mono (Volt)	Poly (Volt)
Hari Kedua	09.00	28°C	120°	20,23	19,72	20,35	19,89
	10.00	27°C		20,04	19,39	20,12	19,47
	11.00	30°C		20,36	19,42	20,35	19,73
	12.00	28°C		20,15	19,44	20,13	19,62
	13.00	28°C		20,01	19,40	20,09	19,58
	14.00	27°C		19,78	19,37	20,03	19,47
	15.00	27°C		19,73	19,29	19,97	19,35

Berdasarkan hasil pengukuran tegangan PLTS tanpa reflektor dan menggunakan Reflektor di dapat tegangan rata-rata sebesar untuk PLTS Monokristalin Tanpa Reflektor tegangan rata-rata sebesar 20.04 Volt, untuk PLTS Polykristalin Tanpa Reflektor tegangan rata-rata sebesar 19.4 Volt, sedangkan untuk PLTS Monokristalin menggunakan Reflektor tegangan rata-rata sebesar 20.1 Volt, untuk PLTS Polykristalin menggunakan Reflektor tegangan rata-rata sebesar 19.6 Volt.

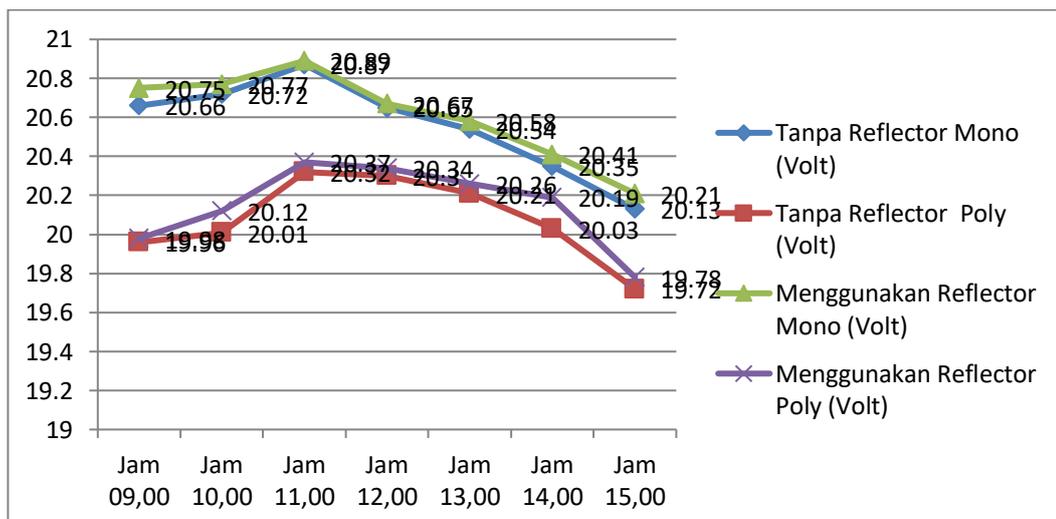


Gambar 4.2 Grafik perbandingan tegangan output dihari kedua pada PLTS yang menggunakan Reflector dan tanpa Reflector

Tabel 4.3 Data hasil hari Ketiga perbandingan tegangan PLTS tanpa reflector dan Menggunakan Reflector

Hasil Output Tegangan ( V )							
Waktu				Tanpa Reflector		Menggunakan Reflector	
Hari	Waktu pengujian	Suhu	Sudut Reflector	Mono (Volt)	Poly (Volt)	Mono (Volt)	Poly (Volt)
Hari Ketiga	09.00	31°C	120°	20,66	19,96	20,75	19,98
	10.00	32°C		20,72	20,01	20,77	20,12
	11.00	32°C		20,87	20,32	20,89	20,37
	12.00	31°C		20,65	20,30	20,67	20,34
	13.00	31°C		20,54	20,21	20,58	20,26
	14.00	30°C		20,35	20,03	20,41	20,19
	15.00	29°C		20,13	19,72	20,21	19,78

Berdasarkan hasil pengukuran tegangan PLTS tanpa reflektor dan menggunakan Reflektor di dapat tegangan rata-rata sebesar untuk PLTS Monokristalin Tanpa Reflektor tegangan rata-rata sebesar 20.56 Volt, untuk PLTS Polykristalin Tanpa Reflektor tegangan rata-rata sebesar 20.08 Volt, sedangkan untuk PLTS Monokristalin menggunakan Reflektor tegangan rata-rata sebesar 20.6 Volt, untuk PLTS Polykristalin menggunakan Reflektor tegangan rata-rata sebesar 20.1 Volt.



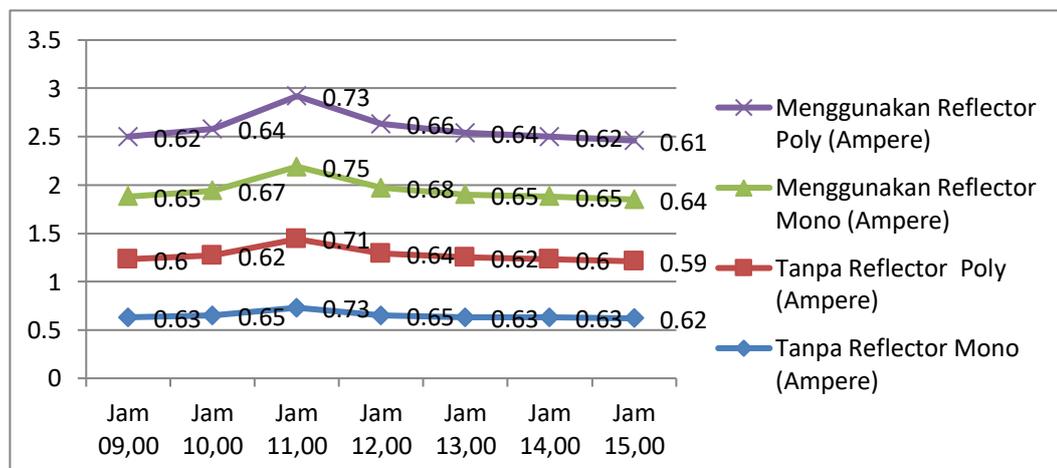
Gambar 4.3 Grafik perbandingan tegangan output dihari ketiga pada PLTS yang menggunakan Reflector dan tanpa Reflector

