

## PENGESAHAN

# ANALISA PERBANDINGAN DAYA OUTPUT PANEL SURYA 50 WP PANTULAN KACA CERMIN DAN CAHAYA LANGSUNG

## TUGAS AKHIR

Oleh :

**JOSUA RIZKY MALAU**

**NPM : 20330015**

Lulus Sidang Tugas Akhir tanggal : 27 Agustus 2024

Periode Semester GENAP T.A 2023/2024

Disahkan dan disetujui oleh :

Pembimbing I,



Dr. Ir. Timbang Pangaribuan, M.T.

NIDN : 01211026402

Pembimbing II,



Ir. Fiktor Sihombing, M.T.

NIDN : 0116046001

Diketahui Oleh :

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Ir. Lestina Siagian, M.Si

NIDN : 0120125901

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. Timbang Pangaribuan, M.T.

NIDN : 0121026402

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia, yang terletak di garis khatulistiwa, memiliki iklim tropis dengan sumber daya alam yang melimpah. Selama ini, pemanfaatan sumber daya tersebut sebagian besar bergantung pada minyak bumi, salah satu jenis energi fosil. Namun, cadangan energi ini semakin menipis dan tidak dapat diperbarui, sementara kebutuhan listrik terus meningkat. Permintaan listrik di Indonesia tumbuh sekitar 7% setiap tahun. Salah satu solusi untuk mengatasi krisis energi ini adalah melalui *Energy Harvesting* (pemanenan energi), yang bertujuan mengembangkan potensi energi alternatif atau energi terbarukan. Salah satu sumber energi terbarukan yang dapat diandalkan bisa menggantikan fosil yang menyusut adalah energi matahari. Energi yang diperoleh dari teknologi fotovoltaik diproyeksikan akan menghasilkan lebih banyak energi di masa depan dibandingkan dengan energi terbarukan lainnya. Sumber energi matahari yang tak terbatas menjadikannya lebih unggul dibandingkan energi fosil yang semakin semakin meningkat berkurang. Selain itu, modul sel surya yang dimanfaatkan dalam Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dinilai memberikan keuntungan jangka panjang yang signifikan.

Dua jenis teknologi panel surya adalah teknologi energi surya listrik/photovoltaic (TPV) dan teknologi surya termal (TST). Modul sel surya atau photovoltaic (PV) mengubah energi matahari dari cahaya menjadi energi listrik, yang dilakukan oleh sel surya. Dengan panjang gelombang sekitar 250–2500 nm, sel surya dapat menyerap foton dari pancaran sinar matahari. Tegangan keluaran setiap sel surya berkisar antara 0,5 dan 0,6 volt. Modul sel surya bekerja berdasarkan efek photovoltaic. Arus mengalir antara lapisan N dan P yang muatannya berlawanan melalui foton yang dihasilkan oleh sel surya.

Namun, sebagai unit PLTS, sel surya menghadapi beberapa tantangan. Berbeda dengan pembangkit listrik jenis lain, daya keluaran sel surya sangat kecil. Selain itu, sel surya memengaruhi kondisi alam seperti kondisi awan, perubahan posisi matahari, yang mencakup perubahan gerak semu harian dan tahunan.

Memodifikasi sumber keradiansiasi agar dapat menangkap dan menyerap energi matahari secara maksimal sehingga meningkatkan efisiensi tegangan keluaran secara optimal. Upaya yang bisa dilakukan sebagai solusi diatas adalah penambahan reflector pada modul solar cell.

Hal tersebut didukung berdasarkan penelitian terdahulu yaitu Nugroho (2014), Utama (2019) dan Nadandi (2021). Penambahan reflector pada penelitian ini menggunakan cermin datar yang memiliki pemantulan teratur. Pemilihan cermin datar tersebut agar dapat memantulkan gelombang cahaya matahari pada permukaan Photovoltaic (PV) sehingga intensitas cahaya matahari yang ditangkap bisa maksimal.

Penerimaan intensitas cahaya matahari yang semakin meningkat berbanding lurus dengan peningkatan daya output dan efisiensi modul solar cell. Cahaya matahari harus diarahkan tegak lurus dan menyesuaikan arah gerak matahari. Reflector ditempatkan pada posisi sudut tertentu guna mendapatkan jumlah intensitas cahaya matahari secara maksimal dan tidak terjadi partial shading. Tujuan penelitian ini adalah untuk “ANALISA PERBANDINGAN DAYA OUTPUT PANEL SURYA 50 WP PANTULAN KACA CERMIN DAN SECARA LANGSUNG

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini

1. Berapakah selisih daya output dari photovoltaic menggunakan reflector cermin dengan sudut  $80^\circ$   $70^\circ$   $60^\circ$  dan tanpa menggunakan reflector cermin?
2. Bagaimana melengkapi sistem yang diuji dengan pengukuran sehingga perbandingan daya output menggunakan reflector atau tanpa reflector dapat di peroleh?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini adalah

1. Menganalisis perbandingan nilai tegangan pada photovoltaic tanpa reflector dan menggunakan reflector.
2. Menganalisis selisih daya outout dan input tanpa reflector dan menggunakan reflector.

## **1.4 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah

1. Seperti apa photovoltaic yang digunakan.
2. Seperti apa reflector yang digunakan.
3. Seperti apa pembuktian pengukuran.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah

1. Membawah wawasan dan pengetahuan tentang pembangkit listrik tenaga surya
2. Memanfaat kan enargi sinar matahari
3. Sebagai bahan acuan peningkatan hasil energi menggunakan solar cell di daerah yang minim cahaya matahari.

## **1.6 Metodologi Penulisan**

Metode penulisan yang akan dilakukan adalah dengan melakukan langkah-langkah sebagai berikut :

### **1. Studi litelatur**

Studi litelatur ialah pendekatan penelitian yang dilakukan dengan cara mencari referensi atas landasan teori yang relevan dengan kasus atau permasalahan yang ditemukan. Refensi tersebut bisa dicari dari buku, jurnal, artikel, laporan penelitian dan situs-situs online internet. Out put yang dihasilkan dari studi literatur ialah terkoleksinya refensi yang relefan dengan rumusan masalah.

### **2. Observasi lapangan**

Melakuan obervasi lapangan, dengan pengamatan secara langsung ke lapangan analisis data dan kesimpulan data sampai dengan penulisannya mempergunakan aspek pengukuran, perhitungan, rumus, kepastian data nuemerik.

### **3. Analisa dan pengujian**

Analisa adalah tindakan yang memuat sejumlah kegiatan seperti mengurangi, membedakan, memilah sesuatu untuk digolongkan dan dikelompokan menurut kriteria tertentu kemudian dicari kaitannya dan ditafsirkan untuk mengetahui mutu suatu (ketulenan, kecakapan, dan sebagiannya).

## **1.7 Sistematika Penulisan**

Penulisan skripsi ini terdiri dari 5 bab diantara nya :

### **Bab I : PENDAHULUAN**

Bab ini membahas latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, dan proses penelitian.

### **Bab II : LANDASAN TEORI**

Bab ini berisi tentang teori penunjang untuk bahan penelitian yang diperoleh dari sumber referensi untuk menyusun kerangka teori dan konseptual.

### Bab III : METODE PENELITIAN

Bab ini memuat metodologi dari penelitian yang digunakan berupa tempat dan waktu penelitian. Instrumen penelitian, metode pengumpulan, jenis data, tahapan penelitian dan diagram alir penelitian.

### Bab IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini memberikan penjelasan tentang data yang diperoleh dari penelitian dan analisis dari seluruh proses penelitian

### Bab V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini mencakup kesimpulan tentang proses yang dilakukan selama penelitian dan rekomendasi untuk membantu penelitian selanjutnya untuk mencapai hasil yang lebih baik.

