

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi listrik merupakan bagian penting yang tidak pernah lepas dari kepentingan manusia. Dengan kebutuhan listrik yang semakin meningkat maka energi fosil yang digunakan untuk menghasilkan listrik menjadi terbatas dan menipis. Oleh karena itu dibutuhkan suatu sumber energi listrik terbarukan. Energi matahari merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang tidak ada habis-habisnya dan dianggap sebagai salah satu yang paling menjanjikan sebagai sumber daya terbarukan untuk pembangkit listrik massal.

PLTS yang di bangun di Universitas HKBP Nommensen Medan merupakan bentuk kolaborasi antara Universitas HKBP Nommensen Medan dan PT. Wijaya Karya Industri Energi (persero) dengan PT. Surya Utama Nuansa (Sun Energi) yang dimana merupakan implementasi dari energi listrik terbarukan dengan memanfaatkan energi matahari.

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) adalah pembangkit listrik yang mengubah energi surya menjadi energi listrik. *Photovoltaic (PV)* merupakan suatu teknologi yang berfungsi untuk mengubah secara langsung energi matahari menjadi energi listrik, perubahan energi ini disebut sebagai efek *photoelectric*. Jumlah energi listrik yang dihasilkan oleh modul *photovoltaic* bergantung kepada intensitas radiasi (*irradiance*) cahaya matahari. Sehingga perlu dilakukan analisis perubahan intensitas radiasi dari cahaya matahari untuk mengetahui kinerja panel surya.

Photovoltaic bersifat intermitten mengikuti kondisi alam sekitarnya yang berarti bergantung kepada kondisi musim, kelembaban, suhu, pergerakan awan, dan kondisi cuaca lainnya. Maka untuk mengetahui perubahan intensitas radiasi cahaya matahari terhadap kinerja PLTS tersebut akan dilakukan pengukuran radiasi cahaya matahari di PLTS Universitas HKBP Nommensen Medan

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan Tugas Akhir ini, ada beberapa masalah yang perlu dirumuskan:

1. Bagaimana *photovoltaic* pada panel surya menerima irradiance
2. Bagaimana *photovoltaic* panel surya menghasilkan energi
3. Bagaimana pengaruh irradiance terhadap daya yang dihasilkan

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penulisan ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk membuktikan pengaruh irradiance cahaya matahari terhadap kinerja *photovoltaic* saat perubahan cuaca.
2. Untuk mengetahui hubungan irradiance cahaya matahari terhadap luminansi cahaya matahari
3. Untuk mengetahui perubahan besar produksi listrik panel surya akibat perubahan intensitas radiasi cahaya matahari

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menambah wawasan dan pengetahuan tentang pembangkit listrik tenaga surya
2. Memanfaatkan energi sinar matahari
3. Mengetahui bagaimana cara kerja panel surya

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya menganalisa pengaruh intensitas radiasi cahaya terhadap daya energi yang dihasilkan pada panel surya
2. Penelitian ini hanya mengetahui daya energi listrik rata-rata panel surya

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini terdiri dari 5 bab diantaranya:

1. BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang latar belakang dari penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, tujuan penelitian dan sistematika penelitian.

2. BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab 2 ini membahas landasan teori sebagai hasil dari studi literature yang berhubungan dengan studi analisis dan yang akan dilakukan dalam penelitian.

3. BAB 3 METODELOGI PENELITIAN

Bab 3 ini membahas tentang langkah-langkah dari penelitian serta prosedur dari penelitian.

4. BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas penjelasan mengenai data dari hasil penelitian dan analisa terhadap seluruh proses yang berlangsung selama penelitian.

5. BAB 5 PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan terhadap proses yang berlangsung selama penelitian dan saran yang mendukung penelitian selanjutnya agar dapat memberikan hasil yang lebih baik lagi.

DAFTAR PUSTAKA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

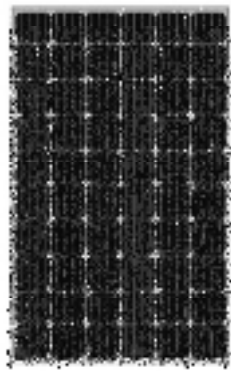
2.1 Sel Surya (*solar cell*)

Sel surya adalah suatu elemen aktif yang mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Prinsip dasar pembuatan sel surya adalah memanfaatkan efek surya yaitu suatu efek yang dapat mengubah langsung cahaya matahari menjadi energi listrik.

