

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang Masalah

Sekarang ini matahari merupakan sumber energi baru, Pemanfaatan Energi matahari sangat tepat di Indonesia karena terletak di garis katulistiwa dan mempunyai musim kemarau yang panjang, Intensitas radiasi matahari di Indonesia mencapai  $48 \text{ kWh/m}^2$  per hari di seluruh wilayahnya oleh karena itu di UHN Medan telah dibangun PLTS guna memanfaatkan potensi energi matahari yang ada di Indonesia untuk menghasilkan Listrik yang akan digunakan untuk kebutuhan proses belajar mengajar di UHN, maka perlu dilakukan monitoring terhadap daya dan energy yang dihasilkan PLTS UHN Medan.



Gambar 1.1 PLTS UHN Medan

Di Kampus Universitas Nommensen HKBP Medan terdapat 1146 Solar Cell dimana pada gedung I terdapat 580 solar cell, gedung L terdapat 242 solar cell dan pada Fakultas Kedokteran terdapat 324 solar cell dengan spesifikasi yang dapat menyerap daya sebesar 520Wp sehingga total daya yang dapat dihasilkan adalah 595.920 Wp, untuk mengelola daya tersebut UHN menggunakan inverter dimana pada power house 1 UHN terdapat 3 inverter; 100KTL, 100KTL, 60KTL

yang bekerja 12 jam setiap harinya dari sejak terbit matahari sampai terbenamnya.  
PLTS

menghasilkan daya rata rata sebesar 174,328 KW, dengan besar iradiansi rata rata setiap hari adalah 587,505 W/m<sup>2</sup>. PH-1 tersambung parallel dengan 3 transformator distribusi 197 KVA, masing-masing PLTS memiliki kapasitas 160 KW, 100 KW dan 100 KW.

## 1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan umum yang dikaji berdasarkan latar belakang diatas adalah sebagai berikut:

1. Apakah iradiansi dan intensitas radiasi matahari yang berada di lingkungan PLTS UHN telah di pergunakan secara maksimal dalam pemanfaatan energi matahari nya.
2. Berapakah rata-rata daya yang dihasilkan oleh PLTS setiap harinya dalam satu siklus.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitan ini adalah sebagai beikut :

1. Untuk menentukan utilitas daya maksimal yang dapat diharapkan dan dihasilkan di PLTS UHN bedasarkan potensi besaran iradiansi hariannya.
2. Untuk Mendapatkan Perkiraan jumlah kapasitas daya yang dihasilkan dari akumulasi iradiansi matahari di PLTS (kampus) UHN.

## 1.4 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan penelitian dan memperjelas penyelesaian sehingga mudah dipahami dan penyusunannya lebih terarah, maka dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini dilakukan di sekitaran area Universitas HKBP Nommensen Medan.
2. Penelitian ini menggunakan alat *solar power meter* dan *monitoring* berbasis aplikasi *mobile* ( data EMI).
3. Metode yang digunakan adalah obeservasi dan survey.
4. Tidak meliputi data di gedung FK Universitas HKBP Nommensen

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

Sebagai bahan masukan, informasi untuk memerhatikan kemampuan PLTS dalam menghasilkan energy listrik berdasarkan potensi iradiansi ,yang digunakan untuk menjalankan kegiatan kampus sehari hari nya

Peneliti dapat mengetahui mengenai PLTS lebih dalam dan baik yang dapat berguna untuk kedepannya dan mendapatkan pengalaman yang dekat dengan dunia kerja

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini pada garis besarnya dibagi dalam lima bab, tiap bab terdiri dari beberapa sub bab, secara singkat dapat dijelaskan sebagai berikut :

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

#### **BAB II LANDASAN TEORI**

Merupakan pembahasan secara terperinci mengenai metode maupun teori-teori yang digunakan sebagai landasan untuk pemecahan masalah.

#### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi tentang obyek penelitian, metode pengumpulan data, jalannya penelitian, metode pengolahan dan analisa data, kerangka pemecahan masalah.

#### **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Menyajikan data-data yang diperlukan yang diperoleh dari obyek penelitian dan membahas atau mengerjakan data-data yang diperoleh dari obyek penelitian dan menyajikan hasil-hasil analisa terhadap datadata yang diperoleh dari obyek penelitian.