### DAFTAR PUSTAKA

Berisi daftar literatur yang digunakan untuk memenuhi kelengkapan penelitian

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Teknologi Ada dua kategori energi surya: teknologi surya termal dan energi surya listrik atau Banyak negara telah mengembangkan sistem photovoltaic. PV membutuhkan area yang cukup besar untuk menghasilkan lebih banyak energi karena efisiensi yang masih rendah. Studi yang berkaitan dengan pembangkit listrik yang berhubungan dengan sumber Sudah banyak upaya dilakukan untuk mengembangkan energi alternatif. Salah satu manfaat energi yang diproduksi oleh sel surya bisa digunakan untuk memenuhi kebutuhan pribadi. Metode yang dilakukan dalam pemanfaatan solar cell sebagai sumber energi listrik rumah tangga yaitu dilakukannya pengukuran jumlah energi yang dapat disuplai oleh solar cell. Beberapa penelitian tentang pembangkit listrik tenaga surya PLTS yang dilakukan adalah :

Penelitian I B Kd Surya Negara, I Wayan Arta Wijaya, A A Gd Maharta Pelayun, “Analisis Perbandingan Output Daya Listrik Panel Surya Sistem Tracking Dengan Solar Reflector”(2016), menjelaskan dalam upaya untuk meningkatkan efisiensi output daya listrik panel surya, yaitu dengan sistem tracking dan solar reflector. Penambahan solar reflector pada panel surya menyebabkan peningkatan intensitas cahaya matahari pada permukaan panel surya, dikarenakan adanya sinar pantul dari solar reflector yang jatuh pada permukaan panel surya. Dari beberapa paparan upaya untuk memaksimalkan output daya listrik panel surya, maka pada penelitian ini akan dilakukan suatu penelitian tentang perbandingan antara dua upaya tersebut. Untuk memberikan informasi suatu perbandingan yang menghasilkan output daya listrik yang lebih maksimal dari perbandingan antara sistem tracking panel surya dengan solar reflector.

Penelitian Ahmad Febri Rismawan “Pengaruh Penggunaan Model Reflektor Pada Solar Home System 273 Watt Hour Terhadap Energi Yang Dibangkitkan”(2019), menjelaskan untuk mengoptimalkan output dari panel surya agar efisiensinya meningkat, salah satunya yaitu dengan solar reflector. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui langkah-langkah merencanakan

Solar Home System dengan menambahkan reflektor cermin cekung dan hasil analisis output panel surya berupa tegangan, arus, daya, energi dan irradiance pada Solar Home System setelah ditambahkan reflektor cermin cekung. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen dengan cara melakukan dua tahap pengujian untuk memperoleh model reflektor terbaik dan mengimplementasikan pada Solar Home System. Hasil penelitian menunjukkan output panel surya mengalami peningkatan irradiance mencapai 65% pada jam 16.00WIB, tegangan rata-rata pengisian 14,73 V, Arus pengisian mencapai 5,1 A, daya puncak mencapai 78 W, jumlah daya yang dihasilkan sebesar 392,4 Wh, jumlah arus yang dihasilkan sebesar 28,695 Ah serta terbukti mampu meningkatkan efisiensi = 23,78 %.

Penelitian Prasetyo AB, “Analisa Perbandingan Daya Output Plts Menggunakan Pantulan Cahaya Kaca Cermin Dan Cahaya Matahari Langsung” (2019), Dalam penelitian ini, cermin datar yang berfungsi sebagai reflektor sinar matahari dipasang dengan kemiringan tertentu mengelilingi seluruh bidang modul sel surya, meningkatkan luas permukaan tangkap sinar matahari pada sisi bidang sel surya. Selain itu, panjang cermin datar yang digunakan sebagai reflektor diubah. Pada pengujiannya, modul sel surya diposisikan dengan kemiringan yang signifikan yang mengikuti pergerakan matahari dari timur ke barat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin luas reflector, semakin banyak daya listrik yang dihasilkannya, dan semakin efisiensi yang dihasilkannya. Namun, menarik untuk dicatat bahwa peningkatan tersebut tidak berurutan, yang menunjukkan bahwa pengaruh penambahan memiliki batas tertentu Luas reflector tidak akan memengaruhi kinerja modul solar cell tersebut.



## 2.2 Energi Listrik

Energi listrik dibutuhkan untuk mengaktifkan peralatan listrik, yang memerlukan arus listrik (A) dan tegangan listrik (V) atau konsumsi daya listrik (W). Jika didalam sebuah rangkaian diberi beda potensial V sehingga mengalirkan suatu muatan listrik sejumlah Q dan arus listrik sebesar I, maka energi listrik yang diperlukan:

$$E = Q.V \text{ dengan } Q = I.t \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

E = Energi listrik ( Joule)

W = Daya listrik (Watt)

Q = Muatan listrik ( Coulomb)

V = Beda potensial ( Volt )

I = Arus Listrik( Ampere)

t = Waktu ( Sekon)

E merupakan energi listrik dalam satuan joule, dimana 1 joule adalah energi diperlukan untuk memindahkan satu muatan sebesar 1 coulomb dengan beda potensial 1 volt. Sehingga 1 joule=Coulomb x volt. Sedangkan pada muatan per satuan waktu adalah kuat arus yang mengalir maka energi listrik bisa ditulis, karena  $I = \frac{Q}{t}$  maka didapatkan perumusan:

$$E = (I.t).V \dots\dots\dots(2.2)$$

$$E = V.I.t \dots\dots\dots(2.3)$$

Jika persamaan tersebut dihubungkan dengan hukum Ohm (= I. R) maka diperoleh persamaan:

$$E = I.R.I \dots\dots\dots(2.4)$$

$$E = I^2.R.t \dots\dots\dots(2.5)$$

$$V=I.R \dots\dots\dots(2.6)$$

$$I = \frac{V}{R} \dots\dots\dots(2.7)$$

$$P = \frac{V.I}{V} \dots\dots\dots(2.8)$$

$$P = V \cdot \frac{V}{R} \dots\dots\dots(2.9)$$

$$P = \frac{V^2}{R} \dots\dots\dots(2.10)$$

$$E = \frac{V^2}{R} \cdot t \dots\dots\dots (2.11)$$

Persamaan diatas menunjukkan bahwa jumlah energi listrik tergantung pada muatan, beda potensial, arus listrik, hambatan dan waktu. Semakin besar muatannya, semakin besar arusnya, beda potensial dan waktu, semakin besar energinya. Adapun hambatannya, semakin besar hambatannya, semakin rendah energinya.

### **2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)**

Pembangkit Listrik Tenaga Surya adalah pembangkit listrik dengan memanfaatkan sinar matahari dengan menggunakan “Photovoltaic cell atau solar sell” energi tersebut yang diubah menjadi energi listrik. Unsur utama yang memungkinkan diperolehnya energi listrik dari cahaya matahari secara langsung adalah sel surya, energi photovoltaic (PV) merupakan sumber tenaga listrik yang sesuai untuk berbagai penggunaan yang memerlukan listrik yang relatif terbatas. Suatu PLTS memiliki komponen utama yaitu panel surya, solarcharger controller, inverter dan baterai atau AKI (Sukandarrumidi dkk, 2013).

### **2.4 Bagian-Bagian PLTS**

#### **2.4.1 Energi Matahari**

Energi Matahari merupakan sumber energi utama untuk seluruh proses yang terjadi di Bumi. Di Bumi, energi harian cukup membantu untuk beberapa proses fisiologis dan biologis. Radiasi merupakan suatu proses perpindahan energi (panas) dalam bentuk elektromagnetik tanpa memerlukan perantara zat. Energi Matahari dapat ditransfer ke permukaan Bumi melalui radiasi (pancaran), karena tidak ada zat perantara antara Bumi dan Matahari. Di sisi lain, radiasi elektromagnetik adalah jenis gelombang yang dimasukkan ke dalam listrik dan bahan bermagnet, memungkinkan kecepatan sangat tinggi dan tidak memerlukan zat atau media perantara.

