

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Matahari adalah sumber energi cahaya yang dapat juga dimanfaatkan langsung atau dapat juga kita ubah menjadi bentuk energi lain, seperti energi panas dan energi listrik. Cahaya matahari memiliki partikel-partikel energi yang disebut foton. Energi cahaya matahari yang diterima suatu permukaan di bumi adalah sekitar $1.000\text{W}/\text{m}^2$. Artinya, setiap lokasi seluas 1m^2 berpotensi menghasilkan daya listrik tenaga surya sebanyak 160-200W.

Pembangkit listrik tenaga surya atau biasa disebut sistem fotovoltai (PV) merupakan pembangkit energi listrik yang mengkonversi energi sinar matahari menjadi listrik menggunakan semikonduktor yang disebut panel surya. Agar dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik, panel surya disusun secara seri atau paralel atau gabungan seri dan paralel. Panel surya terdiri dari susunan sel-sel surya. Pada umumnya sel surya terdiri dari bahan silikon yang memiliki sifat sebagai penyerap energi radiasi matahari yang sangat baik. Selama panel surya beroperasi di bawah sinar matahari, energi radiasi matahari dikonversi menjadi energi listrik dan terjadi peningkatan temperatur sel-sel surya. Tegangan dan arus listrik yang dihasilkan oleh sel surya dipengaruhi oleh dua variabel fisis, yaitu intensitas radiasi cahaya matahari dan temperatur suhu lingkungan. Intensitas radiasi cahaya matahari yang diterima sel surya sebanding dengan tegangan dan arus listrik yang dihasilkan oleh sel surya, sedangkan temperatur suhu lingkungan yang semakin tinggi dengan intensitas radiasi cahaya matahari yang tetap, maka tegangan panel surya akan berkurang dan arus listrik yang dihasilkan akan bertambah. Perubahan temperatur sel-sel surya diakibatkan oleh temperatur, kondisi awan dan kecepatan angin di lingkungan sekitar daerah penempatan panel surya. Karena intensitas cahaya dan temperatur permukaan solar cell yang berubah setiap waktu sehingga berpengaruh pada energi listrik yang dihasilkan solar cell. Untuk mengetahui besaran dari pengaruh intensitas cahaya matahari dan suhu permukaan solar panel, maka akan dilakukan penelitian untuk menghasilkan data.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang pada pembahasan sebelumnya, dapat dirumuskan masalah yang ada sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh intensitas cahaya matahari terhadap daya yang dihasilkan oleh panel surya
2. Bagaimana pengaruh temperatur permukaan panel surya terhadap daya yang dihasilkan

1.3. Tujuan penulisan

Adapun tujuan penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan dan mengetahui data mengenai daya yang dapat dihasilkan panel surya terhadap intensitas cahaya.
2. Mengetahui pengaruh suhu permukaan panel surya terhadap daya yang dihasilkan.

1.4. Batasan Masalah

Dalam analisis dan pembuatan skripsi ini ada beberapa hal yang menjadi batasan-batasan masalah yaitu sebagai berikut:

1. Hal diteliti adalah dalam bentuk daya.
2. Analisis penelitian dilakukan di UHN Medan di PLTS 2 KWp
3. Batas pengukuran intensitas cahaya, temperatur, arus dan tegangan dari jam 09.00-16.00

Adapun yang tidak dibahas dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Tidak meneliti pengaruh bayangan, posisi panel surya terhadap output dari panel surya tersebut.
2. Tidak membahas mengenai pengisian baterai, sensor cahaya dan inverter.

1.5. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif yaitu dengan melakukan penelitian langsung ke lapangan, analisis data dan kesimpulan data sampai dengan penulisannya menggunakan aspek pengukuran, perhitungan, rumus dan kepastian data numerik. Data hasil penelitian akan menggambarkan kerja dari PLTS di Universitas HKBP Nommensen Medan, kemudian data tersebut

akan dievaluasi. Instrumen penelitian yang digunakan berupa data pengukuran intensitas radiasi matahari, arus yang dihasilkan oleh panel surya dan tegangan yang dihasilkan oleh panel surya.

1. Studi Literatur

Yaitu dengan mempelajari buku-buku referensi yang tersedia dari media cetak maupun internet dan juga ataupun catatan kuliah yang mendukung untuk penulisan tugas akhir ini.

2. Pengambilan Data

Adapun pengambilan data dilakukan dengan mengambil data-data panel surya dari PLTS 2 KWp Universitas HKBP Nommensen Medan.

1.6. Kontribusi Tugas Akhir

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan diharapkan dapat memberikan kontribusi kepada:

1. Mahasiswa Teknik Elektro Universitas HKBP Nommensen Medan.
2. Peneliti bidang pembangkit listrik terbarukan.

1.7. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Terdiri dari latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, maksud penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Membahas tentang teori dasar dari beberapa referensi yang mendukung serta mempunyai relevansi dengan penelitian ini.

BAB III: METODE PENELITIAN

Berisikan metoda penelitian.

BAB IV: ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Berisikan uraian analisis dan pembahasan terhadap hasil yang diperoleh.