Berbagai penelitian yang pernah dilakukan untuk meningkatkan efisiensi terkait dengan analisis sistem sel surya baik itu berdasarkan tinjauan dalam meningkatkan kinerja yang dinyatakan dengan keluaran energi sistem sel surya dan energi panas. Proses perubahan energi cahaya matahari menjadi energi listrik ini dapat berlangsung pada material semikonduktor yang mempunyai dua area yang berbeda, dimana satu area mempunyai kelebihan elektron dan area yang lain kekurangan elektron. Pada umumnya material semikonduktor ini terbuat dari silikon yang pada penggunaannya dikategorikan berdasarkan bentuk menjadi 2 yakni kristal dan non kristal. Sel surya mempunyai banyak aplikasi, diantaranya sangat berguna pada situasi dimana energi listrik masih jarang atau sulit didapatkan seperti di daerah terpencil dan juga satelit buatan manusia yang mengorbit bumi di luar angkasa. *Photovoltaic* (PV) adalah suatu sistem teknologi yang secara langsung mentransfer radiasi matahari atau energi cahaya menjadi energi listrik. Sistem *photovoltaic* bekerja dengan prinsip efek *photovoltaic*. Efek *photovoltaic* pertama kali ditemukan oleh *Henri Becquerel* pada tahun 1839. Efek *photovoltaic* adalah fenomena dimana satu sel *photovoltaic* dapat menyerap energi cahaya dan mengubahnya menjadi energi listrik. Efek *photovoltaic* didefinisikan sebagai suatu munculnya voltase listrik akibat kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat diexpose dibawah energi cahaya. Radiasi cahaya terdiri dari biasan foton-foton yang memiliki tingkat energi yang berbeda-beda. Perbedaan tingkat energi foton cahaya inilah yang akan menentukan panjang gelombang dari spektrum cahaya. Ketika foton mengenai permukaan suatu sel PV, maka foton tersebut dapat dibiarkan, diserap, ataupun diteruskan menembus sel PV. Foton yang di serap oleh sel PV ini lah yang akan memicu timbulnya energi listrik. Sel PV adalah suatu perangkat yang mengkonversi energi radiasi matahari menjadi energi listrik. Pada dasarnya mekanisme konversi energi cahaya terjadi akibat adanya perpindahan elektron bebas didalam suatu atom. Konduktifitas elektron atau kemampuan transfer elektron dari suatu material terletak pada banyaknya elektron valensi dari suatu material. Sel surya pada umumnya menggunakan material semikonduktor sebagai penghasil elektron bebas. Material semikonduktor adalah suatu padatan dan seperti logam, konduktifitas elektriknya juga ditentukan oleh elektron valensinya. Namun, berbeda dengan logam yang konduktifitasnya menurun dengan kenaikan temperatur, material semikonduktor konduktifitasnya akan meningkat secara significant.

Beberapa penelitian tentang pembangkit listrik tenaga surya atau PLTS yang dilakukan adalah yaitu menurut subekti yulianda (2015) dalam jurnal yang berjudul “PENGARUH PERUBAHAN IRRADIAS MATAHARI TERHADAP DAYA KELUARAN PANEL SURYA” Matahari merupakan sumber energi yang potensial bagi kebutuhan manusia, dimana energi tersebut bisa didapat dari panas yang merambat sampai permukaan bumi, atau cahaya yang jatuh sampai

permukaan bumi. Dari beberapa penelitian menyatakan bahwa dengan mengubah cahaya matahari terutama intensitas matahari dengan solar sel dapat dibuat sumber energi listrik untuk konsumsi manusia. Pemilihan sumber energi terbarukan ini sangat beralasan mengingat suplai energi surya dari sinar matahari yang diterima oleh permukaan bumi mencapai 3×10^{24} joule per tahun. Jumlah energi sebesar itu setara dengan 10.000 kali konsumsi energi di seluruh dunia saat ini. Di Indonesia melimpahnya cahaya matahari yang merata dan dapat di tangkap di seluruh kepulauan Indonesia hampir sepanjang tahun merupakan sumber energi listrik yang sangat potensial. Energi yang bersifat terbarukan mempunyai peran yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan energi mengingat sumber energi tersebut sangat melimpah. Hal ini disebabkan penggunaan bahan bakar untuk pembangkit-pembangkit listrik konvensional. Dalam jangka waktu yang panjang akan menguras sumber minyak bumi, gas dan batu bara yang semakin menipis dan juga dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan. Salah satu upaya yang telah dikembangkan adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).



Gambar.2.1 Panel Surya (*Solar Cell*)

¹fahmiazharhasibuan

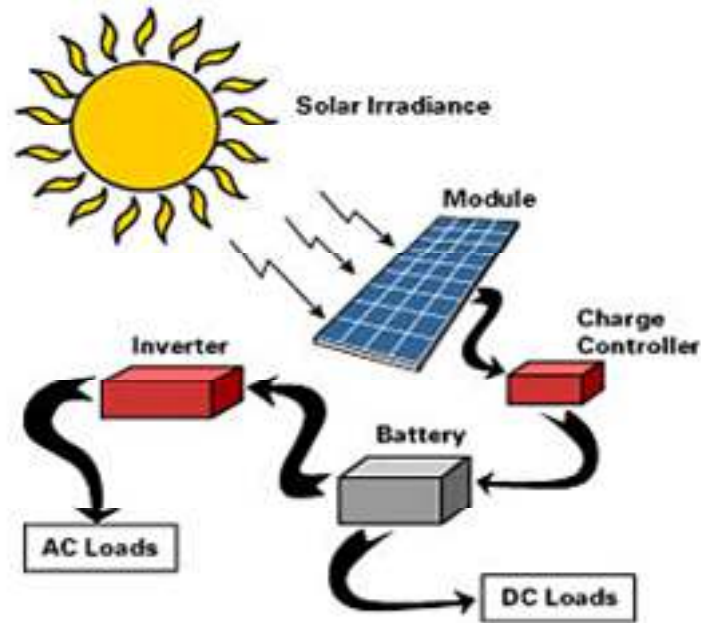
analisis pengaruh intensitas cahaya terhadap kinerja panel surya 50 wp