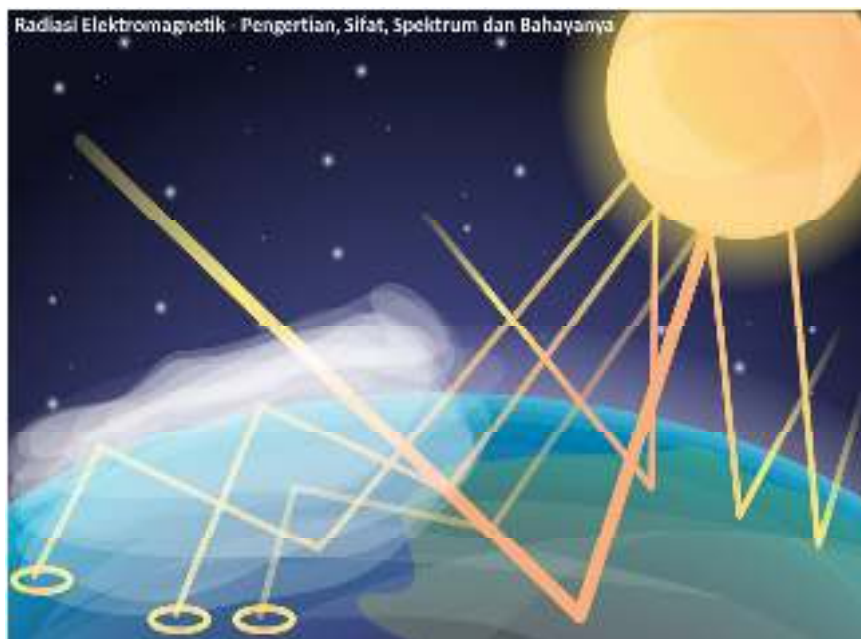
#### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Merupakan kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisa data serta mengemukakan saran yang sekiranya dapat dijadikan bahan pertimbangan bagi pekerja.

## BAB II LANDASAN TEORI

### 2.1 Iradiansi Matahari

Iradiansi matahari adalah pancaran gelombang surya yang berbentuk sinar UV (*ultraviolet*) dan bersifat elektromagnetik serta menghasilkan radiasi yang memiliki kecepatan rambat gelombang berkisar 300.000 Km/s dengan waktu tempuh menuju bumi sekitar delapan menit 20 detik. Intensitas radiasi matahari adalah besar kecilnya sudut datang sinar matahari pada permukaan bumi dan jumlah yang diterima berbanding lurus dengan besarnya sudut datang dengan total energi radiasi matahari secara global berkisar  $1353 \text{ Wh/m}^2$  untuk persentase penyerapannya ke bumi berada di angka 51 %. Sebagaimana diketahui Indonesia terletak di garis khatulistiwa, sehingga Indonesia mempunyai sumber energi surya yang berlimpah dengan intensitas radiasi matahari rata-rata sekitar  $4.8 \text{ KWh/m}^2$  per hari di seluruh wilayah Indonesia. Hal ini dikarenakan radiasi matahari merupakan sumber energi yang ramah lingkungan dan cukup mudah untuk diimplementasikan. Sumber energi terbarukan yang rendah emisi sampai saat ini. Sekarang ini matahari merupakan sumber energi baru, pemanfaatan energi matahari sangat tepat di Indonesia karena terletak di garis khatulistiwa.



Gambar 2.1 Pancaran radiasi matahari menuju bumi

## 2.2 Solar Cell

### 2.2.1 Sel Surya (*Solar Cell*)

Solar cell adalah pembangkit listrik yang mampu mengkonversi sinar matahari menjadi arus listrik. Energi matahari pada faktanya menjadi suatu sumber energi yang paling menjanjikan dibandingkan dengan energi yang lainnya, satu-satunya alasan hal ini diungkapkan karena sampai saat ini sifat energi matahari berkelanjutan (*sustainable*) serta jumlahnya tidak terbatas. Perubahan bentuk energi ini disebut efek fotovoltaiik. Bidang riset berhubungan dengan sel surya dikenal sebagai fotovoltaiik.Energi matahari. Sel surya memiliki banyak aplikasi. Mereka terutama cocok untuk digunakan bila tenaga listrik dari grid tidak tersedia, seperti di wilayah terpencil, satelit pengorbit bumi, kalkulator genggam, pompa air, dll. Sel surya (dalam bentuk modul atau panel surya) dapat dipasang di atap gedung di mana mereka berhubungan dengan inverter ke grid listrik dalam sebuah pengaturan net metering.