Sinar matahari yang merupakan gelombang elektromagnetik pendek menuju atmosfer dianggap 100% sampai ke lapisan atmosfer. Namun irradiasi ini tidak bisa di teruskan karena keseluruhannya terjadi pantulan dengan rata-rata sebesar 31%. Maka irradiasi yang dapat mencapai atmosfer sekitar 69% Jumlah tersebut akan diserap oleh atmosfer sebesar

17,4% dan permukaan tubuh sebesar 4,3% sehingga menghasilkan luas permukaan sebesar 47,326%. Beberapa nilai yang hancur di permukaan tubuh diantaranya :

- a. Laut :37,7 %
- b. Samudera : 14,3 %
- c. Kehidupan numi (tumbuh-tumbuhan , dll) : 0,1 %
- d. Panas bumi : 0,02 %
- e. Kehidupan manusia : 0,004 %
- f. Angin gelombang : 0,2 %

#### **2.4.2 Sel Surya**

Panel surya adalah kumpulan panel surya yang dirancang untuk menyerap matahari secara efisien. Sel surya terdiri dari semikonduktor dengan sambungan p-n, atau ikatan p-dan-n. Ketika semikonduktor diberi tekanan, terjadi ikatan elektron-elektron, yang juga dikenal sebagai aliran listrik (Hasbullah, MT). Meski begitu, Sel Surya tetap terus menyerap sinar matahari. Sel surya sendiri terdiri dari berbagai komponen fotovoltaik, atau komponen yang dapat mengubah cahaya menjadi listrik. Secara umum panel surya menutupi permukaan matahari dan menyimpan energi yang dihasilkan oleh baterai. Sistem ini juga dapat beroperasi pada hari cerah, hari berawan, atau di malam hari. Sel surya terbuat dari keping (wafer) bahan semikonduktor dengan kutub positif dan negatif. Sebagaimana dioda, hanya permukaannya dibuat luas untuk bisa menangkap cahaya matahari sebagaimana mungkin. Keuntungan utama panel surya adalah untuk menghemat listrik, sedangkan kelemahannya adalah biayanya pemasangan yang relatif mahal. Biaya pembuatan panel surya di Indonesia bisa mencapai Rp 33,7 juta jika menghasilkan listrik 3.145 kWh per tahun atau 262 kWh listrik per bulan. Listrik dihasilkan oleh panel surya yang bersih dan tidak dapat berubah bentuk. Itu sebabnya penggunaan panel surya secara terus menerus melindungi bumi dari pemanasan global.

Panel surya terdiri dari 3 lapisan: lapisan panel P di atas, lapisan partisi di tengah, dan lapisan N di bawah. Fenomena fotolistrik Dalam hal ini, sinar matahari melewatkan elektron dari lapisan panel P sehingga menyebabkan proton turun ke lapisan N dan aliran Proton yang bergerak disebut arus listrik.

Dalam bentuk lain, arus listrik dihasilkan oleh foton cahaya yang diyakini mampu melewati elektron melalui semikonduktor tipe-N dan aliran tipe P. Mirip dengan fotodiode (photodiode), sel surya yang disebut juga sel surya ini memiliki muatan positif dan negatif yang berkaitan dengan suatu jangkauan atau perangkat yang membutuhkan sel surya. Arus dan tegangan yang dihasilkan oleh matahari. Gambar 2.1 menunjukkan keterangan dari panel surya.

Intensitas irradiasi matahari dan suhu lingkungan adalah dua faktor fisik yang mempengaruhi radiasi matahari. Intensitas radiasi matahari suhu relatif lebih tinggi daripada intensitas radiasi tetap, tetapi energi yang diterima sel surya sebanding dengan tegangan dan arus listrik yang dihasilkannya, maka tegangan panel surya berkurang dan arus listrik yang dihasilkan bertambah. Tegangan yang dihasilkan oleh panel surya adalah tegangan DC. Daya masukan panel surya adalah intensitas cahaya irradiasi cahaya matahari ( $W/m^2$ ) dan luas penampang Panel surya ( $m^2$ ). Dapat digunakan untuk menentukan daya input panel surya rumus persamaan berikut:

$$P_{in} = I_{rad} \times A \dots\dots\dots (2.12)$$

Keterangan:

$P_{in}$  = Daya yang masuk pada panel surya (W)

$I_{rad}$  = Intensitas cahaya matahari ( $W/m^2$ )

$A$  = Luas penampang panel surya ( $m^2$ )

Sedangkan Untuk menentukan daya output dari panel surya digunakan rumus dari persamaan berikut:

$$P_{out} = V_{PV} \cdot I_{PV} \dots\dots\dots (2.13)$$

Keterangan:

$P_{out}$  = Daya yang keluar pada panel surya (W)

$V_{PV}$  = Tegangan panel surya (V)

$I_{PV}$  = Arus keluar panel surya (A)

Efisiensi modul surya adalah ukuran keluaran listrik modul surya dibagi dengan luas penampang dan intensitas sinar matahari. Secara umum, semakin tinggi efisiensi panel surya, semakin banyak listrik yang dihasilkan oleh panel surya. Persamaan yang digunakan untuk menghitung efisiensi panel surya adalah sebagai berikut:

$$n = \frac{P_{out}}{G \times A} \times 100\% \dots \dots \dots (2.14)$$

Keterangan:

n = Efisiensi panel surya(%)

P<sub>out</sub> = Daya yang keluar pada panel surya(W)

G =Intensitas cahaya matahari(watt/m<sup>2</sup>)

A =Luas penampang panel surya



Gambar 2.1 Panel Surya

**Jenis-Jenis Panel Surya:**

**1 Monocrystalline Silicon**

Solar panel monokristalin silicon adalah jenis pertama yang akan kita bahas. Karena kelebihanannya, sel surya jenis ini paling banyak digunakan karena terbuat dari silikon yang diiris tipis, yang memungkinkan irisan lebih tipis dan memiliki sifat yang sama. Sel surya jenis ini dianggap sebagai salah satu yang paling efisien karena kelebihanannya. Ini karena penampangnya menyerap sinar matahari dengan lebih efisien daripada bahan sel surya lainnya. Bahan sel surya ini memiliki efisiensi konversi sinar matahari menjadi listrik sekitar 15%. Meskipun mereka memiliki ukuran penampang yang sama, jumlah ini cukup besar dibandingkan dengan material struktur sel surya lainnya. Karena sangat sesuai dengan kebutuhan sehari-hari, panel surya ini menjadi salah satu yang paling banyak digunakan. Dengan panel surya ini, Anda dapat menggunakan berbagai perangkat listrik, seperti pompa submersible. Sayangnya, untuk berfungsi, panel surya jenis ini membutuhkan cahaya yang sangat terang.

Efektivitasnya menurun saat cuaca mendung dan mendung. Berikut gambar 2.2 menunjukkan keterangan dari monocrystalline silicon.