2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) adalah peralatan pembangkit listrik yang mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. PLTS sering juga disebut *solar cell*, atau *solar photovoltaic*, atau solar energi. PLTS pada dasarnya adalah pencatu daya dan dapat di rancang untuk mencatu kebutuhan listrik yang kecil sampai dengan besar, baik secara mandiri maupun hybrid, baik dengan metoda desentralisasi maupun dengan metoda sentralisasi. PLTS merupakan

sistem pembangkit yang tergolong mudah, murah, ramah lingkungan terbaharukan. Pada sistem pembangkit ini, terjadi satu proses penyimpanan energi listrik yang dihasilkan modul *solar cell* atau *photovoltaic*.

Biasanya energi disimpan dalam baterai dalam bentuk energi elektrokimia. Pada proses penyimpanan energi tersebut, diperlukan suatu alat yang berfungsi mengatur proses penyimpanan agar tidak terjadi pengisian berlebihan pada baterai (*over charge*) yang dapat menyebabkan kerusakan pada baterai. *Fotovoltaic* (biasanya disebut juga dengan sel surya) adalah piranti semikonduktor yang dapat merubah cahaya secara langsung menjadi arus listrik searah (DC) dengan menggunakan kristal *silicon* (Si) yang tipis. Sebuah kristal silindris Si diperoleh dengan cara memanaskan Si itu dengan tekanan yang diatur sehingga Si itu berubah menjadi penghantar. Bila kristal silindris itu dipotong dengan ketebalan 0,3 cm, maka akan terbentuklah sel-sel silikon yang tipis atau yang disebut juga dengan sel surya (*photovoltaic*). Sel-sel silikon itu dipasang dengan posisi sejajar/seri dalam sebuah panel yang terbuat dari aluminium atau baja anti karat dan dilindungi oleh kaca atau plastik. Kemudian pada tiap-tiap sambungan sel itu diberi sambungan listrik. Bila sel-sel itu terkena sinar matahari maka pada sambungan itu akan mengalir arus listrik. Besarnya arus/tenaga listrik itu tergantung pada jumlah energi cahaya yang mencapai silikon itu dan luas permukaan silikon itu. Pada dasarnya sel surya *fotovoltaic* merupakan suatu dioda semikonduktor yang bekerja dalam proses tak seimbang dan berdasarkan efek *fotovoltaic*. Dalam proses itu sel surya menghasilkan 0,5-1 volt tergantung intensitas radiasi cahaya dan jenis zat semikonduktor yang dipakai. Sementara itu intensitas energi yang terkandung dalam sinar matahari yang sampai ke permukaan bumi besarnya sekitar 1000 Watt. Tapi karena daya guna konversi energi radiasi menjadi energi listrik berdasarkan efek *fotovoltaic* baru mencapai 25%, maka produksi listrik pada dasarnya sel surya *fotovoltaic* merupakan suatu dioda semikonduktor yang bekerja dalam proses tak seimbang dan berdasarkan efek *fotovoltaic*. Dalam proses itu sel surya menghasilkan tegangan 0,5-1 volt tergantung intensitas cahaya dan jenis zat semikonduktor yang dipakai.



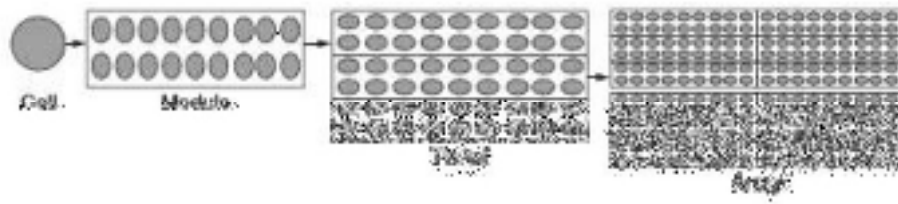
Gambar.2.2. Sistem Kerja PLTS

2.3 Photovoltaic

Photovoltaic adalah komponen utama pada pembangkit listrik tenaga surya. *Photovoltaic* merupakan suatu teknologi yang berfungsi untuk mengkonversikan energi matahari menjadi energi listrik, perubahan energi ini disebut sebagai efek *photoelectric*. Jumlah energi listrik yang dihasilkan oleh modul *photovoltaic* bergantung kepada tenaga surya yang tersedia, dan yang sangat khususnya, bergantung kepada arah modul surya terhadap matahari.