Gambar 2.2 modul sel surya

### 2.2.2 Sejarah Sel Surya (*Solar Cell*)

Efek fotovoltaiik didemonstrasikan pertama kali oleh fisikawan Prancis Edmond Becquerel. Pada tahun 1839, pada usia 19, ia membangun sel fotovoltaiik pertama di dunia di laboratorium ayahnya. Willoughby Smith pertama kali menggambarkan "Effect of Light on Selenium during the passage of an Electric Current" ("Pengaruh Cahaya pada Selenium selama perjalanan Arus Listrik") dalam Nature edisi 20 Februari 1873. Pada tahun 1883 Charles Fritts membangun sel fotovoltaiik padat pertama dengan melapisi selenium semikonduktor dengan lapisan tipis emas untuk membentuk persimpangan; perangkat ini hanya memiliki efisiensi sekitar 1%. Capaian lain termasuk:

1888 - Fisikawan Rusia Aleksandr Stoletov membangun sel pertama berdasarkan efek fotolistrik luar yang ditemukan oleh Heinrich Hertz pada tahun 1887.

1905 - Albert Einstein mengusulkan teori kuantum cahaya yang baru dan menjelaskan efek fotolistrik dalam makalah penting, di mana ia menerima Hadiah Nobel dalam Fisika pada tahun 1921.

1941 - Vadim Lashkaryov menemukan pertemuan p-n pada sel proto Cu<sub>2</sub>O dan Ag<sub>2</sub>S.

1946 - Russell Ohl mematenkan sel surya semikonduktor junction modern, sambil mengerjakan serangkaian kemajuan yang akan mengarah pada transistor.

1954 - sel fotovoltaiik praktis pertama didemonstrasikan secara publik di Bell Laboratories. Para penemu adalah Calvin Souther Fuller, Daryl Chapin dan Gerald Pearson.

1958 - sel surya menjadi terkenal dengan penggabungannya ke satelit Vanguard I.

### 2.2.3 Prinsip Kerja Sel Surya (*Solar Cell*)

Sel surya bekerja berdasarkan efek fotoelektrik yang dimana bahan semikonduktor mengubah energy cahaya menjadi energy listrik. Berdasarkan teori Maxwell menyebutkan cahaya yang di anggap sebagai spectrum gelombang electromagnetic dengan panjang gelombang berbeda yang menandakan bahwa cahaya merupakan partikel diskrit atau quanta energy sehingga dapat di jabarkan dengan persamaan sebagai berikut :

$$E = h \cdot f = h \cdot c / \lambda$$

Dimana

E = Medan Listrik (Volt)

h = Konstanta Planck ( $6,625 \times 10^{-34} \text{ Js}$ )

f = Frekuensi (Hz)

c = Kecepatan cahaya ( $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ )

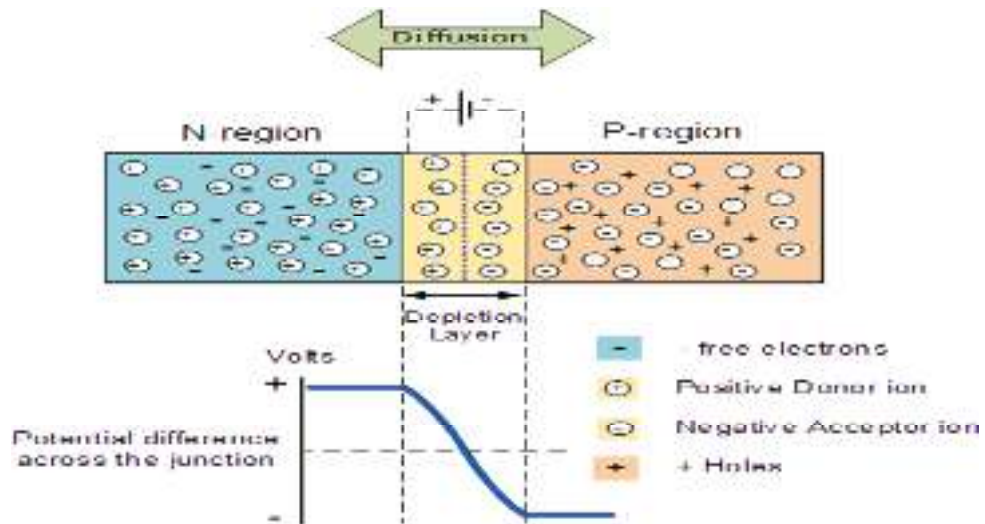
$\lambda$  = Panjang gelombang (m)