Gambar 2.2 Monocrystalline Silicon

## 2 Polycrystalline Silicon

Polycrystalline silicon adalah jenis lain dari panel surya yang dapat digunakan. Teknologi panel surya ini terbuat dari batang silikon yang melebur. Kelebihan teknologi panel ini adalah tata letak yang lebih rapat dan bersih. Teknik panel surya ini memiliki kekurangan yang sangat mirip dengan silikon monokristalin yang disebutkan di atas. Karena karakteristiknya, panel surya ini biasanya memiliki tampilan yang unik karena terlihat memiliki celah pada sel surya. Salah satu kelemahan modul surya polikristalin adalah jika digunakan di area terbuka dan sering berawan. Jika ditempatkan atau digunakan di area seperti itu, efektivitasnya akan menurun. Silikon polikristalin memiliki efisiensi yang lebih rendah dibandingkan dengan silikon monokristalin. Oleh karena itu, panel surya jenis ini membutuhkan penampang yang lebih besar untuk menghasilkan jumlah listrik yang sama. Berikut gambar 2.3 menunjukkan keterangan dari polycrystalline silicon



Gambar 2.3 Polycrystalline Silicon

### 3 Thin Film Solar Cell

Sel surya film tipis adalah teknologi panel surya yang terdiri dari sel surya tipis yang kemudian ditempelkan pada lapisan dasar. Secara fisik, panel surya ini mirip dengan film sel surya dua lapis. Keunggulan teknologi panel surya ini terletak pada sifat fisiknya. Seperti namanya, teknologi panel surya ini sangat kecil, yang membuatnya lebih ringan dan fleksibel. Selain itu, teknologi panel surya ini cocok dengan lampu neon. Kelemahannya adalah panel surya ini sangat tidak efisien. Berikut gambar 2.4 menunjukkan keterangan dari thin film solar cell.



Gambar 2.4 Thin Film Solar Cell

### 4 Compound Thin Film Triple Junction Photovoltaic

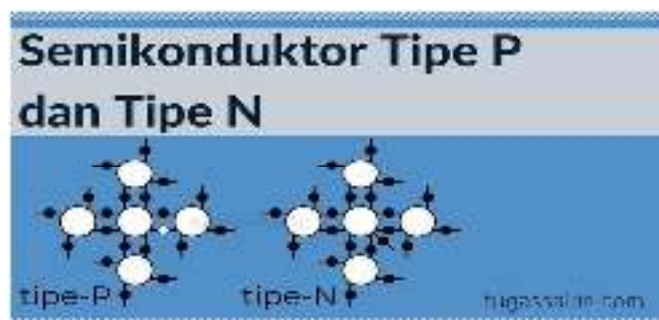
Seperti yang disebutkan sebelumnya, panel surya terdiri dari dua lapisan oleh karena itu, teknologi panel surya ini terdiri dari tiga lapisan, seperti namanya. Sebenarnya, teknologi panel surya jenis ini digunakan pada peralatan yang diluncurkan ke luar angkasa; namun, Anda tidak dapat menggunakannya untuk kebutuhan sehari-hari seperti menyalakan barang elektronik, memasak, memanaskan air, atau menggunakan pompa air tenaga surya. Akibatnya, sifatnya dan efisiensinya sangat tinggi. Sebanding dengan jenis energi matahari lainnya, perangkat ini dapat menghasilkan listrik hingga 5% lebih banyak. Namun, dibandingkan dengan teknologi panel surya lainnya, panel surya jenis ini biasanya sangat rapuh dan memiliki bobot yang sangat tinggi. Berikut gambar 2.5 compound thin film junction photovoltaic.



Gambar 2.5 Compound Thin Film Junction Photovoltaic.

### 2.4.3 Semikonduktor Tipe-P dan Tipe-N

Ketika kristal silikon ditambahkan dengan unsur golongan kelima, seperti arsen, atom arsen menempati ruang di antara atom silikon, menyebabkan elektron bebas muncul pada material campuran. Elektro bebas ini berasal dari arsen memiliki lebih banyak elektron daripada silikon di lingkungannya. Sebaliknya, ketika kristal silikon ditambahkan dengan unsur golongan ketiga, seperti boron, semikonduktor tersebut memiliki lubang bermuatan positif karena elektron valensi boron lebih rendah daripada silikon. Akibatnya, semikonduktor ini disebut semikonduktor tipe-n. Jenis semikonduktor ini disebut semikonduktor tipe-p karena memiliki tambahan pembawa muatan yang membuatnya menghasilkan pembawa muatan lebih banyak daripada semikonduktor tipe-n atau tipe-p ketika diberikan sejumlah energi tertentu, baik pada semikonduktor tipe-n maupun tipe-p.



Gambar 2.6 Semikonduktor Tipe-P Dan Tipe-N



## 2.5 Parameter Sel Surya

Dalam waktu pengoperasian minimum, parameter lain yang juga mempengaruhi panel surya yaitu :

### a. Ambient air temperature (suhu)

Ketika sebagian besar sinar matahari tetap berada dalam kisaran suhu normal 25 derajat Celcius, sel fotovoltaik dapat berfungsi pada kapasitas maksimumnya. Namun jika suhunya lebih tinggi dari normal maka akan menurunkan besarnya tegangan yang dihasilkan karena setiap suhu mencapai 1 derajat Celcius dari 25 derajat maka akan menurunkan besarnya tegangan yang dihasilkan sebesar 0,4 persen dari total energi yang dihasilkan sebesar 8 derajat, atau akan mengurangi jumlah lipatan yang digunakan untuk mengukur suhunya setiap 10 derajat Celcius.

### b. Radiasi Matahari

Jumlah cahaya matahari tertangkap di bumi dan yang dapat diubah akan sangat bergantung pada keadaan spektrum cahaya jenuh tubuh. Intensitas radiasi matahari akan mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap jumlah sinar matahari dan derajat tertentu pada tegangan. Artinya, ketika intensitas radiasi matahari yang dihasilkan sel fotovoltaik semakin kuat, maka arus juga akan semakin kuat. Hal ini juga dapat menentukan Maksimum Power Point suatu titik pada suatu kondisi yang posisinya dekat dengan suatu titik yang semakin mengalami deformasi.

### c. Orientasi Sel Surya (Array)

Orientasi panel surya sangat penting karena panel fotovoltaik (array) yang diposisikan miring menghadap arah sinar matahari secara ideal dapat menghasilkan energi yang paling sedikit. Lebih jauh lagi, jika bidang sel surya tidak mampu mempertahankan kekuatannya terhadap cuaca, maka lebih banyak pekerjaan yang harus dilakukan pada panel tersebut karena harus dipahami bahwa hubungan panel dengan cuaca akan berubah setiap hari dalam seminggu.

## **2.6 Reflector**

Reflector adalah sebuah alat yang memantulkan suara, radiasi, atau cahaya elektro magnetis. Sebuah reflector yang memantulkan cahaya terdiri dari sejumlah benda yang menyerupai cermin yang diatur dalam sudut tertentu. Ada reflector yang bulat, segiempat dan segitiga. Adapun benda-benda yang mempunyai sifat cahaya tersebut adalah cermin. Berdasarkan dari bentuk permukaannya, cermin dibedakan menjadi cermin lengkung serta cermin datar. Cermin lengkung dibedakan menjadi 2 macam, yaitu cermin cembung serta cermin cekung ( Doddy Prasetya, 2019).

Berikut sedikit penjelasan mengenai beberapa karakteristik dari cermin :

### **1. Cermin Datar**

Cermin datar adalah jenis cermin yang mempunyai permukaan tidak melengkung. Cermin datar adalah cermin biasanya digunakan untuk berhias. Sifat cermin datar yang mencakup :

- a. Memiliki ukuran bayangan yang sama dengan dengan ukuran bendanya.
- b. Jarak antara bayangan yang dihasilkan sama dengan ukuran jarak benda ke cermin tersebut.
- c. Bayangan yang terbentuk dari cermin datar bersifat semu atau maya (bayangan dapat di lihat, namun tidak dapat ditangkap layar).
- d. Bayangan di cermin datar adalah tegak.

### **2. Cermin Cembung**

Cermin Cembung merupakan jenis cermin yang memiliki permukaan dengan bentuk melengkung ke luar. Pada bagian tengah cermin akan memiliki jarak lebih dekat ke benda dari pada bagian tepiannya. Contoh Cermin Cembung disetiap harinya, biasanya digunakan pada kaca spion kendaraan.