BAB V : KESIMPULAN

Berisikan tentang kesimpulan dan saran dari hasil analisis yang dilakukan.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Energi Surya

Perkembangan tingkat industrialisasi dunia yang semakin tinggi menuntut kebutuhan akan energi listrik yang semakin besar. Di lain pihak cadangan energi, terutama yang tak terbarui seperti minyak bumi, gas, dan batubara makin menipis. Matahari merupakan bentuk energi yang tepat untuk mengatasi masalah ini, karena surya matahari merupakan sumber energi yang besar, berkelanjutan, tidak polutif dan gratis. Adapun energi yang didapat dari penyinaran matahari secara langsung adalah sangat besar. Berdasarkan perkiraan para ahli, arus tenaga matahari yang tertangkap oleh bidang garis tengah bumi lebih kurang 117×10^9 MW. Sedangkan radiasi yang mencapai permukaan bumi dengan absorpsi rata-rata sebesar $0,058 \text{ Wh/cm}^2$ tiap hari. Jika dihitung setiap tahunnya, energi yang didapat dari surya matahari menjadi 4.10^{12} TJ (Tera Joules) atau $1,1.10^{12}$ GWh setahun. Merupakan energi yang sangat besar, karena merupakan lebih kurang 20.000 kali jumlah energi komersial yang dipakai di seluruh dunia pada waktu itu. Sebenarnya dengan memanfaatkan energi surya sebagian kecil saja sudah bisa memenuhi keperluan dunia akan energi (Edi Supriyadi). Pengembangan energi surya yang ada pada saat ini ada dua yaitu Teknik energi surya fotovoltaik dan Teknologi energi surya termal. Dan sekarang yang lebih fenomenal adalah fotovoltaik. Fotovoltaik sudah sangat berkembang di Indonesia dan sudah banyak dimanfaatkan juga.

Masalah yang paling penting untuk merealisasikan sel surya sebagai sumber energi alternative adalah efisiensi piranti sel surya dan harga pembuatannya. Efisiensi didefinisikan sebagai perbandingan antara tenaga listrik yang dihasilkan oleh piranti sel surya dibandingkan dengan jumlah energi cahaya yang diterima dari pancaran sinar matahari. Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) sebenarnya tergantung pada efisiensi konversi energi dan konsentrasi sinar matahari yang diterima sel tersebut (Awang Riyadi, 2008).

2.2 Energi Listrik

Energi listrik adalah energi utama yang dibutuhkan untuk peralatan listrik, yang didalamnya tersimpan arus listrik (A) dan tegangan listrik (V) dengan

kebutuhan 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:

$$W = Q.V \text{ dengan } Q = I.t \quad (2.1)$$

Keterangan :

W = Energi listrik (Joule)

Q = Muatan listrik (Coulomb)

V = Beda potensial (Volt)

I = Arus Listrik(Ampere)

t = Waktu (Sekon)

W 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:

$$W = (I.t).V \quad (2.2)$$

$$W = V.I.t \quad (2.3)$$

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

$$W = I^2.R.t \quad (2.4)$$

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

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

$$P = V.I \quad (2.8)$$

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

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

$$W = \frac{V^2}{R} \cdot t \quad (2.11)$$

Persamaan 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 Komponen-Komponen PLTS

2.3.1 Panel Surya/Solar Cell

Panel surya adalah kumpulan sel surya yang disusun untuk menyerap sinar matahari secara efisien. Solar cell terdiri dari persambungan bahan semikonduktor bertipe p dan n (p-n junction semiconductor) yang jika tertimpa sinar matahari maka akan terjadi aliran elektron. Aliran elektron inilah yang disebut sebagai aliran arus listrik (Hasbullah, MT). Meskipun sel surya bertanggung jawab untuk menyerap sinar matahari, sel surya sendiri terdiri dari berbagai komponen fotovoltaik, atau komponen yang dapat mengubah cahaya menjadi listrik. Sederhananya, panel surya menyerap sinar matahari dan menyimpan energi yang dihasilkan dalam baterai. Sistem ini juga bisa bekerja pada sore hari, malam hari atau saat hujan. Sel surya terbuat dari keping (wafer) bahan semikonduktor dengan kutub positif dan negatif, sama dengan dioda hanya permukaannya dibuat luas supaya bisa menangkap cahaya matahari sebanyak mungkin. Salah satu kelebihan panel surya adalah menghemat tagihan listrik, sedangkan kerugiannya adalah tingginya biaya pemasangan. Biaya pemasangan panel surya di Indonesia bisa mencapai Rp 33,7 juta jika menghasilkan 3.145 kWh per tahun atau 262 kWh per bulan. Listrik yang dihasilkan oleh panel surya bersih dan tidak tercemar. Itu sebabnya penggunaan panel surya terus melindungi bumi dari pemanasan global.