Pada Persamaan 2.2 menjelaskan bahwa sifat cahaya merupakan energy yang diterapkan pada sel surya yang tergabung dalam foton foton. Namun, seiring berjalannya waktu tidak penjelasan mengenai sifat fotoelektrik tersebut tetapi perkembangannya material yang dipakai yaitu semikonduktor, terutama silicon. Material ini dapat bersifat insulator pada temperatur rendah, dan juga sebagai konduktor bila tersedia energy

Prinsip kerja Semikonduktor sebagai sel surya hampir sama dengan dioda sebagai *pn-junction*. *pn-junction* merupakan gabungan antara dioda jenis P dan dioda N yang di peroleh dengan cara pencampuran pada silicon murni. Pada diode ini juga sel surya membentuk selective contact yang dimana mengumpulkan beberapa electron tersebut pada pita konduksi. elektron yang bergerak inilah yang disebut sebagai arus listrik. Dan pada saat penggabungan dengan silicon tersebut dioda P terbentuk sebuah hole (muatan positif) dan dioda N (muatan negatif) sehingga dapat disebut kondisi panjar maju.

Dalam hal ini Kondisi panjar maju merupakan dimana Dioda jenis P membawa neutron yang mayoritas, sedangkan elektron yang minoritas dengan cara menghubungkan diode *pn-junction* ke baterai muatan positif dan Dioda jenis N di hubungkan ke baterai muatan negative, sehingga membentuk arus yang melewati *pn-junction*. Begitu juga sebaliknya apabila Kondisi panjar mundur merupakan dimana Dioda jenis N membawa electron yang mayoritas, sedangkan neutron yang minoritas dengan menghubungkan ke diode *pn-junction* ke baterai muatan Positif dan Dioda jenis P di hubungkan ke baterai muatan negative, sehingga tidak dapat mengalir arus yang melewati *pn-junction*. Namun, adanya arus yang sangat kecil masih dapat mengalir yang disebut dengan Arus Bocor.





Gambar 2.3 P-N Junction

Pada dasarnya prinsip kerja dari *Solar Cell*/Sel Surya terjadi ketika cahaya matahari mengenai sel, maka sebagian dari cahaya tersebut diserap oleh bahan semikonduktor tersebut. Energi yang diserap tersebut membuat elektron menjadi menjauh dan menyebabkan elektron menjadi bebas bergerak. PV cells juga mempunyai satu atau lebih medan listrik yang memaksa elektron untuk bergerak dengan arah tertentu. Aliran elektron ini merupakan arus listrik. Energi listrik yang dihasilkan oleh satu sel surya sangat kecil, maka beberapa sel surya harus digabungkan sehingga terbentuklah satuan komponen yang disebut *module*. Jika ada elektron bebas yang sifatnya negatif, maka bisa menjadi pendonor elektron atau disebut dengan semikonduktor tipe “n”. Dan untuk semikonduktor dengan hole bermuatan positif akan menjadi penerima elektron atau semikonduktor tipe “p”. Antara daerah positif dan negatif itulah bisa memunculkan energi yang kemudian mendorong elektron dan hole menjadi berlawanan. Di mana elektron akan jauh dari daerah negatif dan hole akan jauh dari daerah positif

#### 2.2.4 Material Sel Surya (*Solar Cell*)

Sel surya biasanya dinamai dengan bahan semikonduktor pembuatnya. Bahan-bahan ini harus memiliki karakteristik tertentu untuk menyerap sinar matahari. Beberapa sel dirancang untuk menangani sinar matahari yang mencapai permukaan bumi, sementara yang lain dioptimalkan untuk digunakan di luar

angkasa. Sel surya dapat dibuat hanya dari satu lapisan tunggal bahan penyerap cahaya (pertemuan tunggal) atau menggunakan beberapa konfigurasi fisik (multipertemuan) untuk memanfaatkan berbagai mekanisme penyerapan dan pemisahan muatan. Sel surya dapat diklasifikasikan menjadi sel generasi pertama, kedua dan ketiga. Sel generasi pertama — juga disebut sel konvensional, tradisional, atau berbasis wafer — terbuat dari silikon kristal, teknologi PV yang dominan secara komersial, yang mencakup bahan-bahan seperti polisilikon dan silikon monokristalin. Sel generasi kedua adalah sel surya film tipis, yang meliputi silikon amorf, CdTe dan sel CIGS dan secara komersial signifikan dalam skala pembangkit listrik fotovoltaik, membangun fotovoltaik terintegrasi atau dalam sistem daya kecil yang berdiri sendiri.