### **3 Cermin Cekung**

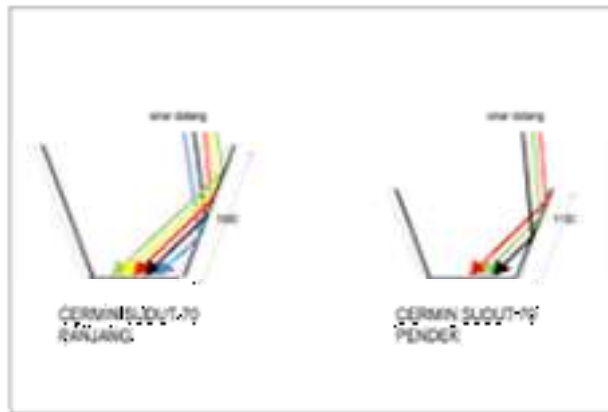
Cermin Cekung adalah jenis cermin yang mempunyai permukaan berbentuk cekung atau lengkungan teratur ke bagian dalam mirip dengan bentuk permukaan bola. Contoh penggunaan cermin cekung pada kehidupan sehari – hari biasanya digunakan untuk pemantulan lampu kendaraan, agar cahaya yang dihasilkan tampak menyebar atau tidak bertumpu pada satu titik saja.

### **2.6.1. Prinsip Kerja Reflector**

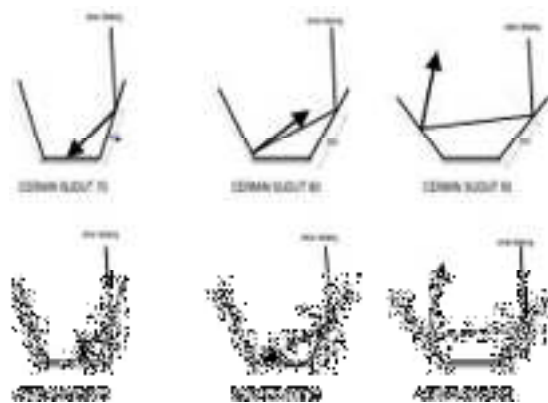
Banyak atau sedikit tegangan yang dihasilkan oleh modul solar cell bergantung pada jumlah cahaya yang dihasilkan oleh sinar matahari. Akibat pergerakan matahari membuat cahaya yang dibuat dengan dimodifikasi untuk meningkatkan efisiensi penyerapan cahaya matahari, sehingga modul sell surya harus diubah agar cahaya yang masuk kedalam semikonduktor bisa merata, untuk itu diperlukan reflector yang berupa cermin datar agar solar cell mampu menangkap cahaya secara efektif sehingga tegangan yang dihasilkan bisa maksimal, dengan menyesuaikan pergerakan matahari maka posisi reflector harus disesuaikan dengan sudut-sudut tertentu untuk memperoleh hasil yang maksimal. dengan menyesuaikan pergerakan matahari maka posisi reflector harus disesuaikan dengan sudut-sudut tertentu untuk memperoleh hasil yang maksimal. Reflector adalah permukaan yang dapat memantulkan atau mencerminkan gelombang cahaya (Reynaldo, 2016).

Penempatan reflector ini akan ditempatkan dibagian samping dari modul solar cell sehingga ada sudut-sudut tertentu agar pantulan dari sinar matahari dapat mengenai permukaan modul solar cell. Penelitian ini menggunakan satu buah solar cell dengan kapasitas 20 WP dan juga dengan menggunakan penambahan reflector kaca cermin sebanyak dua buah yang dipasang disisi samping solar cell. Cermin kaca datar telah digunakan sebagai reflector untuk mengetahui perbedaan tegangan keluaran solar cell (Sucipta,2015).

Perbandingan hasil pengukuran tersebut disebabkan oleh adanya perbedaan ukuran cermin datar yang digunakan. Menggunakan cermin yang lebih panjang memungkinkan banyaknya sinar pantul yang jatuh kepermukaan panel surya. Perbedaan pengaruh panjang cermin datar dapat dilihat dan per-bedaan tersebut juga dipengaruhi oleh sudut reflector.Karena dilihat dari sifat cahaya yang terpantul pada cermin datar memiliki sifat sudut sinar datang sama dengan sudut sinar pantul. Menggunakan 2 cermin yang berhadapan dengan sudut 700 – 900 memungkinkan sinar yang tertangkap lebih sedikit terbuang (Reynaldo, 2016).



Gambar 2.7 Pengaruh Panjang Cermin Datar Terhadap Output Solar Cell  
 Gambar 2.7 menunjukkan pengaruh penggunaan cermin yang efektif terhadap output solar cell. Penempatan cermin dengan sudut  $70^\circ$  memungkinkan daya pantul cahaya yang masuk ke panel lebih maksimal, sehingga daya yang dihasilkan oleh panel juga dapat meningkat.



Gambar 2.8 Pengaruh Sudut Reflector Terhadap Solar Cell  
 Gambar 2.8 menunjukkan pengaruh sudut reflektor terhadap pantulan cahaya yang masuk ke solar sel dengan beberapa kemiringan sudut reflektor. Cermin dipasang sejajar dengan permukaan atas bagian panel, sehingga untuk menentukan besar sudut pada reflektor dapat mudah diketahui dengan jelas berapa sudut yang digunakan dan mudah untuk difahami. Penempatan reflektor dapat dilihat pada gambar 2.7 dan 2.8.

Pemantulan teratur terjadi apabila cahaya mengenai permukaan yang rata, mengkilap atau licin seperti misalnya cahaya yang dipantulkan oleh cermin yang datar dan sinar hasil pantulannya memiliki arah yang teratur. Adapun benda yang memiliki sifat cahaya yang ini tak lain adalah cermin. Cermin dinilai lebih efisien dalam hal pemantulan cahaya (Ishak Kasim, 2017)

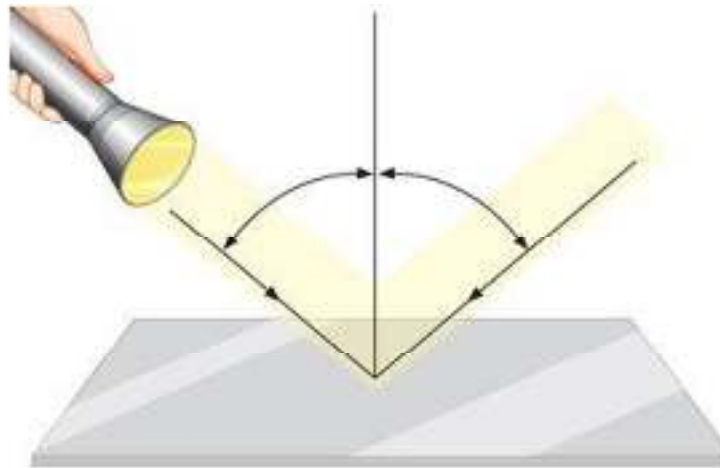
## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Metode Penelitian

Tujuan dari penelitian ini untuk merancang dan menambahkan reflector pada panel surya dengan sudut kemiringan tertentu untuk meningkatkan daya output pada photovoltaic. Pada eksperimen ini panel surya ditambahkan cermin datar sebagai reflektor dan dirancang dengan sudut  $60^\circ$ ,  $70^\circ$ ,  $80^\circ$

Tujuan penambahan reflektor pada panel surya untuk mengoptimalkan cahaya disekitar panel surya dan memfokuskan untuk menghasilkan lebih banyak daya keluaran pemantulan cahaya cermin datar bisa dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Refleksi di Cermin Datar

#### 3.2 Waktu Dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian dilakukan dalam jangka 3 hari mulai dari jam 09.00 WIB-16.00 WIB. Data yang diperoleh adalah data primer dari proses pengukuran langsung di depan halaman Rumah saya dan tempat penelitian Yang berada di Dusun I Desa Lubuk Saban, Kec. Pantai Cermin, Kab. Serdang Bedagai