#### 4.1.2 Hasil Output Arus ( I )

Tabel 4.4 Data hasil hari pertama perbandingan Arus PLTS tanpa reflector dan Menggunakan Reflector

Hasil Output Arus ( I )							
Waktu				Tanpa Reflector		Menggunakan Reflector	
Hari	Waktu pengujian	Suhu	Sudut Reflector	Mono (Ampere)	Poly (Ampere)	Mono (Ampere)	Poly (Ampere)
Hari Pertama	09.00	29°C	120°	0.63	0.60	0.65	0.62
	10.00	29°C		0.65	0.62	0.67	0.64
	11.00	31°C		0.73	0.71	0.75	0.73
	12.00	31°C		0.65	0.64	0.68	0.66
	13.00	30°C		0.63	0.62	0.65	0.64
	14.00	29°C		0.63	0.60	0.65	0.62
	15.00	29°C		0.62	0.59	0.64	0.61

Berdasarkan hasil pengukuran Arus PLTS tanpa reflektor dan menggunakan Reflektor di dapat Arus rata-rata sebesar untuk PLTS Monocrystalline Tanpa Reflektor Arus rata-rata sebesar 0.649 Ampere, untuk PLTS Polycrystalline Tanpa Reflektor Arus rata-rata sebesar 0.63 Ampere, sedangkan untuk PLTS Monocryristalline menggunakan Reflektor Arus rata-rata sebesar 0.67 Ampere, untuk PLTS Polycrystalline menggunakan Reflektor Arus rata-rata sebesar 0.646 Ampere

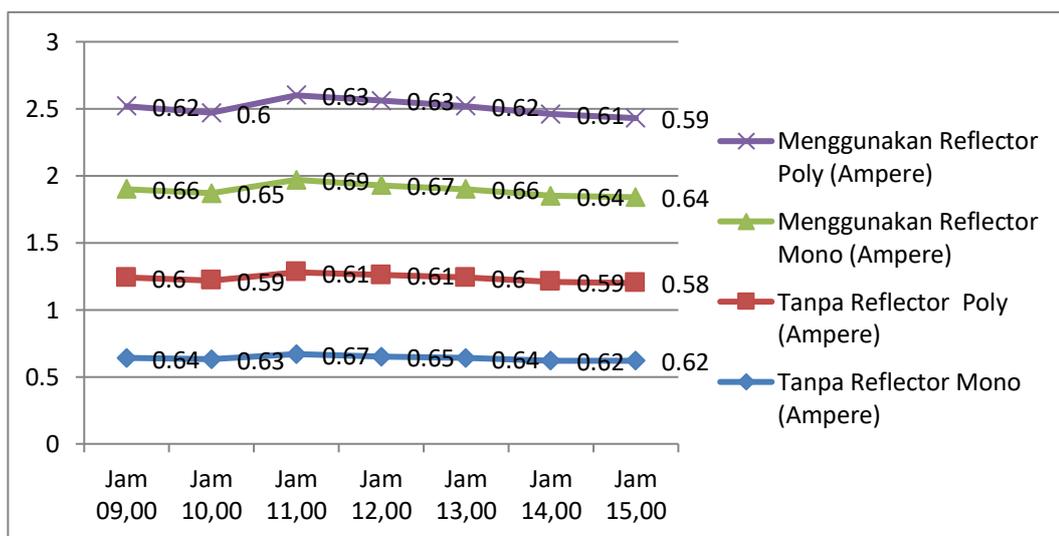


Gambar 4.4 Grafik perbandingan Arus output dihari pertama pada PLTS yang menggunakan Reflector dan tanpa Reflector

Tabel 4.5 Data hasil hari kedua perbandingan Arus PLTS tanpa reflector dan Menggunakan Reflector

Hasil Output Arus ( I )							
Waktu				Tanpa Reflector		Menggunakan Reflector	
Hari	Waktu pengujian	Suhu	Sudut Reflector	Mono (Ampere)	Poly (Ampere)	Mono (Ampere)	Poly (Ampere)
Hari Kedua	09.00	28°C	120°	0.64	0.60	0.66	0.62
	10.00	27°C		0.63	0.59	0.65	0.60
	11.00	30°C		0.67	0.61	0.69	0.63
	12.00	28°C		0.65	0.61	0.67	0.63
	13.00	28°C		0.64	0.60	0.66	0.62
	14.00	27°C		0.62	0.59	0.64	0.61
	15.00	27°C		0.62	0.58	0.64	0.59

Berdasarkan hasil pengukuran Arus PLTS tanpa reflektor dan menggunakan Reflektor di dapat Arus rata-rata sebesar untuk PLTS Monocrystalline Tanpa Reflektor Arus rata-rata sebesar 0.64 Ampere, untuk PLTS Polycrystalline Tanpa Reflektor Arus rata-rata sebesar 0.60 Ampere, sedangkan untuk PLTS Monocrystalline menggunakan Reflektor Arus rata-rata sebesar 0.66 Ampere, untuk PLTS Polycrystalline menggunakan Reflektor Arus rata-rata sebesar 0.61 Ampere.

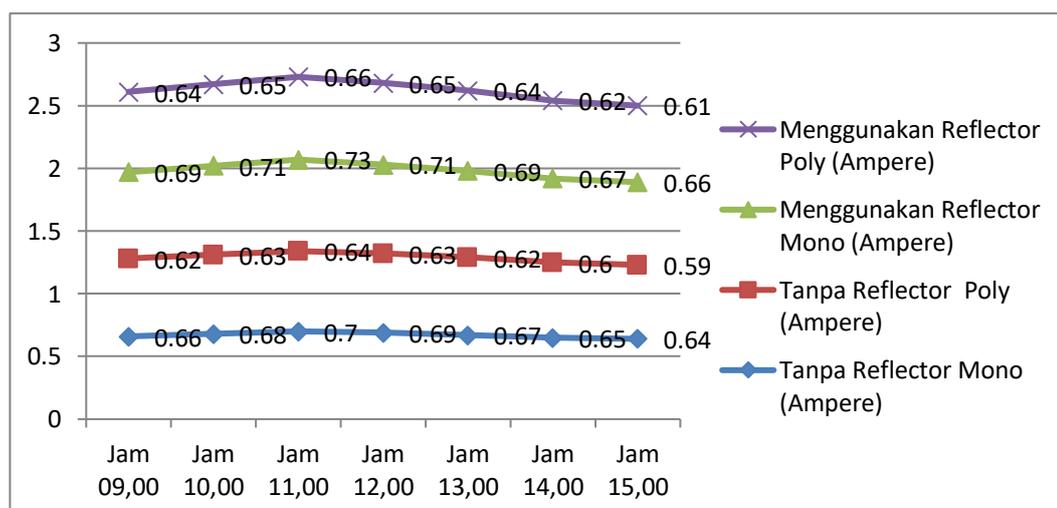


Gambar 4.5 Grafik perbandingan Arus output dihari kedua pada PLTS yang menggunakan Reflector dan tanpa Reflector