Penggunaan *photovoltaic* dapat dikatakan sangat menguntungkan karena langsung diambil dari matahari tanpa bahan bakar. Hal yang mempengaruhi performa dari *photovoltaic* adalah kondisi klimatologi. Kondisi klimatologi yang dimaksud meliputi temperatur dan radiasi matahari. Radiasi merupakan jumlah tenaga surya yang tersedia per satuan luas. Jika hal ini terjadi selama periode tertentu maka disebut sebagai irradiance. Besar arus yang dihasilkan oleh *photovoltaic* berbanding lurus dengan besar irradiance yang masuk ke dalam sel surya. Besar irradiance berubah sesuai dengan pergeseran posisi matahari dan cuaca. Umumnya, energi matahari yang dikonversi menjadi energi listrik hanya memiliki efisiensi sebesar 10%. Efisiensi tersebut akan berkurang nilainya karena dipengaruhi oleh peralatan listrik berupa pengatur tegangan, baterai, dan inverter.

Pada saat siang hari, tenaga surya yang mencapai permukaan bumi dapat memiliki nilai energi puncak sebesar satu kilowatt (1 kW) per meter persegi per jam. Pada aplikasinya, tenaga listrik yang dihasilkan oleh satu modul *photovoltaic* masih cukup kecil, maka untuk mendapatkan tegangan maupun arus yang lebih besar maka *photovoltaic* ini dapat digabungkan dengan cara hubungan seri maupun paralel yang disebut array.



Gambar 2.3. Diagram Hubungan Antara Cell, Modul, Panel, dan Array

2.4 Prinsip Kerja Photovoltaic

Photovoltaic bertujuan untuk mengkonversikan cahaya matahari menjadi energi listrik. Cahaya matahari merupakan salah satu bentuk energi dari sumber daya alam yang tidak akan habis. Sehingga *photovoltaic* dapat menghasilkan energi listrik dalam jumlah yang tidak terbatas. Pada prinsipnya, sel surya dapat dianalogikan sebagai alat yang memiliki dua buah terminal atau sambungan, dimana pada saat kondisi gelap sel surya akan berfungsi seperti dioda dan pada saat sel surya disinari cahaya matahari maka akan sel surya akan menghasilkan tegangan. Umumnya, satu sel surya dapat menghasilkan tegangan dc sebesar 0,5-1 volt, dan arus short-circuit dalam skala milliampere per cm². Besar tegangan dan arus ini tidak cukup untuk berbagai aplikasi, sehingga umumnya Universitas Sumatera Utara 8 sejumlah sel surya disusun secara seri membentuk modul surya. Satu modul surya biasanya terdiri dari 28-36 sel surya, dan total menghasilkan tegangan dc sebesar 12 V dalam kondisi penyinaran standar. Dalam mengkonversikan energi cahaya menjadi energi listrik terdapat 5 kondisi, yaitu

➤ Kondisi Pertama

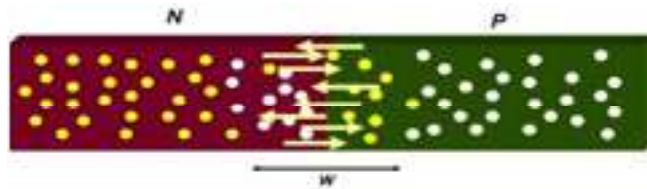
Pada kondisi ini jenis semikonduktor tipe p dan tipe n belum tersambung ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Kondisi Semikonduktor Masih Terpisah

➤ Kondisi Kedua

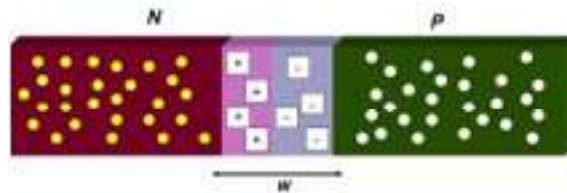
Pada kondisi ini kedua semikonduktor telah tersambung. Sehingga, terjadi perpindahan elektron-elektron dari semikonduktor n menuju semikonduktor p , dan perpindahan *hole* dari semikonduktor p menuju semikonduktor n , pertemuan antara bagian p dan bagian n ini dinamakan *PNjunction*



Gambar 2.5. Kondisi Pada Saat Kedua Semikonduktor Tersambung

➤ Kondisi Ketiga

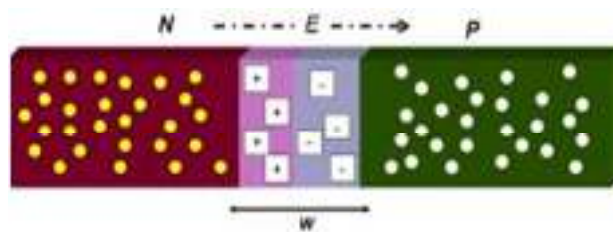
Pada kondisi ketiga ini elektron dari semikonduktor n bersatu dengan *Hole* pada semikonduktor p .



