

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Seiring dengan perkembangan zaman, kebutuhan terhadap energi listrik akan semakin meningkat dengan adanya peningkatan dan perkembangan baik dari jumlah penduduk masyarakat dan perkembangan teknologi, krisis listrik sangat mungkin terjadi ditambah lagi dengan peningkatan harga bahan bakar fosil untuk pembangkit energi listrik konvensional dalam jangka waktu yang panjang sehingga cadangannya juga semakin menipis. sehingga mengharuskan pusat pembangkit listrik dapat memenuhi penyuplaian energi listrik tersebut kesetiap rumah untuk memenuhi kebutuhan masyarakat, pemanfaatan PLTS sebagai energi terbarukan merupakan salah satu contoh solusi yang tepat karena memanfaatkan energi matahari yang tidak terbatas. PLTS dapat menjadi alternatif pembangkit listrik mandiri. Pemanfaatan PLTS ini juga jauh lebih hemat dan menjanjikan. PLTS merupakan pembangkit listrik yang mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik yang Pembangkitan listrik dapat diproses menggunakan fotovoltage (pemusatan energi surya). Fotovoltage secara langsung mengubah sinar matahari menjadi energi listrik menggunakan efek foto listrik.

Di Indonesia mempunyai potensi energi surya sangat besar yakni sekitar 4,8 KWh/m<sup>2</sup> atau setara dengan 112.000 GWp, namun hanya dimanfaatkan baru hanya sekitar 10 MWp. Saat ini pemerintah telah menargetkan pemanfaatan energi surya sampai tahun 2025 dengan kapasitas 0,87 GW atau sekitar 50 MWp/tahun. Jumlah ini merupakan gambaran potensi pengembangan pembangkit tenaga surya di Indonesia dimasa mendatang. Mengingat rasio pendistribusian listrik di Indonesia masih baru mencapai 50-60% dan hampir di seluruh daerah yang belum dialiri listrik seperti pedesaan yang jauh dari pusat pembangkit listrik maka pembangunan PLTS merupakan cara alternatif yang sangat tepat untuk pengembangan ke depannya dan akan Semakin banyak penggunaan energi listrik alternatif tenaga surya ini dan diminati oleh skala baik industri atau pabrik dan desa-desa yang belum mendapatkan akses listrik secara merata.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Permasalahan yang akan diselesaikan pada tugas akhir ini adalah:

- a. Bagaimana pengaruh perubahan intensitas cahaya matahari terhadap output yang dihasilkan panel surya PLTS 5 KWp UHN?
- b. Bagaimana perbandingan daya input dengan output panel surya?
- c. Bagaimana efisiensi panel surya PLTS 5 KWp UHN medan?

## **1.3. Batasan Masalah**

Adapun Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

- a. Pembahasan ini hanya mencakup panel surya PLTS 5 KWp UHN Medan.
- b. Penelitian ini hanya mencakup pengaruh intensitas cahaya matahari terhadap daya input dan output panel surya PLTS 5 KWp UHN Medan.

## **1.4. Tujuan Dan Manfaat Penelitian**

Adapun Tujuan dan Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengetahui daya yang dikeluarkan panel surya PLTS 5 KWp UHN Medan.
- b. Mengetahui bagaimana cara kerja panel surya.
- c. Mengetahui pengaruh produksi daya yang dihasilkan panel surya PLTS 5 KWp UHN Medan akibat perubahan intensitas cahaya matahari.
- d. Menambah wawasan dan pengetahuan tentang pembangkit listrik tenaga surya.

## **1.5. Metodologi Penelitian**

Metodologi penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- a. Melakukan studi

Melakukan studi dilakukan dengan cara mencari referensi yang relevan dengan permasalahan yang ditemukan. Referensi tersebut bisa di cari dari internet, laporan penelitian, buku yang berkaitan dan valid dengan rumusan masalah.

b. Experiment

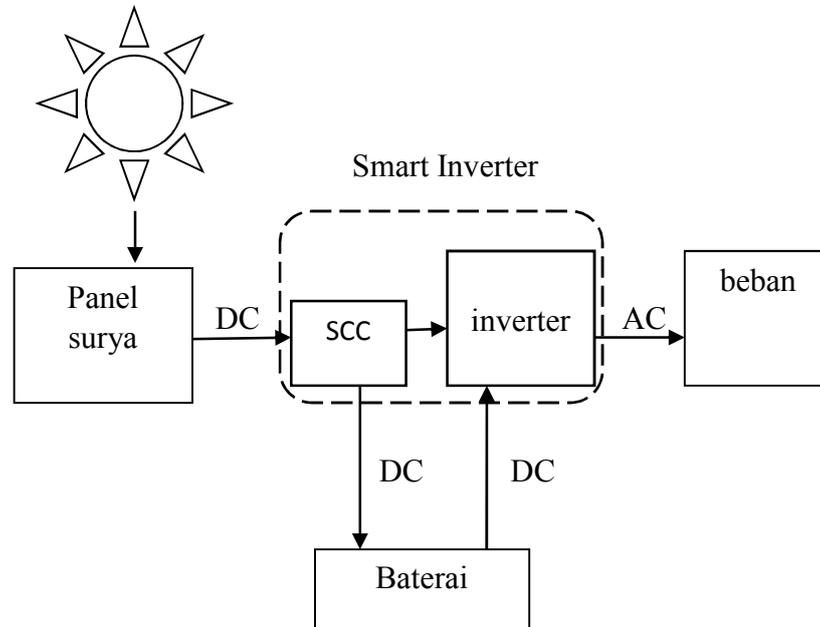
Melakukan experiment dilakukan dengan mengamati secara langsung kelengkapan dan menganalisis data dan kesimpulan data dengan mempergunakan aspek perhitungan dan pengukuran.