Tabel 4.6 Data hasil hari ketiga perbandingan Arus PLTS tanpa reflector dan Menggunakan Reflector

Hasil Output Arus ( I )							
Waktu				Tanpa Reflector		Menggunakan Reflector	
Hari	Waktu pengujian	Suhu	Sudut Reflector	Mono (Ampere)	Poly (Ampere)	Mono (Ampere)	Poly (Ampere)
Hari Ketiga	09.00	31°C	120°	0.66	0.62	0.69	0.64
	10.00	32°C		0.68	0.63	0.71	0.65
	11.00	32°C		0.70	0.64	0.73	0.66
	12.00	31°C		0.69	0.63	0.71	0.65
	13.00	31°C		0.67	0.62	0.69	0.64
	14.00	30°C		0.65	0.60	0.67	0.62
	15.00	29°C		0.64	0.59	0.66	0.61

Berdasarkan hasil pengukuran Arus PLTS tanpa reflektor dan menggunakan Reflektor di dapat Arus rata-rata sebesar untuk PLTS Monocrystalline Tanpa Reflektor Arus rata-rata sebesar 0.67 Ampere, untuk PLTS Polycrystalline Tanpa Reflektor Arus rata-rata sebesar 0.62 Ampere, sedangkan untuk PLTS Monocryristalline menggunakan Reflektor Arus rata-rata sebesar 0.69 Ampere, untuk PLTS Polycrystalline menggunakan Reflektor Arus rata-rata sebesar 0.64 Ampere.



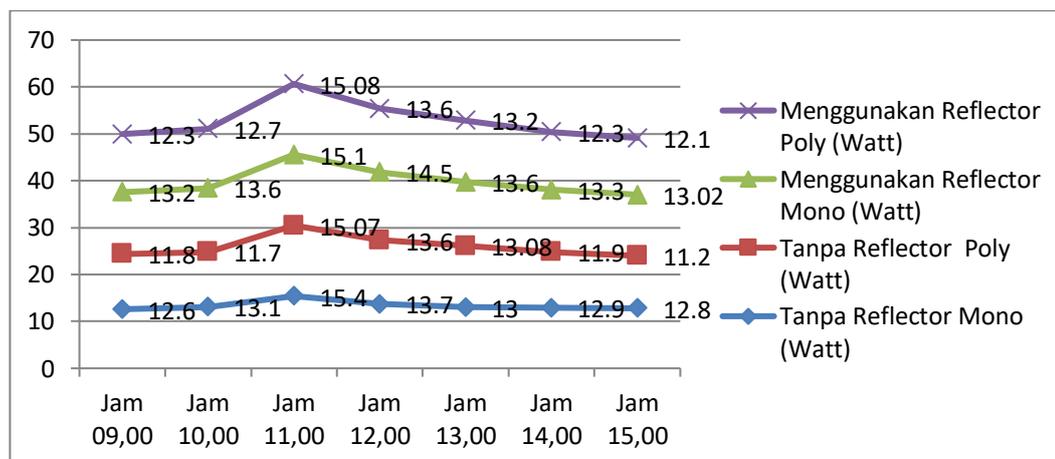
Gambar 4.6 Grafik perbandingan Arus output dihari ketiga pada PLTS yang menggunakan Reflector dan tanpa Reflector

#### 4.1.2 Hasil Output Daya ( P )

Tabel 4.7 Data hasil hari pertama perbandingan Daya PLTS tanpa reflector dan Menggunakan Reflector

Hasil Output Daya ( Watt )							
Waktu				Tanpa Reflector		Menggunakan Reflector	
Hari	Waktu pengujian	Suhu	Sudut Reflector	Mono (Watt)	Poly (Watt)	Mono (Watt)	Poly (Watt)
Hari Pertama	09.00	29°C	120°	12.6	11.8	13.2	12.3
	10.00	29°C		13.1	11.7	13.6	12.7
	11.00	31°C		15.4	15.07	15.1	15.08
	12.00	31°C		13.7	13.6	14.5	13.7
	13.00	30°C		13.0	13.08	13.6	13.2
	14.00	29°C		12.9	11.9	13.3	12.3
	15.00	29°C		12.8	11.2	13.02	12.1

Berdasarkan hasil pengukuran Daya PLTS tanpa reflektor dan menggunakan Reflektor di dapat Daya rata-rata sebesar untuk PLTS Monocrystalline Tanpa Reflektor Arus rata-rata sebesar 13.4 Watt, untuk PLTS Polycrystalline Tanpa Reflektor Daya rata-rata sebesar 12.6 Watt, sedangkan untuk PLTS Monocryristalline menggunakan Reflektor Daya rata-rata sebesar 13.8 Watt, untuk PLTS Polycrystalline menggunakan Reflektor Daya rata-rata sebesar 13.04 Watt.