Generasi ketiga dari sel surya mencakup sejumlah teknologi film tipis yang sering digambarkan sebagai fotovoltaik pegari (emerging) — kebanyakan dari teknologi generasi ini belum diterapkan secara komersial dan masih dalam tahap penelitian atau pengembangan. Banyak yang menggunakan bahan organik, sering kali senyawa organologam serta zat anorganik. Terlepas dari kenyataan bahwa efisiensinya rendah dan stabilitas bahan penyerap sering kali terlalu rendah untuk aplikasi komersial, ada banyak penelitian yang diinvestasikan ke dalam teknologi ini karena mereka menjanjikan untuk mencapai tujuan menghasilkan biaya rendah, efisiensi tinggi sel surya. Materi lain yang digunakan pada PV adalah sebagai berikut

1. Silikon kristal
2. Silikon monokristalin
3. silikon epitaksial
4. Silikon polikristalin
5. Silikon pita
6. Silikon mono-seperti-multi (MLM)
7. Film tipis
8. Kadmium telurida
9. Tembaga indium galium selenida
10. Film tipis silikon, galium arsenide

## 2.2.5 Jenis – jenis Sel Surya (*Solar Cell*)

### a. *Monocrystalline Silicon*

Merupakan panel paling efisien yang dihasilkan dengan teknologi terkini dan menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Jenis ini adalah yang terbaik dan yang banyak di gunakan oleh masyarakat saat ini, adalah jenis Monokristal. Panel ini memiliki tingkat efisiensi antara 12 hingga 15%.



Gambar 2.4 *Monocrystalline Silicon*

### b. *Polycrystalline Silikon*

Jenis Modul Surya terbuat dari beberapa batang kristal silikon yang dilebur kemudian dituang dalam cetakan yang umumnya berbentuk persegi. Biasanya jenis Modul ini memiliki kelebihan dari segi susunannya yang lebih rapi dan lebih rapat. Untuk cirinya, biasanya *modul surya* ini memiliki penampilan yang unik karena terkesan seperti ada retakan-retakan di dalam sel surya yang dimilikinya. Kemurnian kristal silikon polycrystalline tidak setinggi monocrystalline sehingga efisiensinya sekitar 13 – 16 %. Tipe ini memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis monocrystalline untuk menghasilkan daya listrik yang sama. Dan modul surya yang satu ini juga memiliki kekurangan yang cukup mirip dengan monocrystalline silikon yang telah disebutkan sebelumnya. Modul surya polycrystalline memiliki kekurangan ketika

digunakan pada daerah yang rawan dan sering mendung. Ketika diletakkan atau digunakan pada area seperti ini, maka efisiensi yang dimilikinya akan turun. Selain itu, modul surya jenis Polycrystalline mempunyai toleransi terhadap suhu yang rendah. Sehingga, dalam performanya, polycrystalline tidak menyerap panas dan suhu permukaan polycrystalline tidak panas dan dapat tetap bekerja secara maksimal.



Gambar 2.5 *Polycrystalline Silikon*

### ***c. Thin Film Solar Cel***

Jenis Modul Surya terbut dari dengan menggunakan sel surya tipis yang dipasang pada lapisan dasar dengan struktur lapisan tipis mikrokristal-silicon dan amorphous dengan efisiensi modul hingga 8.5%. Jenis Modul surya mudah dibentuk serta memiliki kerapatan atom yang sangat rendah dan dapat dikembangkan dengan berbagai bentuk dan ukuran dan secara umum juga harga sangat murah apabila di produksi. dan modul surya ini sangat ringan dan tipis. Oleh sebab itu, Jenis Modul disebut dengan TFPV (Thin Film Photovoltaic) yang

berfungsi sebagai menghasilkan daya listrik apabila pada saat berawan dan memiliki efisiensi dalam menampung daya listrik sebesar 45% daripada jenis modul surya lainnya.