### 3.3 Alat dan Bahan penelitian

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

#### 3.3.1 Solar cell

Spesifikasi solar cell digunakan sebagai berikut:

Maximum Power (Pmax)	50W
Voltage at Pmax (Vmp)	18.0V
Current at Pmax (Imp)	2.78A
Open-circuit voltage (Voc)	21.4V
Short-circuit current (Isc)	2.95A
Operating Temperature	-40°C ~+ 85°C
Maximum system Voltage	1000V DC
Power tolerance	± 3%
Cell	Monocrystalline silicon solar cell
Weight	3.1kg(6.82lbs)

#### 3.3.2 Cermin

Cermin adalah permukaan yang sangat halus dan reflektif yang memiliki kemampuan untuk memantulkan cahaya secara refleksi. Ketika sinar cahaya jatuh pada permukaan cermin, cahaya tersebut dipantulkan kembali ke arah yang sama atau berlawanan dengan sudut datangnya, sesuai dengan hukum pemantulan. Dan Dalam desain interior, cermin sering digunakan untuk memantulkan cahaya alami atau buatan, membantu untuk menerangi ruangan secara keseluruhan. Ini dapat membantu mengurangi ketergantungan pada lampu buatan dan menghemat energi.

Sifat-sifat bayangan pada cermin datar, antara lain :

1. Jarak benda pada cermin sama dengan jarak bayangannya.
2. Bayangan adalah virtual.
3. Ukuran bayangan yang dihasilkan sama dengan ukuran benda.
4. Bayangan berbanding lurus dengan benda.
5. Bayangan yang sama dengan bentuk bendanya.



Gambar 3.2 Cermin

### 3.3.3 Solar Power Meter

Solar power meter, atau meteran tenaga solar cell, adalah instrumen yang dirancang untuk mengukur intensitas sinar matahari atau radiasi matahari. Alat ini sering digunakan dalam bidang energi terbarukan, khususnya dalam penggunaan dan penelitian tenaga surya. Solar Power Meter digunakan untuk mengukur radiasi cahaya matahari disekitar tempat dilakukannya percobaan digunakan Solar Power Meter dengan tipe SM206-SOLAR..



Gambar 3.3 Solari meter

### 3.3.4 Multimeter

Multimeter adalah alat yang sangat serbaguna dalam dunia elektronika dan listrik. Fungsinya adalah untuk mengukur berbagai parameter listrik dan elektronik dalam sebuah sirkuit atau perangkat. Salah satu fungsi utama multimeter adalah mengukur tegangan listrik dalam sebuah sirkuit. Ini bisa tegangan searah (DC) atau tegangan bolak-balik (AC), tergantung pada pengaturan yang dipilih pada multimeter. Multimeter juga dapat digunakan untuk mengukur arus listrik yang mengalir melalui sebuah sirkuit. Ini

membantu dalam menentukan seberapa besar arus yang digunakan oleh sebuah perangkat atau komponen dalam suatu rangkaian.



Gambar 3.4 Multimeter

### 3.3.5 Bola lampu DC

Pada penelitian ini digunakan bola lampu DC, karna bola lampu DC adalah bola lampu yang digunakan pada arus searah.



Gambar 3.5 lampu DC



### **3.4 Diagram Alir**

Berdasarkan diagram alir penelitian dari gambar 3.6 dapat dijelaskan yaitu sebagai berikut:

#### **1. Studi Literatur**

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan landasan teori untuk wawasan umum yang berhubungan dengan penelitian yang akan dibuat. Teori tersebut berasal dari berbagai referensi atau sumber – sumber ilmiah lainnya seperti jurnal ilmiah, skripsi, maupun buku yang terkait dengan penelitian ini seperti Penambahan kaca cermin terhadap solar sell

#### **2. Perancangan alat dan bahan**

Setelah melakukan studi literatur selanjutnya melakukan perancangan alat yang akan dibuat serta menentukan komponen dan alat alat yang diperlukan dalam penelitian agar nantinya alat sesuai dengan penelitian. Penentuannya komponen dan alat terkait jumlah yang diperlukan, spesifikasi yang dipakai dan lainnya.

#### **3. Perakitan dan pengujian alat**

Setelah didapatkannya komponen dan alat yang sesuai spesifikasi, maka proses selanjutnya yaitu merangkai dan membuat alat. Sehingga nantinya alat ini akan menghasilkan output daya yang optimal. Apabila pada proses ini mengalami kegagalan maka Kembali lagi ke tahap perakitan dan pengujian alat. Apabila pada proses ini berhasil lalu melakukan pengumpulan data

#### **4. Pengumpulan data**

Setelah berhasil melakukan pengujian alat Langkah selanjutnya yaitu pengumpulan data.