Gambar 2.6. Kondisi Pada Saat Elektron Bersatu dengan *Hole*

➤ Kondisi Keempat

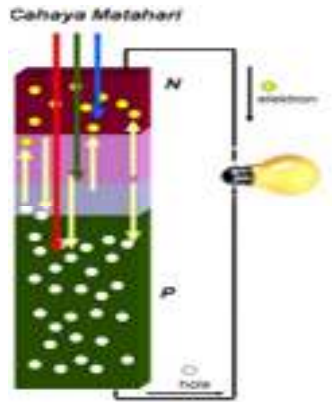
Pada kondisi ini akan timbul medan listrik internal (E) secara sendirinya dikarenakan adanya perbedaan antara muatan positif dan negatif pada daerah deplesi.



Gambar 2.7. Kondisi Pada Saat Timbulnya Medan Listrik Internal

➤ Kondisi Kelima

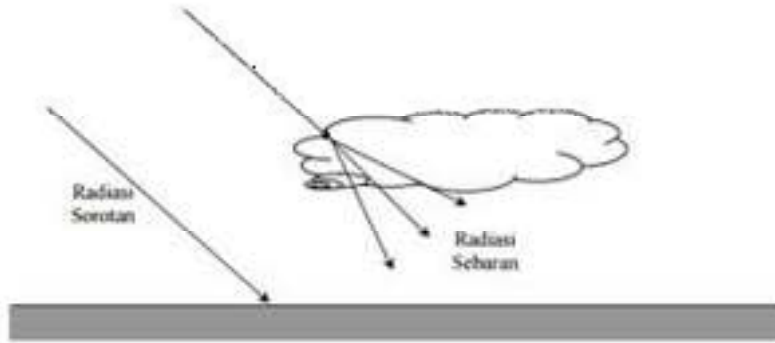
Pada kondisi ini sambungan p-n inilah proses konversi cahaya matahari menjadi listrik terjadi.



Gambar 2.8. Proses Terjadinya Radiasi Matahari Menjadi Listrik

2.5 Iradiasi Matahari (Irradiance)

Radiasi matahari merupakan pancaran energi yang berasal dari proses *thermonuklir* yang terjadi dimatahari, reaksi thermonuklir adalah sebuah reaksi di mana dua inti atom bergabung membentuk satu atau lebih inti atom yang lebih besar dan melepaskan energi yang lebih besar, thermonuklir dapat dikatakan sumber utama untuk proses-proses fisika atmosfer yang menentukan keadaan cuaca dan iklim di atmosfer bumi. Radiasi surya memegang peranan penting dari berbagai sumber dari energi lain yang dimanfaatkan oleh manusia. Energi dari matahari tiba di bumi dalam bentuk radiasi elektromagnetik yang mirip dengan gelombang radio tetapi mempunyai kisaran frekuensi yang berbeda. Energi dari matahari tersebut dikenal di indonesia sebagai energi surya. Energi surya diukur dengan kepadatan daya pada suatu permukaan daerah penerima radiasi surya. Rata-rata nilai dari radiasi surya diluar atmosfer bumi adalah 1.353 watt/m, dikatakan sebagai konstanta surya. Total energi yang sampai pada permukaan horizontal dibumi adalah konstanta surya dikurangi radiasi akibat penyerapan dan pemantulan atmosfer sebelum mencapai bumi dan nilai tersebut disebut sebagai radiasi surya global. Radiasi surya global terdiri dari radiasi yang langsung memancar dari matahari (*direct radiation*) dan radiasi sebaran yang dipancarkan oleh molekul gas, debu uap air di atmosfer (*diffuse radiation*)