Panel surya terdiri dari 3 lapisan, lapisan panel P di atas, lapisan partisi di tengah dan lapisan panel N di bawahnya. Fenomena fotolistrik di sini, sinar matahari melepaskan elektron dari lapisan P-panel, sehingga hal ini menyebabkan proton mengalir ke lapisan pelat N yang di potong turun, dan aliran proton yang bergerak ini adalah arus listrik dalam arti lain. Arus listrik dihasilkan oleh energi foton sinar matahari yang diterimanya berhasil melepaskan elektron di persimpangan semikonduktor tipe-N dan aliran tipe P. Sama seperti fotodiode (photodiode), sel surya atau sel surya ini memiliki cabang positif dan cabang negatif yang terhubung ke rangkaian atau perangkat yang membutuhkan sumber daya. Arus yang dihasilkan

oleh sel surya dan tegangan bergantung padanya. Gambar 2.1 adalah menunjukkan keterangan dari panel surya.

Radiasi matahari dan dipengaruhi oleh dua variabel fisik, yaitu intensitas radiasi matahari dan suhu lingkungan. Intensitas radiasi matahari Energi yang diterima sel surya sebanding dengan tegangan dan arus listrik dihasilkan oleh sel surya sementara suhu sekitar lebih tinggi pada intensitas radiasi matahari tetap, maka tegangan modul surya berkurang dan arus listrik yang dihasilkan bertambah. Tegangan yang dihasilkan oleh panel surya adalah tegangan DC. Daya masukan modul surya adalah intensitas cahaya matahari (lux) dan luas penampang Panel surya (m²). Dapat digunakan untuk menentukan daya input panel surya rumus persamaan berikut (Rahmat Hasrul):

$$P_{in} = I_{rad} \times A \quad (2.6)$$

Keterangan:

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

I_{rad} =Intensitas cahaya matahari(W/m²)

A =Luas penampang panel surya (m²)

Sedangkan output dari panel surya adalah arus dan tegangan. Untuk menentukan daya output dari panel surya digunakan rumus dari persamaan berikut:

$$P_{out} = V_{PV} \cdot I_{PV} \quad (2.7)$$

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 merupakan 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 menentukan efisiensi panel surya, yaitu:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \quad (2.8)$$

Keterangan:

η =Efisiensi panel surya(%)

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

G =Intensitas cahaya matahari(watt/m^2)

A =Luas penampang panel surya



Gambar 2.1 Panel Surya

Jenis-Jenis Panel Surya:

1. Monocrystalline Silicon

Monocrystalline Jenis solar panel pertama yang akan kita bahas adalah solar panel monocrystalline silicon. Sel surya jenis ini merupakan jenis yang paling umum digunakan karena kelebihanannya, sel surya ini terbuat dari silikon yang diiris tipis. Dengan menggunakan irisan ini, irisannya bisa lebih tipis dan juga memiliki sifat yang identik. Karena kelebihanannya, sel surya jenis ini dapat digambarkan sebagai salah satu sel surya yang paling efisien. Hal ini karena penampangnya dapat menyerap sinar matahari lebih efisien dibandingkan bahan sel surya lainnya. Efisiensi konversi sinar matahari menjadi listrik yang dimiliki oleh bahan sel surya ini sekitar 15%. Jumlah ini cukup besar dibandingkan material struktur sel surya lainnya meskipun memiliki ukuran penampang yang sama. Panel surya ini juga salah satu yang paling banyak digunakan karena paling cocok untuk kebutuhan sehari-hari. Dengan panel surya ini Anda dapat menggunakan berbagai perangkat listrik, termasuk pompa submersible. Sayangnya, panel surya jenis ini membutuhkan cahaya yang sangat terang untuk beroperasi. Efektivitasnya menurun saat cuaca mendung dan mendung. Berikut gambar 2.2 menunjukkan keterangan dari monocrystalline silicon.



Gambar 2.2 Monocrystalline Silicon

2. Polycrystalline Silicon

Jenis panel surya selanjutnya yang bisa digunakan adalah polycrystalline silicon. Teknologi panel surya ini merupakan teknologi panel yang terbuat dari batang silikon yang kemudian dilebur. Keunggulan dari teknologi panel ini adalah tata letak yang lebih bersih dan rapat. Karena karakteristiknya, panel surya ini biasanya memiliki tampilan yang unik karena terlihat memiliki celah pada sel surya. Teknologi panel surya ini juga memiliki kekurangan yang sangat mirip dengan silikon monokristalin yang disebutkan di atas. Modul surya polikristalin memiliki kelemahan jika digunakan di area terbuka dan sering berawan. Jika ditempatkan atau digunakan di area seperti itu, efektivitasnya akan berkurang. Dibandingkan dengan efisiensi silikon monokristalin, silikon polikristalin memiliki efisiensi yang lebih rendah. Oleh karena itu, untuk menghasilkan jumlah listrik yang sama, panel surya jenis ini membutuhkan penampang yang lebih besar. 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. Jadi, secara fisik, panel surya ini adalah film sel surya dua lapis. Keunggulan teknologi panel surya di sini bisa dilihat dari sifat fisiknya. Seperti namanya, teknologi panel surya ini memiliki ukuran yang sangat tipis, membuat panel surya ini lebih ringan dan fleksibel. Selain itu, teknologi panel surya ini merupakan teknologi yang dapat bekerja sangat baik di bawah lampu neon. Kelemahannya adalah efisiensi panel surya ini cukup rendah. 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