Gambar 2.6 *Thin Film Solar cell*

### **2.2.6 Kelebihan dan Kelemahan Sel surya**

Berkikut ini adalah kelebihan solar cell ataupun sel surya;

1. Modal solar langsung mengkonversi sinar matahari menjadi energi listrik searah tanpa bahan bakar
2. Proses konversi tidak menimbulkan kebisingan, gas buang, dan limbah
3. Pemeliharaan sederhana dibanding sistem konvensional. Karena dalam proses tidak ada bagian yang bergerak
4. Untuk beban yang kecil mempunyai kecenderungan makin ekonomis
5. Listrik searah tanpa bahan bakar
6. Dapat diaplikasikan langsung pada alat-alat praktis

### 7. Instalasi sistem lebih aman karena tegangan rendah dan (DC)

Kelemahan yang di dapatkan dari penggunaan solar cell ataupun sel surya, antara lain;

1. Biaya investasi awal tinggi
2. Memerlukan arti baterai sebagai media penyimpan listrik
3. Pemeliharaan baterai harus rutin karena keandalan sistem ditentukan oleh kondisi batre
4. Alat-alat yang diopersikan pada tegangan rendah terbatas
5. Teknisi yang terlatih untuk perencanaan dan pemasangan sistem konversi energi surya masih sangat sedikit

Pada dasarnya prinsip kerja dari *Solar Cell*/Sel Surya terjadi ketika cahaya matahari mengenai sel, maka sebagian dari cahaya tersebut diserap oleh bahan semikonduktor tersebut. Energi yang diserap tersebut membuat elektron menjadi menjauh dan menyebabkan elektron menjadi bebas bergerak. *PV cells* juga mempunyai satu atau lebih medan listrik yang memaksa elektron untuk bergerak dengan arah tertentu. Aliran elektron ini merupakan arus listrik. Energi listrik yang dihasilkan oleh satu sel surya sangat kecil, maka beberapa sel surya harus digabungkan sehingga terbentuklah satuan komponen yang disebut *module*.

### 2.3 Inverter

*Inverter* adalah salah satu komponen terpenting dan paling kompleks dari sistem independen. Meski Anda tidak harus selalu memahami cara kerja bagian dalam inverter, namun Anda harus memahami beberapa fungsi, kemampuan, dan batasan dasar dari komponen ini. Sistem tenaga listrik independen adalah sistem yang terlepas dari jaringan utilitas listrik. Sistem seperti itu bervariasi ukurannya dari lampu halaman kecil hingga rumah-rumah di lokasi terpencil, desa, taman nasional, fasilitas medis, dan militer. Mereka juga mencakup sistem cadangan seluler, portabel, dan darurat.

Komponen umum dari sistem tersebut adalah baterai penyimpanan, yang menyerap dan melepaskan daya dalam bentuk arus searah (DC). Sebaliknya, jaringan utilitas menyuplai konsumen dengan daya arus bolak-balik (AC). AC adalah bentuk standar kelistrikan untuk segala sesuatu yang "dihubungkan" ke sumber listrik (lebih praktis untuk transmisi jarak jauh). *Inverter* mengubah DC ke AC, dan juga mengubah tegangan. Dengan kata lain, ini adalah adaptor daya. Ini dapat memungkinkan sistem daya independen berbasis baterai untuk menjalankan peralatan konvensional melalui kabel rumah konvensional. Fungsi utama *inverter* adalah untuk mengubah daya Arus Searah (DC) menjadi arus bolak-balik standar (AC) seperti yang dilansir dari *SF Gate*. Ini dikarenakan AC adalah daya yang dipasok ke industri dan rumah oleh jaringan listrik utama atau utilitas publik, baterai sistem tenaga bolak-balik hanya menyimpan daya DC

#### **2.4 Solar Power Meter**

*Solar power* meter adalah sebuah alat untuk menguji, mengukur intensitas energi surya. Energi surya sendiri merupakan energi yang didapat dengan mengubah energi panas surya (matahari) melalui perangkat lain menjadi sumber daya energi dalam bentuk lain. Energi surya sendiri menjadi salah satu sumber daya energi selain air, uap, angin, biogas, batu bara, dan minyak bumi. Teknik pemanfaatan energi matahari mulai muncul pada tahun 1839, ditemukan oleh *A.C. Becquerel*. Dimana beliau menggunakan kristal silikon untuk mengkonversi radiasi matahari, namun sampai tahun 1955 metode itu belum banyak dikembangkan. Selama kurun waktu lebih dari satu abad itu, sumber energi yang banyak digunakan adalah minyak bumi dan batu bara, seiring waktu kebutuhan akan sumber daya energi makin meningkat maka dibutuhkan alternatif sumber energi selain yang sudah ada. Perangkat alat uji *Solar Power* meter adalah inovasi dalam industri *test & measurement* sebagai alat ukur untuk tenaga matahari ini atau perangkat *solar cell*.