c. Analisa dan pengujian

Analisa adalah tindakan yang memuat sejumlah kegiatan seperti mengurai, membedakan, memilah sesuatu untuk digolongkan dan dikelompokkan Kembali menurut kriteria tertentu kemudian dicari kaitannya dan tafsiran maknanya, sedangkan pengujian adalah percobaan untuk mengetahui mutu sesuatu.

## BAB II LANDASAN TEORI

### 2.1 Blok Diagram PLTS OFF-GRID



Gambar 2. 1 Blok diagram PLTS off-grid

#### 1. Matahari

Matahari merupakan energi utama untuk mendukung sistem PLTS agar bisa menghasilkan energi listrik.

#### 2. Panel Surya Menerima Sinar Matahari

Panel surya adalah salah satu komponen utama pada PLTS. Pembangkit tenaga surya menggunakan panel surya untuk menyerap sinar matahari dan mengubahnya menjadi energi listrik DC.

#### 3. Smart Inverter

Panel surya menyerap energi matahari dan menghasilkan energi listrik DC kemudian disalurkan ke smart inverter. Smart inverter terdiri dari SCC dan inverter. SCC berfungsi sebagai mengontrol pengisian arus DC ke baterai dan disalurkan ke inverter kemudian inverter berperan untuk mengubah energi listrik DC menjadi energi listrik AC untuk disuplai ke arah beban,

#### 4. Beban

Beban yang dimaksud merupakan alat kebutuhan sehari-hari contoh kipas angin, lampu dan barang elektronik lainnya.

#### 5. Baterai

Baterai berfungsi sebagai tempat menyimpan muatan listrik DC yang berasal dari panel surya yang di control oleh SCC diarahkan ke baterai. yang nantinya digunakan untuk menyuplai ke beban atau peralatan listrik sesuai kebutuhan, yang sudah diubah menjadi listrik AC oleh inverter.

### 2.2 Energi surya

Energi surya adalah energi yang berupa sinar dan panas dari matahari. Energi ini dapat dimanfaatkan dengan menggunakan serangkaian teknologi seperti pemanas surya, fotovoltaic surya, dan sebagainya.

Pemanfaatan energi surya dapat menjadi sumber pembangkit listrik tenaga surya. Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) adalah pembangkit listrik yang memanfaatkan energi dari cahaya matahari untuk menghasilkan energi listrik. Salah satu komponen yang mengkonversi energi matahari menjadi listrik adalah panel surya yang berfungsi mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik. Arus yang dihasilkan oleh panel surya adalah arus searah sehingga dibutuhkan komponen utama lainnya seperti inverter untuk mengkonversi arus listrik searah (DC) menjadi arus bolak balik sehingga dapat digunakan untuk kebutuhan listrik sehari hari.

### 2.3 Pengertian Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit listrik tenaga surya adalah suatu pembangkit listrik yang mengkonversikan energi foton dari surya menjadi energi listrik. Konversi ini terjadi di panel surya yang tersusun dari sel-sel surya. PLTS memanfaatkan intensitas cahaya matahari untuk menghasilkan listrik DC (*direct current*) dan dapat diubah ke arus AC (*alternating current*) melalui inverter.

Pembangkit listrik dengan energi surya dapat dilakukan secara langsung menggunakan fotovoltaik, atau secara tidak langsung dengan pemusatan energi surya. Fotovoltaik mengubah secara langsung energi surya menjadi energi listrik menggunakan efek foto listrik. Komponen utama dalam pembangkit listrik tenaga surya yaitu panel surya, scc, inverter, dan baterai. Pembangkit listrik tenaga surya off-grid tidak terhubung dengan jaringan listrik disebut juga sebagai pembangkit listrik tenaga surya yang berdiri sendiri. Pengolahannya dilakukan dengan secara bersamaan oleh para pemakai energi listrik hasil transformasi energi dari energi surya. Pembangkit listrik tenaga surya ini beroperasi secara mandiri tanpa terhubung dengan jaringan listrik. penyimpanan energi listrik yang membutuhkan tempat penyimpanan energi seperti baterai. Pengaturan pembangkit listrik dengan sistem yang tidak terhubung dengan jaringan listrik terbagi menjadi dua yaitu arus searah dan arus bolak-balik. sistem penyambungan arus searah menggunakan modul surya yang terhubung ke pengatur pengisian energi menuju ke sistem arus searah pada pembangkit listrik tenaga surya. Sementara itu sistem penyambungan arus bolak-balik menggunakan inverter dan baterai untuk menghubungkan rangkaian panel surya dan baterai ke sisi arus bolak-balik dari pembangkit listrik tenaga surya listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga surya akan disimpan dalam baterai dengan terlebih dahulu diubah menjadi arus searah oleh inverter. Penggunaan PLTS pada umumnya adalah pencatu daya yang dapat dirancang untuk mencatu kebutuhan listrik dalam skala kecil maupun sampai skala besar.