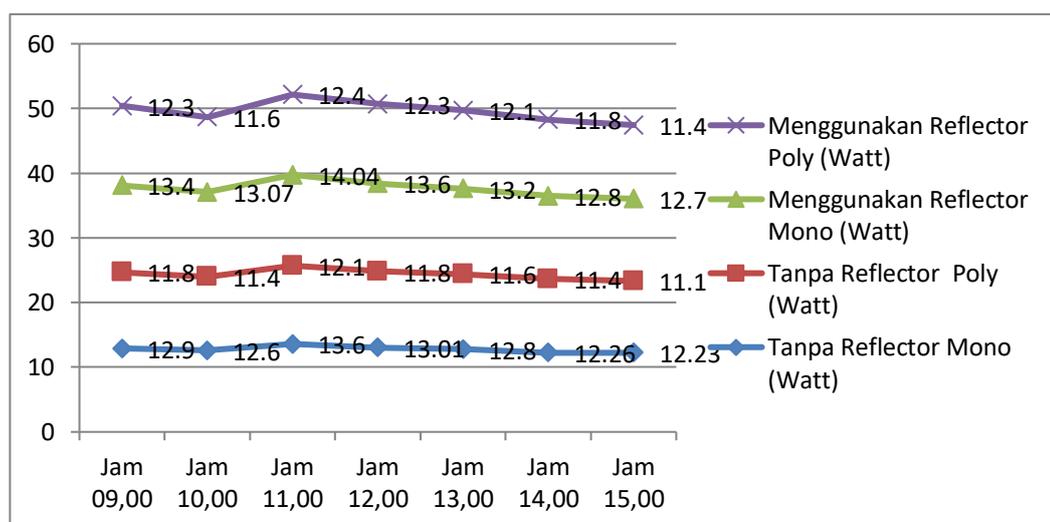


Gambar 4.7 Grafik perbandingan Daya output dihari pertama pada PLTS yang menggunakan Reflector dan tanpa Reflector

Tabel 4.8 Data hasil hari kedua perbandingan Daya PLTS tanpa reflector dan Menggunakan Reflector

Hasil Output Daya ( Watt )							
Waktu				Tanpa Reflector		Menggunakan Reflector	
Hari	Waktu pengujian	Suhu	Sudut Reflector	Mono (Watt)	Poly (Watt)	Mono (Watt)	Poly (Watt)
Hari Kedua	09.00	28°C	120°	12.9	11.8	13.4	12.3
	10.00	27°C		12.6	11.4	13.07	11.6
	11.00	30°C		13.6	12.1	14.04	12.4
	12.00	28°C		13.01	11.8	13.6	12.3
	13.00	28°C		12.8	11.6	13.2	12.1
	14.00	27°C		12.26	11.4	12.8	11.8
	15.00	27°C		12.23	11.1	12.7	11.4

Berdasarkan hasil pengukuran Daya PLTS tanpa reflektor dan menggunakan Reflektor di dapat Daya rata-rata sebesar untuk PLTS Monocrystalline Tanpa Reflektor Arus rata-rata sebesar 12.8 Watt, untuk PLTS Polycrystalline Tanpa Reflektor Daya rata-rata sebesar 11.6 Watt, sedangkan untuk PLTS Monocryristalline menggunakan Reflektor Daya rata-rata sebesar 13.3 Watt, untuk PLTS Polycrystalline menggunakan Reflektor Daya rata-rata sebesar 11.99 Watt.

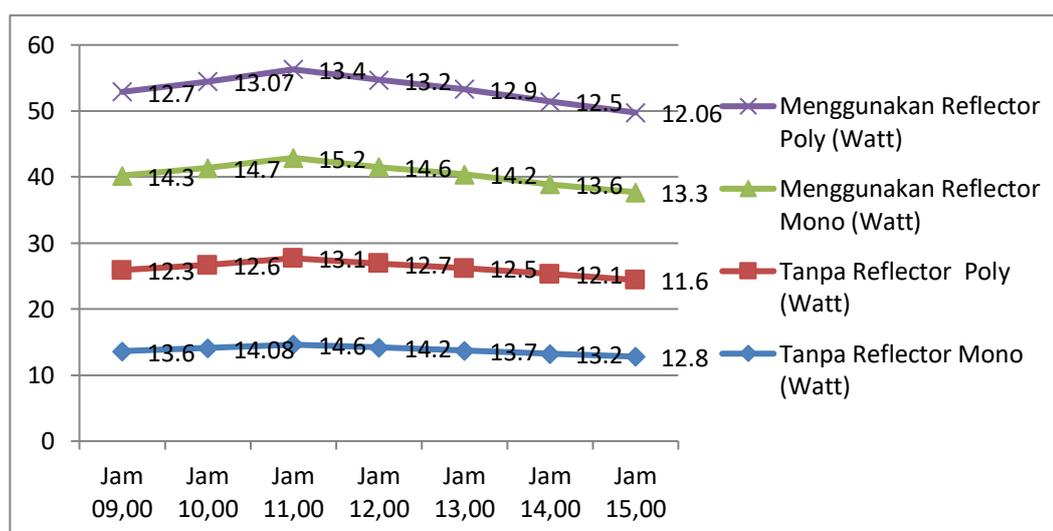


Gambar 4.8 Grafik perbandingan Daya output dihari kedua pada PLTS yang menggunakan Reflector dan tanpa Reflector

Tabel 4.9 Data hasil hari ketiga perbandingan Daya PLTS tanpa reflector dan Menggunakan Reflector

Hasil Output Daya ( Watt )							
Waktu				Tanpa Reflector		Menggunakan Reflector	
Hari	Waktu pengujian	Suhu	Sudut Reflector	Mono (Watt)	Poly (Watt)	Mono (Watt)	Poly (Watt)
Hari Ketiga	09.00	31°C	120°	13.6	12.3	14.3	12.7
	10.00	32°C		14.08	12.6	14.7	13.07
	11.00	32°C		14.6	13.1	15.2	13.4
	12.00	31°C		14.2	12.7	14.6	13.2
	13.00	31°C		13.7	12.5	14.2	12.9
	14.00	30°C		13.2	12.1	13.6	12.5
	15.00	29°C		12.8	11.6	13.3	12.06

Berdasarkan hasil pengukuran Daya PLTS tanpa reflektor dan menggunakan Reflektor di dapat Daya rata-rata sebesar untuk PLTS Monocrystalline Tanpa Reflektor Arus rata-rata sebesar 13.7 Watt, untuk PLTS Polycrystalline Tanpa Reflektor Daya rata-rata sebesar 12.4 Watt, sedangkan untuk PLTS Monocryristalline menggunakan Reflektor Daya rata-rata sebesar 14.3 Watt, untuk PLTS Polycrystalline menggunakan Reflektor Daya rata-rata sebesar 12.8 Watt.