Panel surya yang disebutkan sebelumnya adalah jenis panel yang memiliki dua lapisan, sehingga sesuai dengan namanya, teknologi panel surya ini memiliki tiga lapisan. Teknologi panel surya ini tidak dapat digunakan untuk kebutuhan sehari-hari seperti menyalakan barang elektronik, memasak, memanaskan air atau pompa air tenaga surya Anda. Sebenarnya, panel jenis ini digunakan pada peralatan yang diluncurkan ke luar angkasa. Oleh karena itu, sifat dan efisiensinya sangat tinggi. Perangkat ini dapat menghasilkan listrik hingga 5%, lebih banyak dari jenis energi matahari lainnya. Namun secara umum panel surya jenis ini memiliki bobot yang sangat tinggi dan juga sangat rapuh dibandingkan dengan teknologi panel surya lainnya. Berikut gambar 2.5 compound thin film junction photovoltaic.



Gambar 2.5 Compound Thin Film Junction Photovoltaic

2.3.2 Solar Charge Controller

Solar Charge Controller adalah peralatan elektronik yang berfungsi untuk mengatur arus listrik ke baterai. Solar Charge Controller ini juga berfungsi untuk mencegah kelebihan pengisian pada baterai yang sudah penuh. Dengan adanya Solar Charge Controller ini diharapkan dapat memperpanjang umur baterai yang digunakan. Selain itu juga Solar Charge Controller ini berfungsi untuk mengukur dan memonitor tegangan, arus, dan energi yang ditangkap modul surya dan mengirimkannya ke baterai.

Dalam memilih Solar Charge Controller harus juga diperhatikan spesifikasi yang ideal. Spesifikasi yang idealnya adalah input arus dan tegangan maksimum Solar Charge Controller harus lebih tinggi dari arus dan tegangan maksimum modul suryanya yang terhubung pada kondisi apapun. Berikut gambar 2.6 menunjukkan keterangan dari solar charge controller.



Gambar 2.6 Solar Charge Controller

2.3.3 Baterai

Baterai merupakan salah satu komponen terpenting juga dalam PLTS off grid. Karena PLTS off grid ini tidak terhubung ke PLN, maka baterai lah yang akan digunakan untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan modul surya disiang hari. Baterai yang umum digunakan pada sistem PLTS off grid adalah baterai lead acid. Baterai lead acid banyak digunakan karena baterai tersebut tahan lama, mudah dalam penggunaannya, lebih aman, dan harganya relatif lebih murah dari pada baterai yang lainnya.

Untuk memilih spesifikasi baterai biasanya ditentukan oleh tegangan dan kapasitas nominalnya. Tegangan nominal pada dasarnya adalah tegangan titik tengah baterai atau tegangan yang diukur saat baterai memiliki status pengisian sebesar 50%. Sedangkan kapasitasnya adalah jumlah arus yang dapat disediakan baterai untuk waktu tertentu (Ah). Kapasitas nominal biasanya diukur dengan pemakaian baterai dalam 10 jam dengan pemakaian arus 1/10 dari kapasitas baterai. Berikut gambar 2.7 menunjukkan keterangan dari baterai.



Gambar 2.7 Baterai

2.3.4 Inverter

Inverter adalah komponen elektronik yang akan mengubah arus listrik DC ke arus listrik AC. Sebelum listrik digunakan untuk menghidupkan peralatan elektronik yang ada di rumah, listrik arus diubah terlebih dahulu dengan bantuan inverter ini. Selain itu, inverter juga berfungsi untuk melindungi baterai dari pengisian yang berlebihan yang dapat menyebabkan terjadinya pengurangan arus pengisian ketika baterai sudah penuh. Berikut adalah gambar dari 2.8 yang menunjukkan keterangan dari inverter.



Gambar 2.8 Inverter

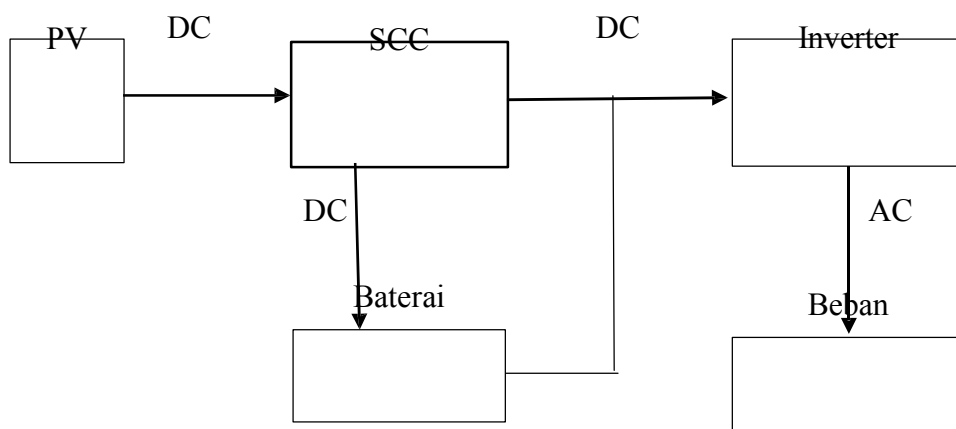
Komponen-komponen pendukung sistem PLTS OFF GRID. Komponen pendukungnya antara lain kotak penggabung, kabel - kabel, panel distribusi DC dan AC, rumah pembangkit, penangkal petir, kotak pembumian.