Kelebihan dari penggunaan pembangkit listrik tenaga surya dibandingkan dengan pembangkit listrik lainnya sebagai berikut:

1. Sumber energi sudah tersedia dan melimpah tanpa biaya karena memanfaatkan energi matahari.
2. Ramah lingkungan.
3. Perawatan dan pengoperasiannya relatif kecil.
4. Tidak perlu pemeliharaan yang sering.

## 2.4 Jenis Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Berikut ini adalah jenis pembangkit listrik tenaga surya

### a. PLTS OFF-GRID.

PLTS off-grid adalah pembangkit listrik tenaga surya yang tidak terhubung dengan PLN atau sistem tenaga surya yang bekerja secara mandiri untuk menyuplai kebutuhan listrik tanpa bantuan dari jaringan listrik dari PLN. PLTS off-grid ini membutuhkan baterai sebagai menyimpan daya untuk menyuplai kebutuhan listrik. Berbeda dengan sistem on-grid yang terhubung dengan jaringan PLN. Keberadaan baterai pada sistem off-grid adalah bagian terpenting.

### b. PLTS ON-GRID

Secara umum, PLTS on-grid menggunakan sistem AC-coupling. PLTS dihubungkan secara parallel dengan jaringan PLN tanpa baterai. Pada sistem AC-coupling, output inverter terkoneksi dengan jaringan PLN dan secara simultan melayani beban. Daya yang diproduksi PLTS akan menjadi prioritas untuk digunakan sehingga mengurangi konsumsi listrik dari jaringan PLN. Jika kelebihan daya dapat disalurkan ke jaringan PLN dengan skema pengurangan tagihan listrik. Jika waktu malam hari maupun kondisi cuaca sangat buruk, maka beban akan dilayani langsung oleh jaringan PLN.

### c. PLTS hybrid

PLTS hybrid merupakan pembangkit listrik tenaga surya dengan sistem listrik yang dihasilkan oleh panel surya dapat digabungkan dengan listrik dari PLN agar PLTS mendapatkan dukungan energi listrik yang optimal dan sebagai antisipasi saat terjadi kekurangan daya. Listrik yang dihasilkan dari panel surya nantinya akan disimpan ke dalam baterai cadangan seperti sistem off-grid hanya bedanya pada saat sistem hybrid kekurangan daya, secara langsung akan dicadangkan oleh listrik dari PLN.

## 2.5 Komponen Utama Penyusun PLTS

Sistem pembangkit tenaga surya terdiri dari beberapa komponen utama yang saling berkaitan untuk menghasilkan energi listrik.

Berikut merupakan komponen-komponen utama dari sistem PLTS:

### 2.5.1 Panel Surya



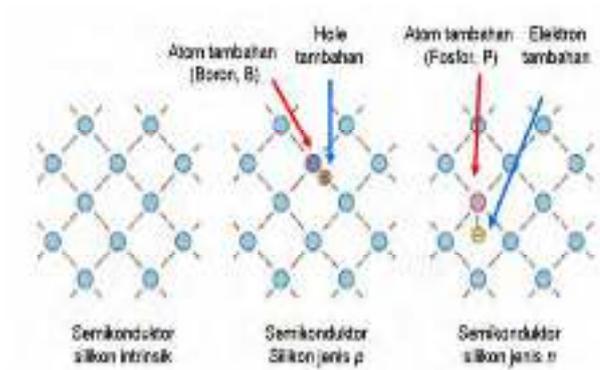
Gambar 2. 2 panel surya

Panel surya adalah salah satu komponen penting dalam PLTS. Panel surya merupakan suatu alat yang mengubah energi matahari ke energi listrik melalui prinsip kerja efek photovoltaic (pv). Panel surya tersusun dari beberapa modul yang dihubungkan elektrik yang dapat langsung digunakan, sel surya dapat langsung mengkonversikan sinar matahari menjadi arus searah (DC). Panel surya mengubah intensitas radiasi sinar matahari menjadi energi listrik. Pada saat intensitas cahaya berkurang pada sore hari atau pada saat cuaca berawan daya listrik yang dihasilkan juga akan berkurang.

#### 1. Prinsip Kerja Panel Surya

Proses pengubah atau konversi matahari menjadi listrik ini dimungkinkan karena bahan material yang sel surya lebih tepatnya berupa semi konduktor yakni tipe N dan P.

Muatan negatif ( $n$ =negatif). Sedangkan semi konduktor jenis P memiliki kelebihan hole, sehingga disebut dengan P ( $p$ = positif) karena kelebihan muatan positif. Caranya, dengan menambahkan unsur lain ke dalam semikonduktor. dapat mengontrol jenis semikonduktor tersebut sebagai mana diilustrasikan pada gambar berikut:

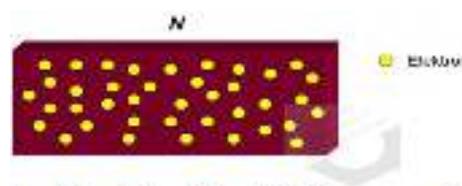


Gambar 2. 3 Semikonduktor

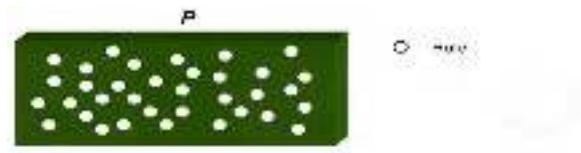
Pada solar sell dibuatkan dua jenis semikonduktor. Hal ini dimaksudkan untuk meningkatkan produktivitas atau tingkat kemampuan daya hantar listrik dan panas semikonduktor. Elektron maupun hole memiliki jumlah yang sama. Jika terjadi kelebihan elektron atau hole dapat meningkatkan daya hantar listrik maupun panas dari sebuah semikonduktor. Semikonduktor yang dimaksud adalah silikon (Si). Semikonduktor jenis P, biasanya dibuat dengan menambahkan unsur boron (B), aluminium (Al), ke dalam (Si). Unsur-unsur tambahan ini akan menambahkan jumlah hole. Sedangkan semikonduktor N dibuat dengan menambahkan nitrogen, fosfor atau arsen ke dalam (Si). Dari sini, tambahan elektron dapat diperoleh. Sedangkan, (Si) intrinsik sendiri tidak mengandung unsur tambahan. Usaha menambahkan unsur tambahan ini disebut dengan yang jumlahnya tidak lebih dari 1% dibandingkan dengan berat Si yang hendak di-*doping*.

Dua jenis semi konduktor N dan P ini jika disatukan akan membentuk sambungan P-N yang dapat di ilustrasikan sebagai berikut:

Semikonduktor sebelum disambung:

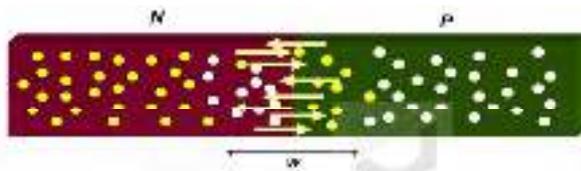


Gambar 2. 4 Semikonduktor jenis N (Elektron) yang belum disambung



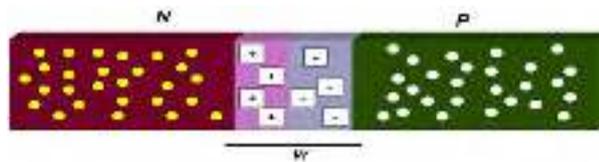
Gambar 2. 5 Semikonduktor Jenis P (Proton) Yang belum disambung

Semi konduktor setelah tersambung:



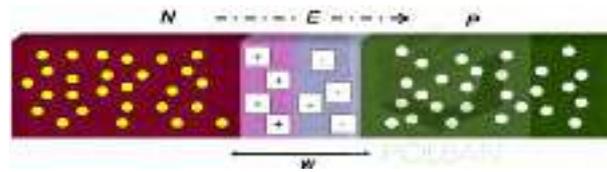
Gambar 2. 6 Perpindahan elektron dan hole pada semikonduktor

Dapat dilihat pada gambar 2.6 saat setelah disambung terjadi perpindahan elektron-elektron dari semikonduktor N menuju semikonduktor P. perpindahan hole dari semikonduktor P menuju semikonduktor N hanya sampai pada jarak tertentu dari batas sambungan awal.



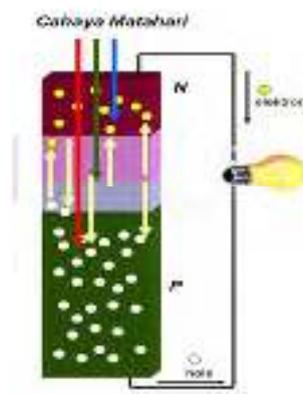
Gambar 2. 7 Terbentuk daerah deplesi

Pada gambar 2.7 kondisi ini elektron dari semikonduktor N Bersatu dengan hole pada semikonduktor P yang mengakibatkan jumlah hole pada semikonduktor P akan berkurang, Daerah ini akhirnya berubah menjadi lebih bermuatan pada saat yang sama hole dari semikonduktor P dengan elektron yang ada pada semikonduktor N mengakibatkan jumlah elektron di daerah ini berkurang daerah ini akhirnya lebih bermuatan positif. Daerah dan positif ini disebut dengan daerah deplesi ditandai dengan huruf W. Elektron maupun hole pada daerah deplesi, disebut dengan pembawaan muatan minoritas (minority charge carries) karena keberadaannya pada jenis semikonduktor yang berbeda.



Gambar 2. 8 Timbulnya medan listrik internal (E)

Dengan adanya medan listrik mengakibatkan sambungan P-N berada pada titik setimbang yakni saat di mana jumlah hole yang berpindah dari semikonduktor P ke N di kompensasi dengan jumlah hole yang tertarik ke arah semikonduktor P akibat medan listrik E. begitu pula dengan dengan jumlah elektron yang berpindah dari semikonduktor N ke P, di kompensasi dengan mengalirnya elektron ke semikonduktor N akibat tarikan medan listrik E. dengan kata lain medan listrik E mencegah seluruh elektron dan hole berpindah dari semikonduktor yang lain. Pada sambungan P-N inilah proses konversi matahari menjadi energi listrik.



Gambar 2. 9 Proses terjadinya radiasi matahari menjadi listrik

Pada panel surya, semikonduktor N berada pada lapisan atas sambungan P yang dibuat menghadap matahari dan dibuat jauh lebih tipis daripada semikonduktor P sehingga yang jatuh ke permukaan sel surya dapat terus diserap dan masuk ke daerah deplesi dan semikonduktor p.