Gambar.2.9. Radiasi Langsung Dan Radiasi Sebaran Pada Permukaan Horizontal

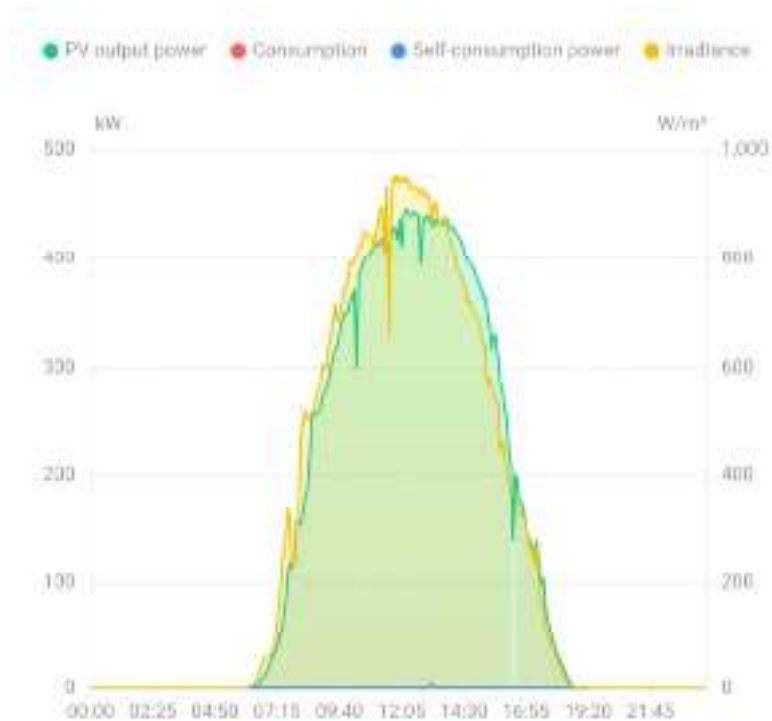
Insolasi surya merupakan intensitas rata-rata radiasi yang diterima selama 1 jam, dinyatakan dengan lambang I dan satuan W/m . nilai insolasi surya dipengaruhi oleh waktu siklus perputaran bumi, kondisi cuaca meliputi kualitas dan kuantitas awan, pergantian musim dan posisi garis lintang. Intensitas radiasi surya pada kondisi cerah (*clear day*) akan bertambah dari pagi, sejak matahari terbit hingga tercapai kondisi puncak pada siang hari dan turun sampai matahari terbenam pada sore hari. Lamanya matahari bersinar cerah dalam 1 hari dinyatakan sebagai jam surya. Untuk indonesia, jam surya adalah sekitar 4-5 jam per hari. Jumlah intensitas radiasi/insolasi surya yang diterima dalam 1 hari dinyatakan dengan satuan area, dapat dihitung sebagai berikut:

Energi surya yang dihasilkan (Watt) = insolasi surya x Luas area (m)

Cahaya dapat dikatan sebagai suatu bagian yang mutlak dari kehidupan manusia. Untuk mendukung teknik pencahayaan buatan yang benar, perlu diketahui seberapa besar intensitas cahaya yang dibutuhkan pada suatu tempat. Irradiasi matahari yang diterima bumi terdistribusi pada beberapa range panjang gelombang, mulai dari 300 nm sampai dengan 4 mikron. Sebagian radiasi mengalami refleksi di atmosfer (*diffuse radiation*) dan sisanya dapat sampai ke permukaan bumi (*direct radiation*) kedua radiasi ini yang dipakai unruk mengukur besaran radiasi yang diterima sel surya.

2.6 Efek Variasi Irradiance

Irradiance sangat mempengaruhi besar kecilnya arus yang dihasilkan. arus short circuit mengalami penurunan ketika irradiance yang diterima oleh sel surya berkurang. Hal ini karena saat irradiance yang berkurang menyebabkan elektron-elektron yang terlepas semakin sedikit sehingga arus listrik yang dihasilkan menurun. Irradiance juga berpengaruh terhadap perubahan tegangan open circuit. Tegangan open circuit semakin berkurang ketika irradiance dikurangi, namun perubahan yang dihasilkan tidak signifikan atau perubahannya sangat kecil. Karena irradiance yang mengenai sel surya mempengaruhi keluaran dari sel surya maka daya yang dihasilkan pun terpengaruh. Daya merupakan perkalian antara arus dan tegangan, sehingga nilai daya yang dihasilkan sel surya akan menurun saat irradiance yang diterima menurun.



Gambar.2.10. Grafik Kurva Karakteristik Sel Surya

2.7 Solar Power Meter

Solar power meter adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur intensitas radiasi matahari. Dalam pengujian ini digunakan untuk mengukur besarnya iradiasi dengan mengarahkan solar power meter langsung pada matahari. Prinsip kerjanya terjadi interaksi antara radiasi dengan bahan detektor yang kemudian dapat ditampilkan dalam besaran digital yang ditampilkan dalam display. Data tipe spesifikasi Solar Power Meter yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada gambar 2.11



Gambar. 2.11. Solar Power Meter SM206-SOLAR

2.8 lux meter

Lux meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur besarnya intensitas cahaya atau tingkat penerangan disuatu daerah tertentu. Alat ini didalam memperlihatkan hasil pengukurannya menggunakan formal digital maupun analog, alat ini terdiri dari rangka sebuah sensor sel foto dan layar panel. Besarnya intensitas cahaya ini perlu diukur untuk mengetahui kuat atau lemahnya cahaya yang terdapat pada suatu area tertentu dengan satuan lux. Data tipe spesifikasi Lux Meter yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada gambar 2.8



Gambar.2.12. Digital Lux Meter AS803

2.9 Sifat Sifat Cahaya

Cahaya mempunyai beberapa sifat yakni menembus benda yang bening, bisa dipantulkan, merambat lurus, bisa dibiaskan dan bisa diuraikan. Untuk mengetahui secara lebih jelas, berikut sifat cahaya.