2.4 PLTS OFF GRID

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Terpusat (Off-Grid) merupakan sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan radiasi matahari tanpa terhubung dengan jaringan PLN atau dengan kata lain satu-satunya sumber pembangkitnya yaitu hanya menggunakan radiasi matahari dengan bantuan panel surya atau photovoltaic untuk dapat menghasilkan energi listrik sistem PLTS Off-Grid sendiri juga hanya dimanfaatkan untuk daerah yang tidak terjangkau pasokan listrik dari PLN seperti daerah pedesaan (Aas Wasri Hasanah dkk, 2018).

2.4.1 Cara Kerja Sistem PLTS OFF GRID

Blok Diagram PLTS OFF GRID



Gambar 2.9 Blok Diagram

Keterangan:

PV = Photovoltaic (Panel Surya)

DC = Arus Searah

AC = Arus Bolak-balik

SCC=Solar Charge Controller

Adapun cara kerja PLTS off-grid seperti yang ditunjukkan pada diagram blo 2.9 yang tidak terhubung jaringan PLN, yaitu sebagai berikut:

Sistem kerja sederhana dari PLTS Off-Grid yaitu komponen panel surya akan mengkonversikan energi matahari menjadi energi listrik DC, energi DC akan disimpan terlebih dahulu di baterai sebelum grid inverter merubah listrik DC menjadi AC agar dapat dikonsumsi terhadap beban AC.

2.5 Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya adalah besaran pokok fisika untuk mengukur daya yang dipancarkan oleh suatu sumber cahaya pada arah tertentu persudut satuan. Satuan SI dari intensitas cahaya adalah Candela (Cd). Alat yang digunakan untuk mengukur intensitas cahaya ini biasanya Lux Meter. Caranya adalah meletakkan Lux Meter mendekati permukaan objek yang akan kita ukur tingkat kecerahannya. Lux Meter bekerja dengan sensor cahaya (Nurheni Wijayanto dan Nurjannah). Berikut adalah gambar dari 2.10 yang menunjukkan keterangan dari lux meter.



Gambar 2.10 Lux Meter

Berikut adalah bagian-bagian dari lux meter:

1. Layar Panel

Layar panel yang terdapat di dalam alat ukur ini memiliki ukuran persegi yang tidak terlalu lebar. Fungsinya adalah untuk menampilkan hasil pengukuran yang sudah dilakukan menggunakan skala. Semakin besar angka yang muncul menandakan semakin besar pula cahaya yang ada di tempat tersebut, begitu juga sebaliknya semakin kecil angka yang muncul maka semakin kecil pula cahaya yang berada dalam tempat yang diukur.

2. Tombol Off/On

Setiap alat tentunya memiliki tombol off/on yang berfungsi untuk bisa menghidupkan dan mematikan, sehingga penggunaannya juga dapat lebih diatur. Selain itu, dengan adanya tombol dapat berguna untuk menghemat baterai yang ada pada alat tersebut, dan nantinya sama saja dengan menghemat listrik.

3. Tombol Range

Tombol range adalah salah satu komponen yang sangat penting untuk digunakan dalam proses pengukuran. Hal itu dikarenakan tombol inilah yang nantinya akan menentukan jangkauan pengukuran hingga sebesar apa.

4. Zero Adjust VR

Pada bagian ini berfungsi untuk mengatasi masalah alat yang berkaitan dengan pembagian tanda skala. Apabila terjadi error, Zero adjust VR mampu mengembalikannya seperti semula, namun artinya Anda juga harus mengulang kembali proses pengukuran dari awal.

5. Sensor Cahaya

Bagian yang satu ini memiliki peran yang paling penting karena digunakan untuk menangkap cahaya yang hendak diukur. Oleh karena itu pastikan untuk merawatnya dengan baik karena biasanya sensor cahaya tersebut memiliki layar yang sangat sensitif. Selain itu, jangan lupa juga untuk rutin membersihkannya menggunakan tisu atau kapas, dan pastikan agar tidak terkena air.

Cara pembacaan lux meter sebagai berikut:

Menggunakan atau menggunakan meteran mewah sangat mudah. Tidak serumit meter lainnya, anda harus benar-benar memperhatikan sensor saat menggunakannya, karena sensor mengukur kecerahan cahaya. Oleh karena itu, sensor harus diletakkan di tempat yang intensitas cahaya (cahaya) diukur secara akurat agar hasil yang ditampilkan akurat. Alat ini digunakan sebagai berikut:

1. Geser tombol "off/on" ke arah On.
2. Pilih kisaran range yang akan diukur (2.000 lux, 20.000 lux atau 50.000 lux) pada tombol Range.
3. Arahkan sensor cahaya dengan menggunakan tangan pada permukaan daerah yang akan diukur kuat penerangannya.
4. Lihat hasil pengukuran pada layar panel.