## 2. Jenis Panel Surya

Sel surya pada umumnya terbuat dari bahan silikon. Ada 3 jenis silikon yang sering digunakan yaitu sel surya monokristal, polikristal dan thin film photovoltaic.

Jenis sel surya yang sering digunakan pada saat sekarang ini adalah sebagai berikut:

### A. Sel Surya Monocrystalline



Gambar 2. 10 Sel Surya Monocrystalline

Jenis monocrystalline merupakan yang paling sering digunakan dikarenakan kelebihanannya. Jenis sel surya ini menawarkan pada estetika yang lebih ramping dan sel surya yang paling efisien dikarenakan penampangnya dapat menyerap cahaya matahari dengan lebih efisien dibandingkan dengan sel surya yang lain. Efisiensi yang dapat dikonversi dari sel surya jenis monokristal ini adalah sekitar 15-20% yang merupakan salah satu jumlah yang cukup besar jika dibandingkan dari sel surya lainnya meski ukuran penampangnya sama. Monokristal dikenal lebih awet dibandingkan panel surya lainnya.

Adapun keunggulan dan kelemahan sel surya monocrystalline yaitu:

- Keunggulan Sel Surya Monocrystalline:
  - a. Monocrystalline memiliki tingkat efisiensi tertinggi pada 15-20%.
  - b. Monocrystalline lebih baik dari pada polycrystalline pada saat cuaca mendung, sel surya jenis ini ideal untuk daerah yang sering dilanda hujan.
  - c. Jenis sel surya jenis monocrystalline dikenal lebih awet.

- Kelemahan Sel Surya Monocrystalline:
  - a. Sel surya jenis monocrystalline merupakan jenis sel surya yang harga relatif mahal.
  - b. Kinerja dapat menurun pada saat terjadi cuaca panas yang ekstrim.
  - c. Banyak limbah silikon yang terbuang pada saat proses pembuatan panel surya.

#### B. Sel Surya Polycrystalline



Gambar 2. 11 Sel Surya Polycrystalline

Sel surya jenis Polycrystalline ini merupakan teknologi panel yang terbuat dari batang silikon dan kemudian dicairkan. Jika dibandingkan dengan efisiensi monokristal, polikristal ini memiliki efisiensi yang lebih rendah. Namun polikristal memiliki kelebihan pada harganya yang lebih murah dan dari segi susunan sel yang lebih rapi.

Adapun keunggulan dan kelemahan sel surya polycrystalline yaitu:

- Keunggulan Sel Surya Polycrystalline:
  - a. Sel surya jenis Polycrystalline merupakan jenis sel surya dengan harga yang lebih murah dibandingkan jenis monocrystalline.
  - b. Biaya investasi pembuatan pembangkit listrik tenaga surya lebih rendah dibandingkan sel surya jenis monocrystalline.
  
- Kelemahan Sel Surya Polycrystalline
  - a. Nilai efisiensi Polycrystalline lebih rendah dibandingkan dengan monocrystalline.

- b. Memerlukan ruang yang lebih besar dalam instalasi/penempatannya.
- c. Kinerja dapat menurun pada saat cuaca ekstrim dengan penurunan lebih banyak bila dibandingkan dengan jenis monocrystalline.

### C. Thin-Film Solar Cell



Gambar 2. 12 Thin-Film

Thin-film solar cell merupakan jenis sel surya yang memiliki ukuran yang sangat tipis dan memiliki bobot yang lebih ringan dan fleksibel. Akan tetapi sel surya film tipis kurang efisien dan memiliki kapasitas daya yang lebih rendah daripada jenis sel surya monocrystalline dan polycrystalline. Efisiensi sel surya thin-film ini bervariasi tergantung pada jenis bahan PV yang digunakan dalam sel tetapi secara umum cenderung memiliki efisiensi sekitar 7%-18%.

Saat ini efisiensi standar untuk panel surya dipasarkan tergantung pada jenis sel surya pada panel. Biasanya yang di tawarkan di pasaran yang sering digunakan:

- a. Panel surya jenis monokristal dengan efisiensi 15-20%.
- b. Panel surya jenis polikristal dengan efisiensi 13-17%.
- c. Sel surya film tipis dengan efisiensi 6-9%.

Untuk mengetahui efisiensi suatu panel surya dapat diketahui Ketika adanya daya input dan daya output:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \%$$

Dimana:  $\eta$  : Efisiensi (%)

$P_{out}$  : Daya keluaran panel surya (W)

$P_{in}$  : Daya input akibat iradiasi matahari ( $W/m^2$ )

Untuk mengetahui luas penampang sel surya:

$$A = P \times L$$

Dimana:  $P$  : panjang sel surya

$L$  : lebar sel surya

Perhitungan daya yang diterima ( $P_{in}$ ):

$$P_{in} = I_r \times A$$

Dimana:  $P_{in}$  : daya input akibat iradiasi matahari (Watt)

$I_r$  : intensitas cahaya matahari ( $Watt/m^2$ )

$A$  : luas area permukaan panel ( $m^2$ )

Untuk mendapatkan nilai radiasi matahari dengan mengkonversi intensitas cahaya matahari (LUX) ke radiasi ( $W/m^2$ ).