Gambar 4.9 Grafik perbandingan Daya output dihari ketiga pada PLTS yang menggunakan Reflector dan tanpa Reflector

## 4.2 Hasil Perbandingan Nilai Rata - Rata Tegangan, Arus dan Daya

Setelah mencari output Tegangan, Arus dan Daya dari PLTS Monocrystalline dan Polycrystalline Adapun hasil dari nilai rata rata dari Tegangan, Arus dan Daya dari PLTS Monocrytalline dan Polycrystalline yang menggunakan Reflector dan tanpa menggunakan Reflector yaitu sebagai berikut :

### 4.2.1 Nilai Rata – Rata Tegangan Pada PLTS yang menggunakan Reflector dan tanpa reflector

1. Nilai rata rata Tegangan dari PLTS *Monocrystalline* tanpa *Reflector* :

$$\begin{aligned} \text{Nilai rata rata } V_{\text{panel}} &= \frac{V_{\text{total}}}{n} \\ &= \frac{427.8}{21} \end{aligned}$$

$$V_{\text{rata-rata}} = 20.4 \text{ V}$$

2. Nilai rata rata Tegangan dari PLTS *Polycrystalline* tanpa *Reflector* :

$$\begin{aligned} \text{Nilai rata rata } V_{\text{panel}} &= \frac{V_{\text{total}}}{n} \\ &= \frac{418,86}{21} \end{aligned}$$

$$V_{\text{rata-rata}} = 19,95 \text{ V}$$

3. Nilai rata rata Tegangan dari PLTS *Monocrystalline* menggunakan *Reflector* :

$$\text{Nilai rata rata } V_{\text{panel}} = \frac{V_{\text{total}}}{n}$$

$$= \frac{430.66}{21}$$

$$V_{\text{rata-rata}} = 20.5 \text{ V}$$

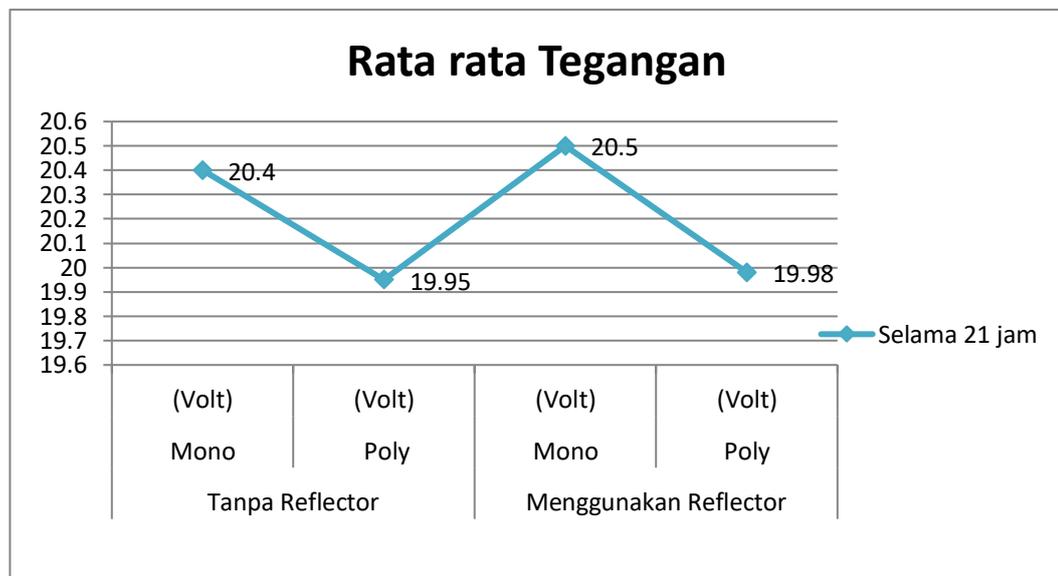
4. Nilai rata rata Tegangan dari PLTS *Polycrystalline* menggunakan *Reflector* :

$$\text{Nilai rata rata } V_{\text{panel}} = \frac{V_{\text{total}}}{n}$$

$$= \frac{419,65}{21}$$

$$V_{\text{rata-rata}} = 19,98 \text{ V}$$

Pengambilan data dalam 1 hari sebanyak 7 jam jadi  $7 \times 3 = 21$  Jadi selama 21 jam penelitian di lakukan.



Gambar 4.10 Grafik perbandingan Tegangan rata rata selama 21 jam pada PLTS yang menggunakan Reflector dan tanpa Reflector

Berdasarkan hasil dari rata-rata tegangan PLTS tanpa reflektor dan menggunakan Reflektor di dapat tegangan rata-rata yaitu, untuk PLTS Monokristalin Tanpa Reflektor tegangan rata-rata sebesar 20.4 Volt, untuk PLTS Polykristalin Tanpa Reflektor tegangan rata-rata sebesar 19.95 Volt, sedangkan untuk PLTS Monokristalin menggunakan Reflektor tegangan rata-rata sebesar 20.5 Volt, untuk PLTS Polykristalin menggunakan Reflektor tegangan rata-rata sebesar 19.98 Volt.

#### 4.2.2 Nilai Rata – Rata Arus Pada PLTS yang menggunakan Reflector dan tanpa reflector

1. Nilai rata rata Arus dari PLTS *Monocrystalline* tanpa *Reflector* :

$$\begin{aligned} \text{Nilai rata rata } I_{\text{panel}} &= \frac{I_{\text{total}}}{n} \\ &= \frac{13.7}{21} \end{aligned}$$

$$I_{\text{rata-rata}} = 0.65 \text{ A}$$

2. Nilai rata rata Arus dari PLTS *Polycrystalline* tanpa *Reflector* :

$$\begin{aligned} \text{Nilai rata rata } I_{\text{panel}} &= \frac{I_{\text{total}}}{n} \\ &= \frac{12.89}{21} \end{aligned}$$

$$I_{\text{rata-rata}} = 0.61 \text{ A}$$

3. Nilai rata rata Tegangan dari PLTS *Monocrystalline* menggunakan *Reflector* :

$$\begin{aligned} \text{Nilai rata rata } I_{\text{panel}} &= \frac{I_{\text{total}}}{n} \\ &= \frac{14.16}{21} \end{aligned}$$