2.6 Suhu/Temperatur

Suhu adalah ukuran derajat panas atau dingin suatu benda. Alat yang digunakan untuk mengukur suhu disebut termometer. Suhu menunjukkan derajat panas benda. Mudahnya, semakin tinggi suhu suatu benda, semakin panas benda tersebut. Secara mikroskopis, suhu menunjukkan energi yang dimiliki oleh suatu benda. Setiap atom dalam suatu benda masing-masing bergerak, baik itu dalam bentuk perpindahan maupun gerakan di tempat berupa getaran. Makin tingginya energi atom-atom penyusun benda, makin tinggi suhu benda tersebut. Suhu juga disebut temperatur, satuan suhu adalah Kelvin (K). Skala-skala lain adalah Celcius, Fahrenheit, dan Reamur (Idawati Supu dkk 2016). Berikut adalah gambar 2.11 yang menunjukkan keterangan dari inframerah.



Gambar 2.11 Inframerah

2.6.1 Pengaruh Suhu/Temperatur Terhadap Panel Surya

Panel surya akan bekerja secara optimal pada suhu 25°C. Semakin besar suhu panel surya akan berdampak pada daya yang dihasilkan oleh panel surya (Iqtimal, Zian, dkk.2018). Panel surya akan semakin optimal ketika berhadapan langsung dengan matahari, dalam artian posisi permukaan panel surya berhadapan langsung dengan iradian yang datang atau tegak lurus menghadap matahari Dengan menggunakan reflector, maka sinar matahari akan lebih optimal akan tetapi dengan menggunakan reflector suhu yang dihasilkan panel surya akan meningkat (Suwarti dan Wahyono. 2018). Suhu memiliki peranan penting dalam panel surya.

Energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$f_{PV} = P_{PV,STC} f_{PV} f_{temp} \left(\frac{I_T}{I_{T,STC}} \right) \quad (2.19)$$

di mana $P_{PV,STC}$ adalah kapasitas energi panel surya pada kondisi uji baku (kW), f_{PV} adalah factor susut (%), I_T adalah radiasi matahari global yang mengenai permukaan panel surya (kW/m²), $I_{T,STC}$ radiasi matahari pada kondisi uji baku (1 kW/m²), dan f_{temp} adalah factor susut akibat perubahan temperatur. Faktor susut adalah pengurangan daya luaran panel surya akibat debu/kotoran pada permukaan panel, rugi-rugi pengawatan, dampak bayangan yang menutupi panel, usia pakai, serta hal lain yang dapat menyebabkan energi luaran panel surya menyimpang dari kondisi ideal.

Faktor susut akibat perubahantemperatur dapat dihitung sebagai berikut:

$$f_{temp} = [1 + \alpha_p (T_c - T_{c,STC})] \quad (2.10)$$

di mana α_p adalah koefisien temperatur energi(%/°C), T_c adalah temperatur sel surya (°C), dan $T_{c,STC}$ adalah temperatur sel surya pada kondisi uji baku (25°C). Koefisien temperatur energi menunjukkan seberapa kuat pengaruh temperatur sel surya terhadap energi listrik luaran panel. Koefisien ini bernilai negative karena

energi luaran panel surya berkurang jika temperatur sel surya meningkat. Besarnya nilai koefisien temperatur daya tergantung pada jenis panel surya. Nilai koefisien ini adalah nol apabila pengaruh temperatur terhadap energi listrik panel surya diabaikan.

Temperatur sel surya, T_c adalah temperatur yang diukur pada permukaan panel surya. Pada malam hari, nilai temperatur ini sama dengan temperatur lingkungan sekitarnya, namun pada siang hari saat terik matahari, nilai temperatur ini dapat mencapai 30°C atau lebih di atas temperatur lingkungan sekitarnya. Untuk menghitung temperatur sel surya ini dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$T_c = T_a + I_T \left(\frac{T_{c,NOCT} - T_{a,NOCT}}{I_{T,NOCT}} \right) \left(1 - \frac{\eta_c}{\tau\alpha} \right)$$

(2.11) Dimana T_a adalah temperatur daerah sekitar ($^\circ\text{C}$), $T_{c,NOCT}$ adalah

temperatur

nominal sel surya ($^\circ\text{C}$), $T_{a,NOCT}$ adalah temperatur daerah sekitar di mana temperatur nominal sel surya didefinisikan (20°C), $I_{T,NOCT}$ adalah radiasi matahari pada temperatur nominal sel surya didefinisikan (0.8 kW/m^2), h_c adalah efisiensi konversi listrik panel surya (%), serta $\tau\alpha$ adalah tingkat penyerapan panel surya. Tingkat penyerapan panel surya merupakan rasio antara radiasi total yang terserap oleh panel surya terhadap radiasi total yang mengenai permukaan panel surya. Pada kondisi normal, panel surya harus mampu menyerap paling sedikit 90% dari radiasi matahari yang mengenainya.