a) Cahaya Bisa Menembus Benda Bening

Benda bening merupakan benda yang bisa ditembus dengan mudah oleh adanya cahaya. Contoh benda bening yang ada di sekitar kita antara lain, kaca, mika, plastik bening, botol bening dan air jernih. Sifat cahaya yang bisa menembus pada benda bening, memungkinkan cahaya matahari yang bisa menembus permukaan air yang jernih, sehingga tanaman yang hidup di dasar air bisa tetap tumbuh dengan baik dan tanpa adanya gangguan. Sifat cahaya yang bisa menembus benda bening ini juga bisa dimanfaatkan oleh manusia untuk membuat berbagai macam peralatan penting dalam kehidupan sehari-hari, seperti kacamata, kaca mobil, akuarium, hingga termometer.

b) Cahaya Merambat Lurus

Cahaya akan merambat dengan lurus jika memang dia akan melewati 1 medium perantara saja. Peristiwa ini juga bisa dibuktikan dengan baik, nyalanya lampu senter yang berjalan atau merambat dengan lurus. Cahaya yang merambat dengan lurus juga bisa kita lihat dari berkas cahaya matahari yang menerobos masuk melalui celah-celah genting ataupun ventilasi yang akan tampak berupa seperti garis yang lurus. Kedua hal inilah yang bisa membuktikan jika cahaya memang merambat lurus. Sifat cahaya yang selalu merambat dengan lurus ini biasa dimanfaatkan oleh manusia dalam membuat lampu senter hingga lampu pada kendaraan bermotor.

c) Cahaya Bisa Diuraikan

Istilah lain dari penguraian cahaya itu dinamakan dengan dispersi cahaya. Contoh terjadinya peristiwa dispersi cahaya yang secara alami benar-benar terjadi merupakan peristiwa dari terbentuknya pelangi. Biasanya, pelangi ini akan muncul setelah hujan turun. Pelangi itu terdiri atas beberapa warna, mulai dari merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila dan ungu. sebenarnya, warna-warna tersebut berasal dari 1 warna saja, yakni warna putih yang dihasilkan dari cahaya matahari. Akan tetapi, karena cahaya matahari yang datang tersebut dibiarkan oleh adanya titik air hujan, maka hal tersebut berakibat jika cahaya putih akan diuraikan menjadi beberapa macam warna yang menarik, sehingga terjadilah warna-warna yang indah di dalam pelangi tersebut. Peristiwa penguraian cahaya putih menjadi berbagai warna biasa disebut dengan nama dispersi cahaya. Cahaya putih bisa diuraikan menjadi berbagai macam warna yang bagus, sehingga warna putih tersebut bisa disebut dengan nama sinar polikromatik. Cahaya putih seperti pada cahaya matahari itu termasuk ke dalam cahaya polikromatik. Cahaya polikromatik merupakan cahaya yang tersusun dari beberapa macam komponen warna yang ada. Cahaya putih juga tersusun atas spektrum cahaya yang memiliki warna merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila dan ungu. Sementara itu, peristiwa perpaduan berbagai macam warna cahaya menjadi warna putih, bisa disebut dengan nama spektrum cahaya. Spektrum warna yang tak bisa diuraikan kembali biasa disebut dengan nama cahaya monokromatik.

BAB III METEODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Dan Waktu Penelitian

Adapun lokasi penelitian ini dilakukan di PLTS Universitas HKBP Nommensen Medan, Jalan Sutomo no. 4A, Perintis, Kec. Medan Timur, Kota Medan, Sumatera Utara. Penelitian

dilaksanakan oleh penulis di rooftop gedung L yang berada di universitas HKBP nommensen medan.

3.2 Metoda Pengumpulan Data Dilakukan Dengan Cara Pengukuran Dan Observasi

Pada tugas akhir ini ditempatkan variabel pengumpulan data meliputi pengukuran radiasi matahari dan intensitas cahaya matahari, daya masukan (P_{in}), daya nyata (KW), daya semu (kVA), dan daya reaktif (KVar), dalam berbagai kondisi cuaca (cerah, mendung, dan setelah hujan). Pengumpulan data dilakukan terhadap:

1. Pengukuran irradiance matahari pada posisi pemasangan modul *photovoltaic (PV)* menggunakan alat solar power meter dan lux meter untuk mengetahui besar irradiasi dan intensitas cahaya yang sampai pada modul *photovoltaic* setiap 5 menit sekali.
2. Melakukan pengambilan data daya masukan (P_{in}) PLTS pada panel monitoring di power house secara bersamaan dengan pengukuran irradiasi matahari dan intensitas cahaya yang dilakukan pada modul *photovoltaic*.
3. Melakukan pengukuran pada tiga kondisi cuaca yang berbeda, yakni pada kondisi cerah, mendung, dan setelah hujan.
4. Observasi dengan melakukan pengamatan dan pengukuran intensitas radiasi cahaya matahari pada area permukaan panel surya secara langsung dilapangan serta melakukan pengumpulan data tegangan, arus dan daya yang dihasilkan oleh PLTS pada panel monitoring pada power house dalam waktu yang bersamaan.