$$1 \text{ LUX} = 0,0079 \text{ W/m}^2$$

$$\text{Radiasi} = \text{intensitas cahaya matahari} \times 0,0079 \text{ W/m}^2$$

### 3. Konstruksi Panel Surya:



Gambar 2. 13 Konstruksi Panel Surya

a. Bingkai Alumunium

Pemasangan bingkai alumunium ini pada panel bertujuan untuk sebagai rangka dari panel surya itu sendiri dan melindungi bagian sisi tepinya. Rangka panel terbuat dari alumunium bertujuan untuk mengurangi bobot dari panel dan juga memiliki konstruksi yang kokoh dan kuat sehingga mepuni untuk menjaga dari angin kencang, dan gesekan yang mungkin terjadi.

b. Kaca Pelindung

Kaca pelindung pada panel memiliki 2 bagian, yaitu pada sisi depan panel yang bertujuan untuk melindungi tubuh utama pembangkit listrik (sel surya) terhadap benturan, dan cuaca. Sedangkan pada kaca bagian belakang yang dilapisi anti reflektif berfungsi untuk meningkatkan transmisi cahaya dan mengurangi kerugian.

c. EVA (*Ethylene Vinyl Acetate*)

EVA digunakan untuk mengikat kaca dan tubuh utama pembangkit listrik (Sel Surya). Tingkat pengaruh kualitas dari bahan EVA secara langsung mempengaruhi umur dari komponen dikarenakan EVA yang terpapar udara rentan terhadap penuaan dan menguning. Sehingga mempengaruhi taransmisi cahaya masuk ke sel surya.

d. Sel Surya

Sel surya adalah bagian utama dari panel surya untuk tempat terjadinya konversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan proses efek fotovoltaic. Tegangan listrik yang dihasilkan dihasilkan sel surya sangat kecil sekitar 0,6 V tanpa beban dan tanpa beban 0,45 V. untuk mendapatkan tegangan keluaran yang lebih besar maka diperlukan lebih banyak sel surya yang tersusun secara seri.

#### 4. Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Panel Surya

Adapun beberapa yang mempengaruhi produktivitas suatu panel:

a. Intensitas cahaya matahari

Intensitas cahaya matahari adalah faktor kunci dalam menentukan berapa banyak energi yang dapat dihasilkan oleh panel surya. Semakin tinggi intensitas cahaya matahari, semakin banyak energi yang dapat dihasilkan.

b. Arah kemiringan panel surya

Sudut kemiringan panel surya dapat meningkatkan penyerapan sinar matahari. Hal ini akan memungkinkan lebih banyak energi matahari untuk diserap oleh panel.

c. Suhu panel surya

Suhu tinggi dapat mengurangi efisiensi panel surya. Biasanya, semakin tinggi suhu, semakin rendah efisiensi. Sel surya bekerja sangat baik pada suhu 25°C.

d. Tingkat kebersihan panel surya

Kebersihan panel dapat mempengaruhi kinerja suatu panel. Panel yang berdebu atau kotor, akan menghambat penyerapan cahaya matahari, sehingga mengurangi daya yang dihasilkan panel surya.

## 2.5.2 SCC (Solar Charge Controller)



Gambar 2. 14 Solar Charger Controller (SCC)

SCC (solar charger controller) merupakan suatu komponen penting dalam PLTS yang digunakan untuk mengoptimalkan pengisian baterai, dan memastikan sistem tenaga surya berjalan secara efisien dan aman.

Ada beberapa fungsi dari SCC sebagai berikut:

- a. Mengontrol proses pengisian (charging) baterai dari panel surya, agar baterai tidak mengalami *overcharge* yang di mana baterai akan selalu dalam kondisi

penuh tetapi tanpa harus kelebihan baterai yang dicas terus menerus dengan keadaan baterai sudah penuh, yang bisa mengakibatkan baterai rusak bahkan meledak.

- b. Menghindari over discharger baterai dalam keadaan lemah. artinya, apabila kondisi baterai dalam lemah atau tegangannya terlalu rendah, SCC akan otomatis menghentikan arus ke beban agar menghindari baterai cepat rusak.
- c. Mengoptimalkan pengisian dari output panel menuju baterai.
- d. Mencegah arus balik dari baterai menuju ke panel pada saat intensitas cahaya matahari tidak mencukupi.

Ada beberapa jenis solar charger control

- a. Solar charger controller pulse width modulation (PWM)

SCC Tipe PWM ini mengatur aliran energi ke baterai dengan mengurangi arus secara bertahap, yang disebut modulasi lebar saat baterai penuh mengontrol pengisian PWM terus memasuki daya untuk menjaga baterai tetap penuh pengontrol PWM paling baik untuk aplikasi sekali kecil karena sistem panel surya dan baterai harus memiliki voltase yang sesuai. kelebihan dari tipe SCC PWM ini yaitu lebih murah dari pengontrol mppt, paling baik untuk sistem yang lebih kecil dimana efisiensi tidak terlalu penting.