#### **2.5 AC Combiner**

*Combiner Box* adalah komponen yang penting pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) karena *Combiner Box* melindungi PLTS dari gangguang-

gangguan yang dapat merusak komponen lainnya di dalam sistem PLTS. Fungsi utama dari Combiner Box adalah untuk menggabungkan beberapa string panel surya menjadi satu output yang lalu dihubungkan ke Inverter.



## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian dilakukan di daerah sekitar Kampus Universitas HKBP Nomensen Medan terutama difokuskan di daerah lapangan bendera, atap gedung I dan L dan ruang Power House 1 PLTS

#### **3.1. Tahap Persiapan**

- a. mempersiapkan studi pustaka untuk mencari teori pendukung dan mengambil sumber informasi atau referensi dalam buku Jurnal dan internet
- b. meninjau lapangan yang digunakan sebagai tempat penelitian
- c. men-survey Iridiansi matahari dan AC Combiner selama 7 hari.
- d. men-survey data daya dan energy yang di pakaidan dihasilkan perhari nya melalui aplikasi selama 1 bulan
- e. merekapitulas Data hasil Survey ke dalam Excel dgn membuat tabel dan grafik nya.

#### **3.2. Metode Pengumpulan Data**

Adapun data yang digunakan pada penelitian adalah data primer yang diperoleh dari pengamatan secara langsung yang dilakukan oleh peneliti. Pengumpulan data dilakukan dengan beberapa metode yaitu :

##### **a. Studi Pustaka**

Studi pustaka salah satu metode yang dilakukan dengan cara mengambil bahanbahan dari kajian literatur untuk mendapatkan informasi yang mendukung dengan permasalahan yang dibahas. Dari studi pustaka ini peneliti memperoleh data apa saja yang diperlukan dalam penelitian yang dilakukan

##### **b. Obeservasi**

Metode Obeservasi adalah metode yang dilakukan dengan melihat secara langsung PLTS dan control nya ,obeservasi dilakukan secara mendalam untuk mengetahui rincinya

##### **c. Survey**

Survey adalah kegiatan pengambilan data yang dilakukan secara berkala dan teratur dalam jangka atau kurun waktu tertentu ,seperti pengambilan data dilakukan setiap 15 menit sekali atau data setiap hari nya selama satu bulan.

d. Pengambilan Data dan Dokumentasi

Dokumentasi dilakukan untuk mengambil gambar lingkungan kerja dan kegiatan saat survey dan pengambilan data data yang diperlukan untuk dianalisa

e. Menganalisa Hasil Data Survey

Menganalisa Hasil Data Survey adalah metode yang dilakukan dengan memanfaatkan data data yang didapatkan selama masa survey yang dikembangkan menggunakan rumus dan teori untuk menghasilkan suatu hasil yang baru

f. Pengambilan Kesimpulan dari Hasil Analisa

Pengambilan Kesimpulan dari Hasil Analisa adalah Metode yang digunakan untuk membuat hasil akhir atau kesimpulan dari masalah yang ada

### 3.3 Spesifikasi Modul Surya JAM72S30-540/MR JA

Berikut spesifikasi modul surya yang digunakan selama penelitian adalah :

<i>Dimension</i> (Volume/mm <sup>3</sup> )	: 2278 x 1134 x 30
<i>Wide</i> (mm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	: 2583,2 / 2,58
<i>Maksimum Power</i> (Pmax/W)	: 540
<i>Open Circuit Voltage</i> (Voc/v)	: 49,60
<i>Short Circuit Current</i> (Isc/A)	: 13,86
<i>Voltage at Max Power</i> (Vmp/v)	: 41,64
<i>Current at Max Power</i> (Imp/A)	: 12,97
<i>Efficiency</i> (%)	: 21