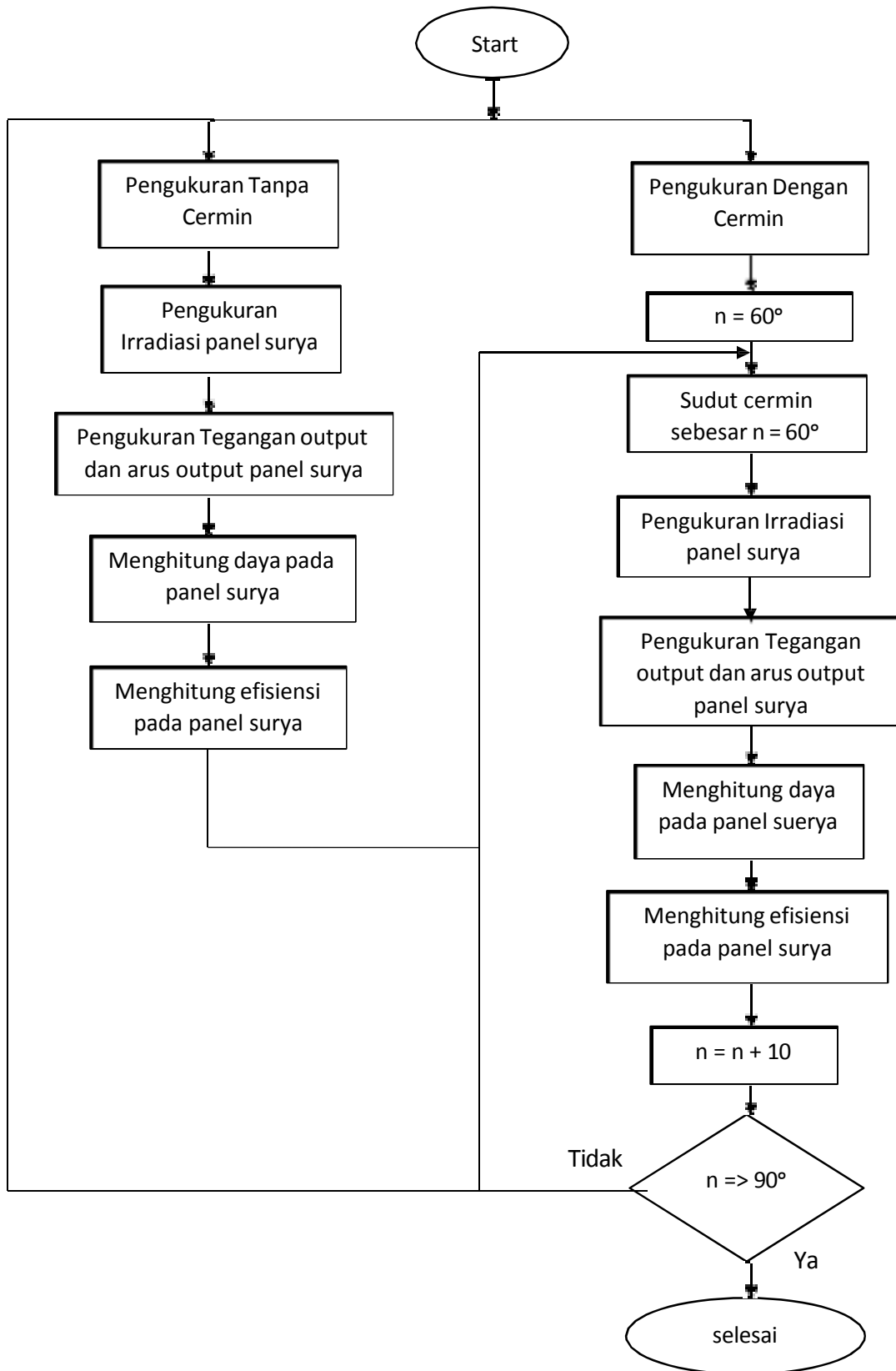
#### **5. Analisa dan pembahasan**

Setelah melakukan pengumpulan data maka dilakukan analisis dan pembahasan tentang data yang diperoleh yaitu data antara panel surya dengan reflector dan tanpa reflector.

#### **6. Kesimpulan dan Saran**

Setelah melakukan Analisa dan pembahasan yaitu seluruh hasil Analisa disusun ke dalam bentuk laporan sesuai format.

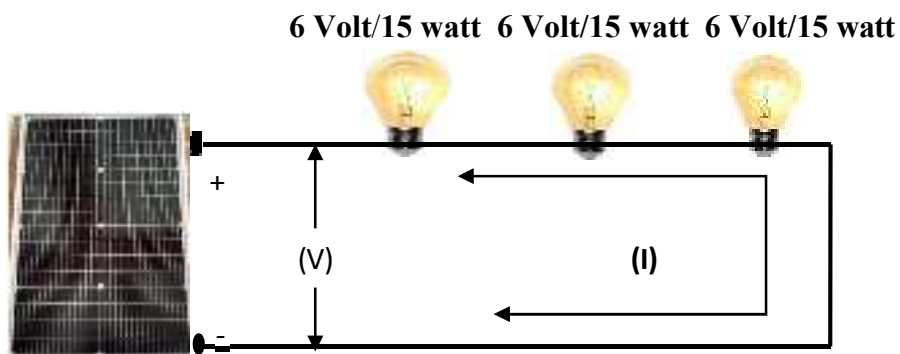
Berikut adalah flowchart sesuai dengan prosedur penelitian di atas



Gambar 3.6 Flowchart Pengukuran Daya dan Efisiensi

### 3.5 Rangkaian Penelitian

Dalam penelitian ini, terdapat rangkaian closed loop yang menghubungkan panel surya dengan beban melalui volt ampere meter. Rangkaian closed loop atau rangkaian tertutup adalah suatu sistem di mana sinyal atau arus kembali ke sumber setelah melalui berbagai elemen dalam rangkaian. Volt ampere meter digunakan untuk mengukur besaran arus dan tegangan dalam rangkaian. Digunakan untuk memantau dan menganalisis performa sistem secara keseluruhan, termasuk bagaimana efisiensi konversi energi dari panel surya ke beban



Gambar 3.7 Rangkaian Seri Closed Loop

Alasan saya memilih Sudut Cermin  $60^\circ$ ,  $70^\circ$ , dan  $80^\circ$ .

#### 1. Optimasi Pantulan Cahaya:

- Pada sudut  $60^\circ$ ,  $70^\circ$ , dan  $80^\circ$ , cermin memantulkan sinar matahari dengan sudut yang lebih optimal untuk mengenai permukaan panel surya. Pada sudut-sudut ini, cahaya yang dipantulkan dapat diarahkan secara lebih efektif ke panel surya, yang biasanya diposisikan pada sudut optimal terhadap matahari. Hal ini memaksimalkan intensitas cahaya yang diterima oleh panel, sehingga meningkatkan efisiensi konversi energi.

#### 2. Efisiensi Refleksi:

- Sudut yang lebih rendah seperti  $30^\circ$ ,  $40^\circ$ , dan  $50^\circ$  mungkin menghasilkan pantulan cahaya yang kurang optimal karena sudut datang cahaya ke cermin mungkin terlalu kecil, menyebabkan pantulan cahaya tidak sepenuhnya mengenai panel surya atau malah menyebar ke area yang tidak diinginkan. Sudut yang lebih rendah juga berpotensi menghasilkan pantulan yang terhalang oleh cermin

atau komponen lain, mengurangi intensitas cahaya yang mencapai panel surya.

3. Minimalkan Efek Bayangan:

- Pada sudut yang lebih tinggi ( $60^\circ$ ,  $70^\circ$ ,  $80^\circ$ ), cermin dapat ditempatkan sedemikian rupa sehingga mengurangi kemungkinan terjadinya bayangan pada panel surya akibat objek lain di sekitar. Bayangan dapat secara signifikan mengurangi output daya dari panel surya, sehingga penting untuk memilih sudut cermin yang meminimalkan risiko ini.

4. Studi dan Literatur Sebelumnya:

- Pemilihan sudut  $60^\circ$ ,  $70^\circ$ , dan  $80^\circ$  juga didasarkan pada studi dan literatur sebelumnya yang menunjukkan bahwa sudut-sudut ini memberikan peningkatan efisiensi terbesar dalam refleksi cahaya ke panel surya. Penelitian sebelumnya telah mengidentifikasi bahwa sudut-sudut ini cenderung menghasilkan kondisi optimal untuk pemanfaatan refleksi tambahan dalam sistem PLTS.

Mengapa Tidak  $30^\circ, 40^\circ, 50^\circ$

1. Pantulan yang Kurang Efektif:

- Pada sudut yang lebih rendah, seperti  $30^\circ$ ,  $40^\circ$ , dan  $50^\circ$ , cahaya mungkin tidak dipantulkan langsung ke arah panel surya dengan efisiensi yang cukup tinggi. Cahaya yang datang dengan sudut rendah cenderung menyebar atau terpantul ke arah yang kurang optimal, yang bisa mengurangi daya output yang dihasilkan oleh panel.

2. Posisi dan Pengaturan Fisik:

- Penempatan cermin pada sudut yang lebih rendah juga bisa lebih sulit dalam praktiknya, karena mungkin memerlukan lebih banyak ruang atau pengaturan yang lebih rumit untuk memastikan pantulan cahaya yang efektif ke panel surya.

3. Literatur dan Penelitian:

- Berdasarkan literatur dan penelitian sebelumnya, sudut yang lebih tinggi cenderung lebih efektif untuk memfokuskan cahaya yang

dipantulkan pada panel surya, sehingga menghasilkan peningkatan daya output yang lebih besar dibandingkan dengan sudut yang lebih rendah.

#### Kesimpulan

Pemilihan sudut cermin  $60^\circ$ ,  $70^\circ$ , dan  $80^\circ$  dalam penelitian ini didasarkan pada pertimbangan untuk memaksimalkan intensitas cahaya yang dipantulkan ke panel surya, meningkatkan efisiensi energi yang dihasilkan, serta menghindari efek bayangan dan refleksi yang tidak efektif. Sudut yang lebih rendah tidak dipilih karena berpotensi menghasilkan pantulan yang kurang optimal dan pengurangan efisiensi energi.

### **3.6 Tahapan Penelitian**

Dalam penelitian ini ada beberapa langkah kerja yang akan dilakukan yaitu :

#### 1. Studi literatur berbagai referensi

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan landasan teori untuk wawasan umum yang berhubungan dengan penelitian yang akan dibuat. Teori tersebut berasal dari berbagai referensi atau sumber – sumber ilmiah lainnya seperti jurnal ilmiah, skripsi, maupun buku yang terkait dengan penelitian ini.