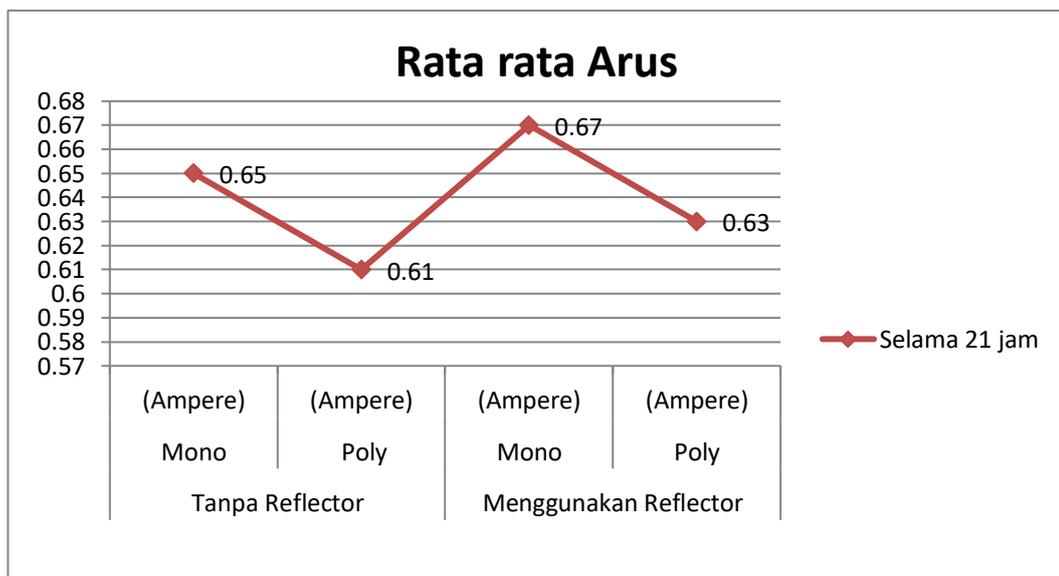
$$I_{\text{rata-rata}} = 0.67 \text{ A}$$

4. Nilai rata rata Tegangan dari PLTS *Polycrystalline* menggunakan *Reflector*:

$$\begin{aligned} \text{Nilai rata rata } I_{\text{panel}} &= \frac{I_{\text{total}}}{n} \\ &= \frac{13.29}{21} \end{aligned}$$

$$I_{\text{rata-rata}} = 0.63 \text{ A}$$

Pengambilan data dalam 1 hari sebanyak 7 jam jadi  $7 \times 3 = 21$  Jadi selama 21 jam penelitian di lakukan.



Gambar 4.11 Grafik perbandingan Arus rata rata selama 21 jam pada PLTS yang menggunakan Reflector dan tanpa Reflector.

Berdasarkan hasil pengukuran Arus PLTS tanpa reflektor dan menggunakan Reflektor di dapat Arus rata-rata yaitu, untuk PLTS Monocrystalline Tanpa Reflektor Arus rata-rata sebesar 0.65 Ampere, untuk PLTS Polycrystalline Tanpa Reflektor Arus rata-rata sebesar 0.61 Ampere, sedangkan untuk PLTS Monocryristalline menggunakan Reflektor Arus rata-rata sebesar 0.67 Ampere, untuk PLTS Polycrystalline menggunakan Reflektor Arus rata-rata sebesar 0.63 Ampere.

#### 4.2.3 Nilai Rata – Rata Daya Pada PLTS yang menggunakan Reflector dan tanpa reflector

1. Nilai rata rata Daya dari PLTS *Monocrystalline* tanpa *Reflector* :

$$\begin{aligned} \text{Nilai rata rata } P_{\text{panel}} &= \frac{P \text{ total}}{n} \\ &= \frac{279.08}{21} \end{aligned}$$

$$P_{\text{rata-rata}} = 13.3 \text{ W}$$

2. Nilai rata rata Daya dari PLTS *Polycrystalline* tanpa *Reflector* :

$$\begin{aligned} \text{Nilai rata rata } P_{\text{panel}} &= \frac{P \text{ total}}{n} \\ &= \frac{256.45}{21} \end{aligned}$$

$$P_{\text{rata-rata}} = 12.2 \text{ W}$$

3. Nilai rata rata Daya dari PLTS *Monocrystalline* menggunakan *Reflector* :

$$\text{Nilai rata rata } P_{\text{panel}} = \frac{P \text{ total}}{n}$$

$$= \frac{289.03}{21}$$

$$\text{Prata-rata} = 13.8 \text{ W}$$

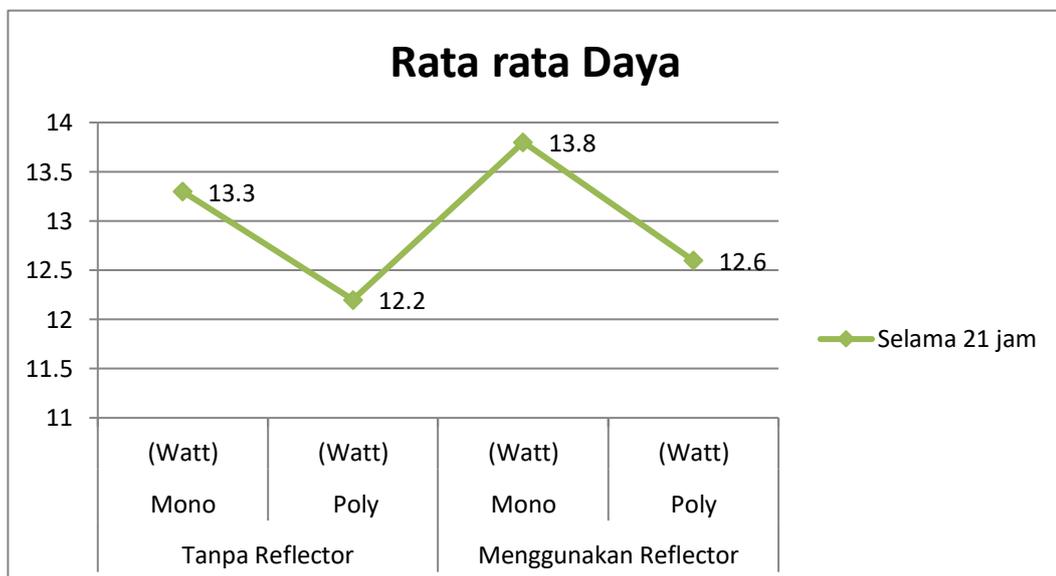
4. Nilai rata rata Daya dari PLTS *Polycrystalline* menggunakan *Reflector*:

$$\text{Nilai rata rata } P_{\text{panel}} = \frac{P_{\text{total}}}{n}$$

$$= \frac{265.01}{21}$$

$$\text{Prata-rata} = 12.6 \text{ W}$$

Pengambilan data dalam 1 hari sebanyak 7 jam jadi  $7 \times 3 = 21$  Jadi selama 21 jam penelitian di lakukan.