Gambar 3.1 model modul *JAM72S30-540/MR*

### 3.4 Spesifikasi Inverter

Spesifikasi Inverter yang digunakan selama riset adalah

*Inverter 100 KTL*

<i>d.c. Max Input Voltage</i>	: 1100 Vdc
<i>d.c Max Input Current</i>	: 10×26A
isc	: 10 x 40 A
<i>d.c. MPPT Range</i>	: 200-1000 Vdc
<i>d.c Output Nominal Voltage</i>	: 380 / 400 Vac ; 3(N) 480 Vac ; 3
<i>a.c Nominal Operating Frequency</i>	: 50/60 Hz
<i>a.c Output Rated power</i>	: 100 kw
<i>a.c Output Max Apparent power</i>	: 110 k.VA
<i>Operating Temperature range</i>	: -25 - +60°c <i>Inverter 60 KTL</i>
<i>d.c. Max Input Voltage</i>	: 1100 Vdc
<i>d.c Max Input Current</i>	: 22A/22A/22A/22A/22A/22A
isc	: 30A/30A/30A/30A/30A/30A
<i>d.c. MPPT Range</i>	: 200-1000 Vdc
<i>d.c Output Nominal Voltage</i>	: 380 / 400 Vac ; 3(N) 480 Vac ; 3
<i>a.c Nominal Operating Frequency</i>	: 50/60 Hz
<i>a.c Output Rated power</i>	: 60 kw
<i>a.c Output Max Apparent power</i>	: 66 k.VA



Gambar 3.2 *Inverter di power house*

### 3.5 Spesifikasi Solar Power Meter SM 206

1. Resolusi :  $0.1\text{W} / \text{M}^2$ ,  $0.1\text{Btu} / (\text{ft}^2\text{-h})$
2. Kisaran Kesalahan:  $\pm 10\text{W} / \text{M}^2$ ;  $\pm 3\text{Btu} / (\text{ft}^2\text{-h})$  atau  $\pm 5\%$  dari nilai yang diukur
3. error Suhu:  $\pm 0.38\text{W} / \text{M}^2 / ^\circ\text{C}$ ;  $\pm 0.12\text{Btu} / (\text{ft}^2\text{-h}) / ^\circ\text{C}$ ; deviasi pada  $25^\circ\text{C}$
4. Tampilan : 3-3 / 4 layar LCD, maksimum ditampilkan nilai numerik 3999
5. Shift:  $<\pm 3\% / \text{tahun}$
6. *Display Overload* "OL"
7. Rentang :  $0,1\text{-}399,9\text{ W} / \text{M}^2$ ,  $1\text{-}3999\text{ W} / \text{M}^2$ ,  $0,1\text{-}399,9\text{ Btu} / (\text{ft}^2\text{-h})$ ,  $1\text{-}3999\text{ Btu} / (\text{ft}^2\text{-h})$
8. Waktu Sampling: 0,5 detik
9. Pengoperasian pada suhu dan kelembaban:  $0^\circ\text{C}$  hingga  $50^\circ\text{C}$ ;  $<80\%$  RH
10. Suhu penyimpanan dan kelembaban:  $-10^\circ\text{C}$  hingga  $60^\circ\text{C}$ ;  $<70\%$  RH
11. Dimensi dan berat:  $132 \times 60 \times 38\text{mm}$
12. Berat : approx. 150 g
13. Baterai dibutuhkan untuk pengoperasian : baterai 9V



Gambar 3.3 *Solar Power Meter*

### **3.6 Panel Box Listrik**

Panel listrik adalah sebuah alat atau perangkat yang memiliki fungsi untuk membagi, menyalurkan dan kemudian mendistribusikan energi listrik dari sumbernya (pusat) kepada konsumen (pemakai). Terdiri dari beberapa komponen :

1. *Moulded Case Circuit Breaker (MCCB)*
2. *Miniature Circuit Board (MCB)*
3. *Residual Current Device (RCD)*
4. *Surge Arrester*
5. Kabel untuk Netral (warna biru muda)
6. Kabel untuk Fase (warna merah, kuning, hitam)
7. Kabel untuk Ground (warna hijau atau kuning)
8. *Grounding*
9. *Current Transformer (CT)*



Gambar 3.4 Panel Box listrik reset

### 3.7 Diagram Alir