- b. Solar charger controller maximum power point tracking (MPPT)

SCC tipe ini mempunyai efisiensi di atas PWM dalam memanfaatkan penuh daya panas surya untuk mengisi daya baterai MPPT membatasi output untuk memastikan baterai tidak diisi secara berlebihan. Pengontrol mppt akan memantau dan menyesuaikan energi yang masuk untuk mengatur arus. pengontrol mppt menurunkan voltase dan meningkatkan arus. sebagai hasilnya output keseluruhan akan meningkat dan akan mendapatkan efisiensi 90% atau lebih tinggi. Kelebihan dari SCC ini yaitu sangat efisien, berkinerja lebih maksimal saat baterai dalam kondisi pengisian rendah.

### 2.5.3 Inverter



Gambar 2. 15 Inverter

Inverter merupakan alat untuk mengubah energi listrik DC dari baterai dan panel surya menjadi energi listrik AC. Energi listrik yang dihasilkan oleh PLTS belum bisa langsung digunakan untuk beban seperti kipas angin, kulkas, dan sebagainya yang menggunakan arus listrik AC. Inverter merupakan salah satu komponen utama pada sistem pembangkit listrik tenaga surya yang mengubah energi DC menjadi arus AC sehingga dapat dipakai oleh beban.

Inverter dapat dibagi menjadi beberapa jenis yaitu:

#### 1. Power Optimizer

Power optimizer adalah komponen di mana berfungsi untuk mengatur dan menstabilkan voltase arus listrik DC yang dihasilkan oleh panel surya. Dengan adanya power optimizer berfungsi mengatur arus listrik DC yang masuk ke string inverter lebih efisien dan stabil, karena tidak terpengaruh jika salah satu panel surya tidak bisa bekerja maksimal

#### 2. Microinverter

Microinverter ini terpasang di setiap panel surya dan langsung mengubah arus DC dari masing-masing panel surya menjadi arus AC.

Jenis teknologi ini berbeda dengan string inverter yang menerima arus DC dari setiap panel surya yang terpasang menjadi arus AC.

#### 3. String Inverter

String inverter adalah solar inverter yang sering digunakan dalam sebuah pembangkit listrik tenaga surya. Setiap panel surya terhubung bersamaan melalui satu string dan dikoneksikan pada satu inverter.

#### 2.5.4 Baterai



Gambar 2. 16 Baterai

Baterai merupakan salah satu komponen penting pada pembangkit listrik tenaga surya. Salah satu fungsi baterai sebagai penyimpan energi energi dari panel surya dan memasok listrik ke beban. energi yang disimpan pada baterai akan digunakan saat cuaca tidak mendukung atau pada malam hari.

Baterai berfungsi sebagai perangkat pemasok energi untuk beban dengan tegangan dan arus stabil yang melalui inverter, jika terputus pasokan dayanya dari panel surya. Baterai juga bertindak sebagai tempat penyimpanan cadangan energi Ketika terjadi perbedaan daya pada panel surya dengan permintaan beban.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat**

Penelitian ini dilakukan di Universitas HKBP Nommensen Medan Jl.Sutomo No. 4A, Medan timur dimulai pada juni 2023 , lokasi tersebut dipilih karena yang diteliti berada pada lokasi Universitas tersebut. Waktu penelitian dilakukan dengan waktu penelitian per harinya dimulai dari pukul 09:00-16:00 WIB.

#### **3.2 Prosedur Penelitian**

Percobaan ini dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

- a. Penelitian dilakukan mulai jam 09:00 WIB di mana pengambilan data dilakukan setiap sekali dalam 1 jam mulai dari pukul 09:00 WIB sampai 16:00 WIB. Pengambilan data dilakukan selama 7 hari.
- b. Mengukur intensitas cahaya matahari.
- c. Mengukur tegangan, arus.
- d. Mengumpulkan data-data hasil pengukuran sesuai selang waktu yang telah di tentukan.

#### **3.3 Peralatan Penelitian Dan Alat Ukur Yang Dipakai**

Data yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah data intensitas cahaya matahari, tegangan, dan arus keluaran PLTS. Bahan dan alat ukur yang dipakai meliputi panel surya yang terpasang pada PLTS auto tracking 5 KWp UHN medan, panel monitoring pada power house, dan lux meter.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian itu yaitu:

##### **1. Panel Surya**

Fungsi panel surya adalah menangkap energi cahaya matahari lalu dijadikan sebagai energi listrik yang disebut dengan efek fotovoltaic. Dalam penelitian ini solar cell merupakan alat yang diukur, cara kerja panel surya dengan mengkonversi energi surya menjadi energi listrik dan menghasilkan tegangan keluaran arus DC.

Sel surya terbuat dari material semi konduktor dengan lapisan sel yang tipis dan juga menggunakan material dari silicon. Jenis solar sel yang digunakan di PLTS 5 KWp UHN Medan jenis mono-crystalline yang berkapasitas sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Spesifikasi Panel Surya

LR4-72HPH-430M	
Rated Maximum Power (Pmax)	430 W
Tolerance	0~+5 W
Voltage at Pmax (Vmp)	40.6 V
Current at Pmax (Imp)	10.60 A
Open-Circuit-Voltage (Voc)	49.2 V
Short-Circuit-Current (Isc)	11.19 A
Maximun System Voltage	1500 V
Maximum Series Fuse Rating	20 A
Operating Temperature	-40°C~+85°C
Aplicattion Class	Class A



Gambar 3. 17 panel surya

## 2. Panel Monitoring

Monitoring panel surya merupakan suatu sistem yang digunakan untuk pemantauan terhadap daya keluaran pada panel surya. pemantauan menggunakan software bertujuan agar pemantauan bersifat real time. sehingga dalam pemantauan tidak memerlukan cara manual dengan menggunakan alat ukur yang tidak bersifat real time. Monitoring kinerja solar sel yang akan menampilkan seperti, tegangan, dan daya pada panel monitor.