3.3 Peralatan Penelitian Dan Alat Ukur Yang Dipakai

Data yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah data *irradiance* matahari, data intensitas cahaya matahari, dan data daya keluaran PLTS. Bahan dan Alat ukur yang dipakai meliputi: modul *photovoltaic* atau modul surya PLTS yang terpasang di gedung L universitas UHN Medan, panel monitoring pada power house, solar power meter, dan lux meter.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

a) Solar cell

Fungsi solar cell adalah menangkap energi cahaya matahari lalu dijadikan sebagai energi listrik yang disebut dengan efek photovoltaic. 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. Solar sell terbuat dari material semikonduktor dengan lapisan sel yang tipis dan juga menggunakan material dari silicon. Jenis *solar cell* yang digunakan di PLTS Gedung L UHN jenis *Mono-crystalline* yang berkapasitas 540 Wp type JAM72S30-540/MR dibuat oleh Tiongkok.

b) 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 realtime sehingga dalam pemantauan tidak memerlukan cara manual dengan menggunakan alat ukur yang tidak bersifat realtime. monitoring kinerja solar cell yang akan menampilkan seperti arus, tegangan, dan daya pada Labview (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench).

c) Solar Power Meter

Solar power meter merupakan alat ukur radiasi matahari yang mengukur kerapatan fluks radiasi gelombang pendek matahari (W/m^2). Pengukuran radiasi ini penting dalam perencanaan, pengoperasian serta penelitian sistem pembangkit tenaga surya PLTS. Dalam pengujian ini digunakan untuk mengukur besarnya iradiasi dengan mengarahkan solar power meter langsung pada matahari. Prinsip kerjanya terjadi interaksi antara radiasi dengan bahan detektor yang kemudian dapat ditampilkan dalam besaran digital yang ditampilkan dalam display. Solar power meter yang digunakan dalam penelitian untuk mengukur iradiasi pada photovoltaic menggunakan solar power meter berjenis SM206-SOLAR.

d) Lux Meter

Lux meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur besarnya intensitas cahaya atau tingkat penerangan disuatu daerah tertentu. Alat ini didalam memperlihatkan hasil pengukurannya menggunakan formal digital maupun analog, alat ini terdiri dari rangka sebuah sensor sel foto dan layar panel. Besarnya intensitas cahaya ini perlu diukur untuk mengetahui kuat atau lemahnya cahaya yang terdapat pada suatu area tertentu. Alat lux meter yang digunakan dalam penelitian untuk mengukur intensitas cahaya berjenis digital lux meter AS803

3.4 Pengukuran Iradiasi Dan Intensitas Cahaya

Penulis melakukan pengukuran radiasi dan intensitas cahaya pada photovoltaic menggunakan alat ukur Solar Power Meter dan Lux Meter pada PLTS gedung L universitas UHN Medan.

Adapun langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

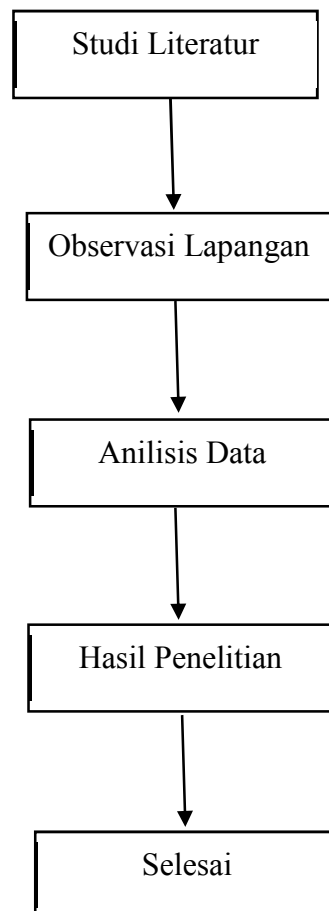
- a) Melakukan persiapan alat, bahan dan waktu untuk pengukuran pada photovoltaic PLTS.
- b) Mengamati secara langsung (*observasi*) proses penelitian dan pengukuran saat alat yang digunakan mulai bekerja serta mengambil hasil dari pengukuran.
- c) Mengumpulkan data hasil penelitian yang di dapat saat pengukuran pada photovoltaic.
- d) Melakukan perhitungan data irradiasi dan intensitas cahaya yang dihasilkan oleh energi matahari melalui alat ukur yang digunakan yang dikelompokkan dalam beberapa bagian waktu.
- e) Menghitung keluaran daya energi listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga surya.
- f) Menganalisis data hasil yang didapat saat pengukuran dan penelitian.
- g) Mengolah data yang diperoleh dari hasil pengukuran dan penelitian.
- h) Membuat kesimpulan dari hasil penelitian.

Dibawah dapat di lihat beberapa gambar saat sedang melakukan pengukuran pada modul photovoltaic:



Gambar.3.1 Dokumentasi Saat Pengukuran Irradiance Dan Intensitas Cahaya

3.5 Flowchart tahapan Penelitian



Gambar.3.2. Flowchart Tahapan Penelitian