Gambar 4.12 Grafik perbandingan Daya rata rata selama 21 jam pada PLTS yang menggunakan Reflector dan tanpa Reflector.

Berdasarkan hasil pengukuran Arus PLTS tanpa reflektor dan menggunakan Reflektor di dapat Daya rata-rata yaitu, untuk PLTS Monocrystalline Tanpa

Reflektor Daya rata-rata sebesar 13.3 Watt, untuk PLTS Polycrystalline Tanpa Reflektor Daya rata-rata sebesar 12.2 Watt, sedangkan untuk PLTS Monocryristalline menggunakan Reflektor Daya rata-rata sebesar 13.8 Watt, untuk PLTS Polycrystalline menggunakan Reflektor Daya rata-rata sebesar 12.6 Watt

Tabel 4.10 Data hasil Rata-rata akhir perbandingan Daya PLTS tanpa reflector dan Menggunakan Reflector

MONOCRYSTALLINE								
Hasil Rata-rata Output Tegangan, Arus dan Daya								
Waktu			Tanpa Reflector			Menggunakan Reflector		
Hari	Waktu pengujian	Sudut Reflector	(Volt)	(Ampere)	(Watt)	(Volt)	(Ampere)	(Watt)
3 Hari	21 jam	120°	20.4	0.65	13.3	20.5	0.67	13.8
POLYCRYSTALLINE								
Hasil Rata-rata Output Tegangan, Arus dan Daya								
Waktu			Tanpa Reflector			Menggunakan Reflector		
Hari	Waktu pengujian	Sudut Reflector	(Volt)	(Ampere)	(Watt)	(Volt)	(Ampere)	(Watt)
3 Hari	21 jam	120°	19.95	0.61	12.2	19.98	0.63	12.6

Tabel di atas menunjukkan hasil akhir dari rata-rata output Tegangan, Arus dan Daya dari panel surya *monocrystalline* dan *polycrystalline* tanpa menggunakan *reflrcor* dan menggunakan *reflector*.

Sangat jelas tabel di atas menunjukkan perbandingan antar panel surya jenis *Monocrystalline* dan panel surya jenis *Polycrystalline*, dari perbandingan diatas yang paling baik iyalah panel surya jenis *Monocrystalline*, karena nilai penyerapannya lebih besar di bandingkan panel surya jenis *Polycrystalline*.

## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan pembahasan pada halaman sebelumnya maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

1. Daya rata-rata output yang di hasilkan pada PLTS *Monocrystalline* tanpa menggunakan *reflector* selama 3 hari pengujian yaitu 13.3 Watt dan daya rata-rata output PLTS *monocrystalline* yang menggunakan *reflector* yaitu 13.8, Sedangkan daya rata-rata output yang di hasilkan pada PLTS *Polycrystalline* tanpa menggunakan *reflector* yaitu 12.2 Watt dan daya rata-rata output PLTS *polycrystalline* yang menggunakan *reflector* yaitu 12.8 Watt.
2. Dari penelitian ini mengetahui tegangan dan arus yaitu dengan pengukuran menggunakan multimeter, sedangkan mengetahui daya yaitu dengan menggunakan perhitungan rumus tegangan di kali dengan arus.
3. Perbandingan daya output yang di hasilkan pada penelitian kali ini terlihat sangat jelas pada data yang di tuangkan pada setiap pengukuran. Di mana penambahan *Reflector* sangat berpengaruh terhadap nilai output yang di hasilkan.

#### **5.2 Saran**

Di sarankan dari penelitian selanjutnya adalah dapat meneliti lebih rinci lagi tentang reflector yang di gunakan selain reflector cermin datar agar mengetahui mana yang lebih efisien di bandingkan menggunakan kaca cermin datar.

Setelah melihat cara kerja dari pembangkit listrik tenaga surya yang ramah lingkungan dan juga sumber energinya terbarukan, sebaiknya kita sebagai warga masyarakat indonesia mulai peduli dan juga berpartisipasi untuk memakai serta mengembangkan teknologi PLTS ini. Jika, teknologi ini berhasil berjalan dan berkembang pesat, dapat di bayangkan berapa jumlah polusi yang berkurang. Serta juga dapat mengurangi Global Warming serta dampak yang di tumbulkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Agung and G. Maharta, “Analisis Perbandingan Output Daya Listrik Panel Surya Sistem Tracking Dengan Solar Reflector,” *J. Ilm. Spektrum*, vol. 3, no. 1, pp. 7–13, 2016.
- [2] S. Aryza, P. Ehkan, W. Khairunizam, and Z. Lubis, “Implementasi Teknologi Greenpeace di Pembangkit Energy Solar Cell pada Daerah Minim Cahaya,” *Semnastek Uisu 2019*, vol. 2, no. 04, pp. 2–5, 2019, [Online]. Available: [jurnal.uisu.ac.id](http://jurnal.uisu.ac.id)
- [3] R. A. Nugroho and F. et Al, “Memaksimalkan Daya Keluaran Sel Surya dengan Menggunakan Cermin Pemantul Sinar Matahari (Reflector),” *Transient*, vol. 3, no. 3, pp. 408–414, 2014.
- [4] N. Nadhiroh and B. D. Wasistha, “KONSENTRATOR ALUMINIUM DAN CERMIN Sistem Monitoring PLTS Dengan Konsentrator .....,” vol. 4, no. 1, pp. 18–23, 2022.
- [5] Q. Nadandi, D. W. Bhadraka, and N. Nadhiroh, “Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan Reflektor Alumunium dan Cermin berbasis LabVIEW Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan .....,” vol. 3, no. 3, pp. 60–66, 2021.
- [6] B. A. B. Ii and T. Pustaka, “Politeknik Negeri Sriwijaya 5 BAB II TINJAUAN PUSTAKA 2.1 Sel surya (fotovoltaik) 2.1.1 Pengertian sel surya (fotovoltaik),” pp. 5–25, 2017, [Online]. Available: <http://katalognatopringsewu.blogspot.co.id/2014/04/cara-menghitung-daya-tenaga-surya.html>
- [7] Y. E. Achyani1, “ANALISA PERBANDINGAN DAYA OUTPUT PLTS MENGGUNAKAN PANTULAN CAHAYA KACA CERMIN DAN CAHAYA MATAHARI LANGSUNG,” *175.45.187.195*, p. 31124, 2018, [Online]. Available: <ftp://175.45.187.195/Titipan-Files/BAHAN WISUDA PERIODE V 18 MEI 2013/FULLTEKS/PD/lovita meika savitri>