#### 2. Penentuan komponen dan alat

Setelah di lakukannya studi literatur dan bimbingan dengan dosen pembimbing, maka selanjutnya menentukan komponen komponen dan alat alat yang di perlukan untuk dipakai dalam merancang solar panel surya dengan penambahan reflector.

#### 3. Membuat rangkaian

Pada tahap ini komponen dan alat alat yang sudah didapatkan selanjutnya dirangkai sesuai dengan rangkaian

#### 4. Mengimplementasikan alat dan pengujian alat

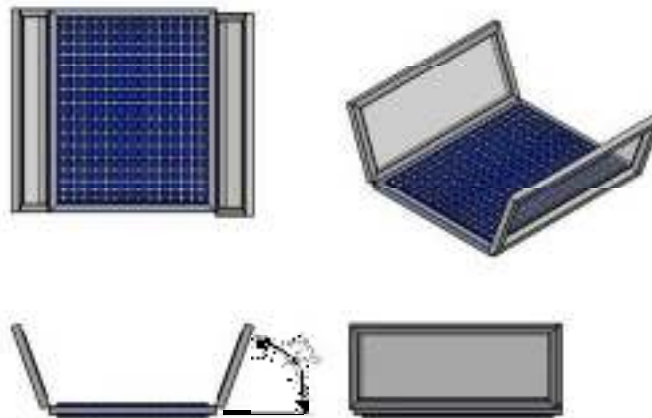
Setelah alat sudah dirangkai maka selanjutnya dilakukan pengujian terhadap cahaya matahari yang menyinari panel surya dan mengambil data yang nantinya akan diolah dan dianalisa.

#### 5. Pembuatan Laporan

Tahap ini berfungsi untuk menuliskan hasil yang telah didapat dan sebagai sarana pertanggungjawaban terhadap tugas akhir yang telah dilakukan. Laporan dibagi kedalam dua tahap, yaitu laporan awal yang digunakan untuk seminar usul dan laporan akhir yang digunakan untuk seminar hasil

### 3.7 Desain Alat Simulasi

Berikut ini merupakan gambar desain alat adalah diagram yang menunjukkan sudut kemiringan cermin yang dihitung dari cermin terhadap garis horizontal, bukan dari panel surya. Diagram ini memperlihatkan bagaimana cermin diposisikan pada sudut tertentu terhadap tanah (horizontal) dan bagaimana sinar matahari dipantulkan dari cermin menuju panel surya.



Gambar 3.8 Desain Simulasi Alat diagram menunjukkan sudut kemiringan cermin  
Berikut komponen alat yang digunakan dalam pembuatan desain simulasi alat adalah:

1. Panel Surya 50 WP: 2 buah (1 untuk pantulan cermin, 1 untuk cahaya langsung)
2. Kaca Cermin: Dengan ukuran Panjang = 730 mm dan lebar = 410 mm
3. Rangka Penyangga: Untuk menahan panel surya dan kaca cermin
4. Solar Power Meter : Mengukur intensitas radiasi matahari
5. Multimeter: Mengukur data Tegangan, Arus, Daya dari panel surya
6. Lampu DC : untuk beban pada panel surya
7. Komputer: Untuk analisis data

## Desain Alat:

1. Susunan Panel Surya:
  - a. Panel surya dengan pantulan cermin dipasang miring menghadap matahari.
  - b. Sudut kemiringan dimaksimalkan untuk menerima sinar matahari terbanyak.
  - c. Panel surya dengan cahaya langsung dipasang di sebelah panel surya dengan pantulan cermin.
2. Posisi Kaca Cermin:
  - a. Kaca cermin dipasang di depan panel surya dengan pantulan cermin.
  - b. Sudut kemiringan kaca cermin disesuaikan untuk memantulkan sinar matahari ke panel surya.
3. Penyambungan Komponen:
  - a. Pyranometer dan panel surya dihubungkan ke data logger.
  - b. Data logger dihubungkan ke komputer.
4. Pengambilan Data:
  - a. Data logger secara kontinu merekam intensitas radiasi matahari dan daya output panel surya.
  - b. Data disimpan di komputer untuk analisis lebih lanjut.

## Analisis Data:

Data intensitas radiasi matahari dan daya output panel surya dianalisis untuk:

- a. Membandingkan daya output panel surya dengan pantulan cermin dan cahaya langsung.
- b. Menghitung persentase peningkatan daya output dengan pantulan cermin.
- c. Menganalisis pengaruh intensitas radiasi matahari terhadap daya output panel surya

### **3.8 Kendala Yang Ditemukan**

Berikut beberapa kendala yang mungkin dihadapi dalam penelitian ini:

#### **1. Variasi Intensitas Cahaya Matahari:**

Intensitas cahaya matahari dapat bervariasi sepanjang hari, dari hari ke hari, dan dari musim ke musim. Variasi ini dapat memengaruhi hasil penelitian dan menyulitkan dalam membandingkan daya output panel surya secara akurat.

Solusi:

- a. Gunakan pyranometer untuk mengukur intensitas radiasi matahari secara kontinu.
- b. Lakukan penelitian dalam jangka waktu yang cukup lama untuk mendapatkan data yang representatif.
- c. Normalisasi data daya output panel surya dengan intensitas radiasi matahari.

#### **2. Posisi dan Sudut Panel Surya dan Kaca Cermin:**

Posisi dan sudut panel surya dan kaca cermin harus diatur dengan tepat untuk memaksimalkan paparan sinar matahari. Kesalahan kecil dalam pengaturan ini dapat berakibat signifikan pada hasil penelitian.

Solusi:

- a. Gunakan alat bantu seperti kompas dan leveler untuk memastikan posisi dan sudut panel surya dan kaca cermin sudah tepat.
- b. Lakukan kalibrasi secara berkala untuk memastikan akurasi pengaturan.

#### **3. Gangguan Bayangan:**

Bayangan dari benda-benda di sekitar seperti pohon, bangunan, atau struktur lain dapat mengganggu paparan sinar matahari ke panel surya. Hal ini dapat memengaruhi hasil penelitian.

Solusi:

- a. Pilih lokasi penelitian yang bebas dari bayangan benda-benda di sekitar.
- b. Gunakan pelindung bayangan untuk meminimalkan gangguan bayangan

#### **4. Kehilangan Daya:**



Terjadi kehilangan daya dalam sistem, seperti pada kabel, lampu DC, Kehilangan daya ini dapat memengaruhi hasil penelitian.

Solusi:

- a. Gunakan peralatan dengan efisiensi tinggi untuk meminimalkan kehilangan daya.
- b. Ukur dan hitung efisiensi sistem secara keseluruhan.
- c. Koreksi data daya output panel surya dengan efisiensi sistem.

#### 5. Keakuratan Alat Ukur:

Keakuratan alat ukur seperti Solar Power Meter dan data Multimeter dapat memengaruhi hasil penelitian.

Solusi:

- a. Gunakan alat ukur yang terkalibrasi dan terverifikasi.
- b. Lakukan kalibrasi alat ukur secara berkala.
- c. Bandingkan hasil pengukuran dengan alat ukur lain jika memungkinkan.

#### 6. Faktor Eksternal Lainnya:

Faktor eksternal lain seperti suhu, kelembapan udara, dan debu juga dapat memengaruhi performa panel surya.

Solusi:

- a. Catat dan pantau faktor eksternal ini selama penelitian.
- b. Analisis pengaruh faktor eksternal ini terhadap hasil penelitian.

#### Mitigasi Kendala:

Penting untuk merencanakan dan melaksanakan penelitian dengan cermat untuk meminimalkan kendala-kendala ini. Dengan perencanaan yang matang dan pelaksanaan yang hati-hati, penelitian ini dapat menghasilkan data yang akurat dan andal.