Jika panel surya dikendalikan oleh perangkat penjejak titik energi maksimum, maka panel akan selalu bekerja pada titik energi maksimumnya dan efisiensi sel surya (h_c) selalu bernilai sama dengan efisiensi titik daya maksimumnya (h_{mp}). Penggunaan perangkat penjejak titik energi maksimum ini sangat direkomendasikan untuk meningkatkan kapasitas pembangkitan listrik oleh panel surya. Temperatur sel surya dengan perangkat penjejak titik daya maksimum dapat ditentukan sebagai berikut:

$$T_c = T_a + I_T \left(\frac{T_{c,NOCT} - T_{a,NOCT}}{I_{T,NOCT}} \right) \left(1 - \frac{\eta_{mp}}{0.9} \right) \quad (2.12)$$

Karena h_{mp} tergantung kepada temperatur sel T_c , maka $h_{mp} = f_{temp} h_{mp\ STC}$ di mana $h_{mp\ STC}$ adalah efisiensi panel pada titik daya maksimum di bawah kondisi uji baku (%). Pembuat panel surya pada umumnya menyediakan data-data T_c , NOCT, α_p , $h_{mp,STC}$ sebagai bagian daripada panel surya yang mereka produksi. Factor penyusutan berdasarkan tingkat toleransi fabrikasi, efisiensi inverter, pengawatan, dampak bayangan debu, serta penuaan diasumsikan bernilai $f_{pv} = 80\%$ jika usia panel surya lebih dari 20 tahun dan $f_{pv} = 90\%$ jika usia panel surya lebih dari 10 tahun.

2.7 Tegangan dan Arus Listrik

Definisi tegangan adalah jumlah energi potensial antara dua titik dalam suatu rangkaian. Satu titik memiliki muatan lebih dari yang lain. Perbedaan muatan antara dua titik ini disebut tegangan. Itu diukur dalam volt, yang secara teknis merupakan perbedaan energi potensial antara dua titik yang akan menghasilkan satu joule energi per kumparan muatan yang melewatinya. "Voltti" dinamai fisikawan Italia Alessandro Volta, yang menemukan baterai kimia pertama. Tegangan diwakili oleh simbol "V" dalam persamaan dan diagram.

Arus listrik adalah jumlah muatan listrik yang mengalir pada rangkaian secara bersamaan. Muatan listrik yang dimaksud di sini adalah elektron. Arus listrik dihasilkan dari aliran elektron dari kutub negatif ke kutub positif. Secara konsep elektron bergerak dari negatif ke positif sedangkan arus listrik bergerak dari positif ke negatif. Arus listrik adalah salah satu dari tujuh satuan dasar satuan internasional. Satuan internasional arus listrik adalah ampere (A). Secara formal, satuan ampere didefinisikan sebagai arus konstan yang, ketika dipertahankan, menghasilkan gaya sebesar 2×10^{-7} newton per meter antara dua kawat lurus sejajar dengan luas penampang yang dapat diabaikan dalam ruang hampa. Arus dan tegangan adalah dua besaran fundamental dalam listrik. Tegangan adalah penyebab dan arus adalah akibatnya. Alat untuk mengukur arus listrik adalah Ohm Meter, sedangkan alat untuk mengukur tegangan adalah Voltmeter.

2.8 Perhitungan Rata-Rata

Pengukuran dilakukan lebih dari satu kali. Dengan demikian, jika jumlah sampel dalam kelompok sampel acak adalah n , rata-rata sampel dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} (x_1 + x_2 + \dots + x_n) \quad (2.13)$$

Keterangan:

\bar{x} = Rata-rata hitung

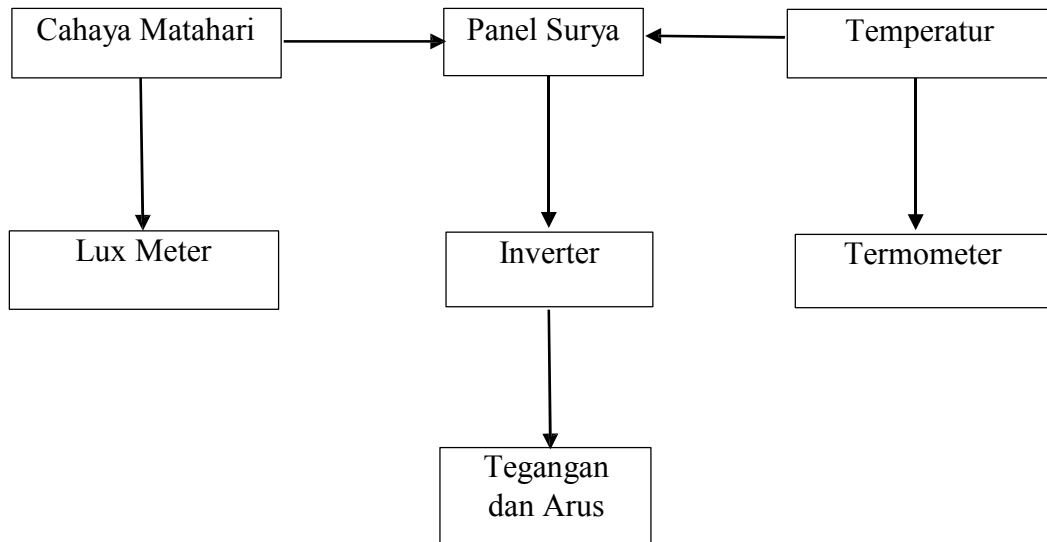
x = Nilai sampel

n = Jumlah sampe

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Blok Diagram Penelitian

Blok Diagram merupakan dasar dari keseluruhan sistem kerja dan fungsinya. Gambar 3.1 menunjukkan blok diagram yang telah di rancang dalam penelitian yang dilakukan.