## 3. Lux Meter



Gambar 3. 18 lux meter

Lux meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur besarnya intensitas cahaya atau tingkat penerangan di suatu daerah tertentu. alat ukur ini dapat menampilkan hasil pengukurannya menggunakan format digital. besarnya intensitas cahaya ini perlu diukur untuk mengetahui kuat lemahnya cahaya yang terdapat pada suatu daerah tertentu dengan satuan lux.

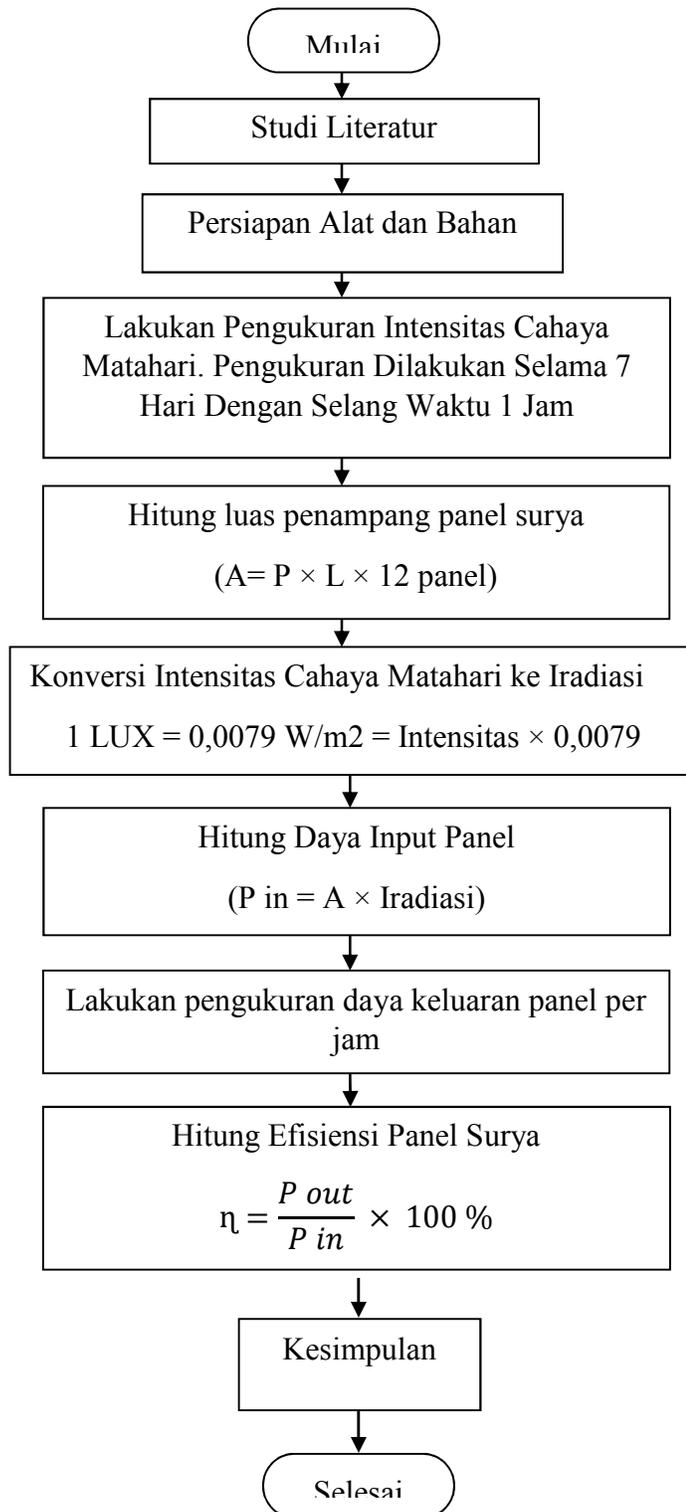
### 3.4 Pengukuran Irradiansi Dan Intensitas Cahaya Matahari

Peneliti melakukan pengukuran radiasi dan intensitas cahaya matahari pada sekitar panel surya dengan menggunakan alat ukur lux meter pada plts 5 KWp UHN Medan. Adapun Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Melakukan persiapan alat, bahan dan waktu untuk pengukuran pengukuran pada intensitas cahaya matahari dan daya output pada panel surya.
- b. Mengamati secara langsung (observasi) proses penelitian dan pengukuran saat alat yang digunakan mulai bekerja serta mengambil hasil dari pengukuran.
- c. Mengumpulkan data hasil pengukuran yang didapat saat pengukuran.

- d. Melakukan perhitungan data intensitas cahaya yang dihasilkan oleh energi matahari melalui alat ukur yang digunakan yang dikelompokkan dalam beberapa bagian waktu.
- e. Menghitung pengeluaran daya energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya.
- f. Menganalisis data hasil yang di dapat saat pengukuran.
- g. Mengolah data yang diperoleh dari hasil pengukuran dan penelitian.
- h. Membuat kesimpulan dari hasil penelitian.

### 3.5 Flowchart Penelitian



Gambar 3. 19 flowchart