(0710710019).pdf

- [8] R. Hutahaean, “Studi Perencanaan Pembangkit Tenaga Surya Pada Komplek Perumahan Royal Gardenia Medan,” *Anal. Kesadahan Total dan Alkalinitas pada Air Bersih Sumur Bor dengan Metod. Titrim. di PT Sucofindo Drh. Provinsi Sumatera Utara*, pp. 1–49, 2018.
- [9] F. R. S. S. Chandrasekhar and jurusan teknik mesin Laily Noor Ikhsanto, “ANALISA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA PADA GEDUNG C FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS ISLAM RIAU,” *Liq. Cryst.*, vol. 21, no. 1, pp. 1–17, 2020.
- [10] LIU, “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Perahu Nelayan,” pp. 151–156, 2020.
- [11] Budi Yuwono, “Optimalisasi panel sel surya dengan menggunakan sistem pelacak berbasis mikrokontroler AT89C51,” pp. 25–26, 2005.
- [12] A. Setiawan, Yuningtyastuti, and S. Handoko, “Daya Keluaran Pada Sel Surya,” *Transient*, vol. 4, no. 4, pp. 926–932, 2015.
- [13] S. Yuliananda, G. Sarya, and R. Retno Hastijanti, “Pengaruh Perubahan Intensitas Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Surya,” *J. Pengabd. LPPM Untag Surabaya Nop.*, vol. 01, no. 02, pp. 193–202, 2015.
- [14] P. Planar, T. Gas, K. Akagi, A. Siratori, M. Iha, and A. Peronio, “Tingkatkan kinerja modul surya dengan reflektor Tingkatkan kinerja modul surya dengan reflektor,” pp. 0–7, 2018.
- [15] H. S. Utomo, “Optimalisasi Nilai Daya Dan Energi Listrik Pada Panel Surya Polikristal Dengan Teknologi Scanning Reflektor Cermin Datar,” *Univ. Jember*, pp. 1–76, 2016.
- [16] K. Nasional, I. Sosial, and B. E. Measurement, “PENERAPAN DAN PENGGUNAAN ALAT UKUR MULTIMETER PADA PENGUKURAN KOMPONEN ELEKTRONIKA Martias,” pp. 222–226, 2017.
- [17] P. Harahap, “Pengaruh Temperatur Permukaan Panel Surya Terhadap Daya

Yang Dihasilkan Dari Berbagai Jenis Sel Surya,” *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 2, pp. 73–80, 2020, doi: 10.30596/rele.v2i2.4420.

- [18] A. Makruf, R. Rahmadhani, P. S. Ningsih, W. Jayaditama, and N. Rani, “Pengukuran Tegangan , Arus , Daya Pada Prototype PLTS Berbasis Mikrokontroler Arduin Uno,” vol. 5, no. 1, pp. 8–16, 2020.

**LAMPIRAN**

Gambar 1. Bahan Penelitian



Gambar 2. Pengukuran Tanpa menggunakan Reflector Cermin Datar



Gambar 3. Pengukuran menggunakan Reflector Cermin Datar



Gambar 4. Pengukuran Hari Pertama



Gambar 5. Pengukuran Hari Kedua



Gambar 3. Pengukuran Hari Ketiga

## LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

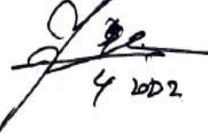
Judul : Analisis Output Daya Listrik Menggunakan Solar Reflector Pada Panel Surya Monocrystalline Dan Polycrystalline

Nama : Satria Wibowo

NPM : 1807220055

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	16/2/2022	pada bab 1 general melde perbanyan bacaan ptkb.	
2.	23/2/2022	pada bab 1 melde cari rp. Resi yg melde k judul.	
3.	25/2/2022	layat bab 2 general melde.	
4.	8/3/2022	perbanyan bacaan dan perbanyan telwa pada bab 2.	
5.	15/3/2022	layat buat diagram alir dan judul pelatoh.	
6.	19/3-2022	perbanyan telwa pada bab 3.	
7.	28/3-2022	Baca jurnal melde judul, Resum Melde dan melde.	

8. 9/4/2022 Pce seminar paper

  
4 2022

Dosen Pembimbing

  
Partaonan Harahap, S.T, M.T.

### LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Satria Wibowo  
 Npm : 1807220055  
 Judul : Analisis Output Daya Listrik Menggunakan Solar Reflector Pada Panel Surya Monocrystalline Dan Polycrystalline.  
 Dosen Pembimbing : Partaonan Harahap, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Keterangan / Uraian	Paraf
1.	6/6/2022.	perbaiki file trial supro	J.
2.	20/6/2022	Buat bab 3 dgn metode penelitian.	J.
3.	7/7/2022	Lengkap bab 4	J.
4.	28/7/2022	Buat abstrak	J.
5.	10/8/2022	Buat perbandingan daya pd Reflektor	J.
6.	16/8/2022	Uraikan paginasi Revisi ke file.	J.
7.	29/9-2022.	Ace minor final.	J.

Dosen Pembimbing



Partaonan Harahap, S.T., M.T