Gambar 3.1 Blok Diagram Penelitian

3.2 Tempat Dan Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilakukan dalam jangka 1 minggu dan tempat penelitian dilakukan di PLTS Kedaireka 2 Kwp UNIVERSITAS HKBP NOMMENSEN MEDAN. Persiapan untuk melakukan penelitian ini meliputi:

1. Memahami dan mempelajari karakteristik dari panel surya
2. Studi literature
3. Mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian

3.2.1 Bahan dan Alat

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Solar Cell

Untuk 1 lembar solar cell dengan spesifikasi sebagai berikut.

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
Sort-circuit Current(Isc)	11.19 A
Maximum system Voltage	1500 V
Maximum Series Fuse Rating	20 A
Operating Temperature	-40°c ~+ 85°c
Application Class	Class A

2. Lux Meter

Lux Meter	Digital lux meter
Range	0-200000 lux

3. Temperatur Suhu

Temperatur	Termometer
Range	-50°c-400°c

3.3 Prosedur Penelitian

1. Persiapkan alat dan bahan
2. Lakukan pengukuran Intensitas cahaya matahari dengan menggunakan lux meter
3. Lakukan pengukuran Temperatur dengan menggunakan inframerah
3. Lakukan pengukuran tegangan dan arus dengan meninjau monitor inverter yang ada pada PLTS 2 KWp UHN Medan
4. Lakukan pengukuran setiap 1 jam sekali mulai pukul 09.00 sampai dengan 16.00 WIB
5. Kemudian hasil pengukuran ditabulasi.

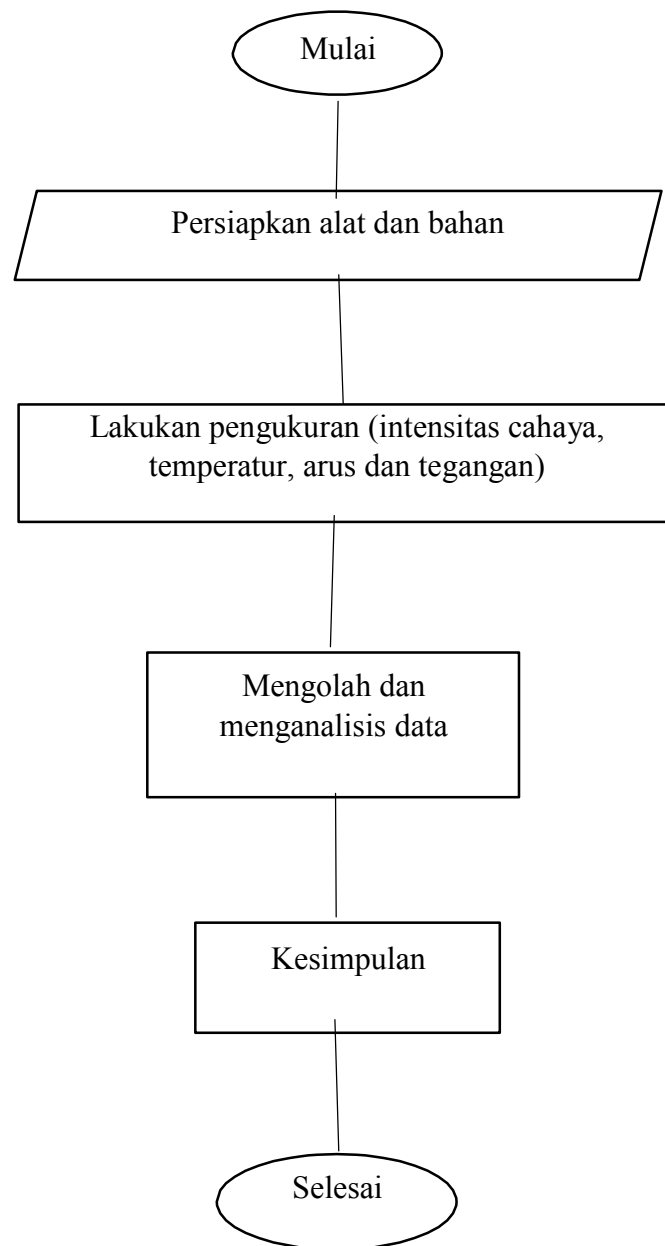
3.4 Pengambilan Data

Pengambilan data akan dilakukan setelah semua alat sudah dipersiapkan dan akan dilaksanakan berdasarkan langkah-langkah percobaan. Setelah dilakukan pengujian maka data yang dibutuhkan dapat diambil dari skala yang muncul pada alat ukur. Data-data yang akan diambil sebagai berikut:

1. Mengukur tegangan dan arus yang dihasilkan panel surya

2. Mengukur intensitas cahaya matahari terhadap panel surya
3. Mengukur temperatur disekitar panel surya

3.5 Flowchart



Gambar 3.5 Diagram alir (Flowchart) penelitian