

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

Energi matahari dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif yang potensial karena energinya yang sangat besar serta ramah lingkungan. Alat yang dapat digunakan untuk mengkonversi secara langsung cahaya matahari menjadi listrik disebut photovoltaic. Cell Surya atau Panel Surya telah banyak dikembangkan baik dalam bidang keilmuan maupun teknologi. Photovoltaic ini memberikan penggunaan energi yang terbarukan yang dapat digunakan dalam pemakaian energi dalam gedung sebagai sumber listrik yang ramah lingkungan. Panel Surya dalam penggunaannya dapat dipengaruhi beberapa faktor yang dapat mempengaruhi efektivitasnya diantaranya ketinggian dan kelembapannya. Penelitian ini ingin menunjukkan bahwa seberapa besar pengaruh efektivitas panel surya dengan menempatkan di ketinggian yang berbeda. Makin tinggi suatu tempat maka kelembapan udara semakin menurun, dan makin rendah suatu tempat maka kelembapan udara semakin naik.

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Gunoto & Sofyan, 2020) dengan judul “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya 100 WP Untuk Penerangan Lampu Di Ruang Selasar Fakultas Teknik Universitas Riau Kepulauan” dari hasil pengujian diketahui bahwa besarnya nilai daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya 100 Wp sangat dipengaruhi oleh faktor kondisi cuaca. Penelitian juga dilakukan oleh (Yuliananda et al., 2015) dengan judul “Pengaruh Perubahan Intensitas Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Surya”. Dari hasil pengujian diketahui bahwa intensitas matahari yang diserap oleh panel surya 50 Wp mempengaruhi besar daya, dimana bila intensitas matahari rendah daya yang dihasilkan juga rendah sedang intensitas tinggi daya yang dihasilkan akan naik pula. Penelitian juga dilakukan oleh (Khwee, 2013) dengan judul “Pengaruh Temperatur Terhadap Kapasitas Daya Panel Surya (Studi Kasus: Pontianak)”. Dari hasil pengujian diketahui bahwa daya listrik yang dihasilkan oleh suatu panel surya tergantung kepada besarnya intensitas radiasi dan temperatur yang

diterimanya. Perubahan temperatur pada panel surya selain disebabkan oleh temperatur lingkungan sekitar, juga disebabkan oleh bahan silikon sel-sel surya yang mampu menyerap energi foton sekaligus panas dari radiasi matahari.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, tujuan dari penelitian ini adalah melakukan analisis sistem PLTS 10 wp dengan fokus kajian pada pengaruh fluktuasi kelembapan dan radiasi matahari terhadap daya keluaran panel surya di kota Medan dan Berastagi.

## **1.1 LATAR BELAKANG**

Melihat letak geografis dan iklim Indonesia yang berbeda beda yang setiap tahun dapat sinar matahari, pemasangan Panel surya tentunya tak terlepas dari pengaruh iklim di suatu daerah. Sehingga pemasangan panel surya haruslah ditempatkan didaerah atau tempat yang benar benar tidak mempengaruhi kualitas dan efisiensinya. Selain untuk meningkatkan kualitas daya yang dihasilkan oleh sebuah Panel surya, banyak hal yang harus dipertimbangkan mulai dari intensitas cahaya yang dipancarkan matahari, temperatur sekitar Panel surya maupun penempatan pemasangan dari Panel surya itu sendiri, serta kelembapannya. [1]

Dalam penelitian ini akan diteliti penempatan Panel surya dengan ketinggian tertentu. Untuk membuktikan pengaruh ketinggian dan kelembapan tersebut, maka penulis melakukan pengujian di daerah dengan ketinggian yang berbeda beda dan suhu yang berbeda pula, yakni pada daerah kota Medan dan Berastagi, dimana kota medan terletak pada ketinggian 2,5 meter -37,5 meter diatas permukaan laut, dan daerah kota Berastagi lebih tinggi yakni berada diketinggian 1300 meter Lebih diatas permukaan laut, [2] dan jarak antara kedua daerah tersebut sekitar 70 km dan dapat ditempuh selama kurang lebih 2 jam perjalanan. Dengan ketinggian yang berbeda serta iklim yang berbeda maka penulis sangat tertarik untuk mengkaji dan meneliti bagaimana efektivitas Panel Surya pada ketinggian dan kelembapan yang berbeda dan bagaimana pengaruhnya, dengan daerah Medan yang beriklim Tropis dan Berastagi yang beriklim Dingin.

### **1.1.1 KOTA BERASTAGI**

Berastagi berada di ketinggian 1.300 mdpl di antara dua pegunungan, yaitu Gunung Sinabung dan Gunung Sibayak. Bisa kamu bayangkan betapa dinginnya kota ini, kan? Udara di Berastagi sangat sejuk dimana suhunya selalu berkisar di bawah 20 derajat celcius. Seterik-teriknya matahari di Berastagi, suhunya tak akan lebih dari 30 derajat celcius.

Wilayah yang termasuk Kabupaten Karo, Medan, Sumatera Utara, ini tawarkan pemandangan alam pegunungan dan destinasi wisata yang menarik, seperti Air Terjun Sikulikap. Berastagi juga dikenal sebagai daerah produksi hasil pertanian terbaik di Indonesia.

### **1.1.2 KOTA MEDAN**

Kota lain yang memiliki suhu panas di Indonesia ialah Ibukota sumatera utara, yakni Medan. Baik di siang maupun malam, suhu dikota ini bisa mencapai 30 sampai 35<sup>0</sup> Celcius .Ibukota satu ini dikenal sebagai kota tropis yang tidak menentu musim kemarau dan musim penghujannya .

## **1.2.RUMUSAN MASALAH**

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana menegetahui efisiensi Panel surya pada ketinggian yang berbeda.
2. Seberapa besar pengaruh perbedaan ketinggian dan kelembapan terhadap kinerja Panel surya.

## **1.3.TUJUAN DAN MANFAAT PENULISAN**

Adapun tujuan dari penelitan ini adalah :

1. Mengetahui seberapa besar efisiensi yang dihasil oleh Panel surya jika diletakan pada tempat dengan ketinggian yang berbeda.
2. Mengetahui efisiensi terhadap dua panel yang berbeda Monocrytaline dan Polycrystaline berdasarkan ketinggian dan kelembapan yang berbeda.

Manfaat dari Penelitian ini adalah :

Masyarakat dapat mengetahui efektivitas dari Panel surya berdasarkan ketinggiannya dan kelembapannya serta dapat memilih panel surya berdasarkan efisiensinya dan sebagai sarana untuk penelitian dan pengembangan selanjutnya.

#### **I.4. BATASAN MASALAH**

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah

1. Segala bentuk pengukuran dan hasil analisis yang diperoleh melalui penelitian Ini didasarkan kepada keadaan penelitian mulai dilakukan hingga selesai saja
2. Penelitian menggunakan panel surya Monocrsytaline dan Polycrytaline 10 wp.

#### **I.5.METODE PENELITIAN**

Dalam menyelesaikan penelitian ini, maka penulis menggunakan Panel Surya, tahap untuk meneliti STUDY PENGARUH KELEMBABAPAN UDARA TERHADAP DAN KETINGGIAN PERMUKAAN DAERAH TERHADAP EFEKTIVITAS PANEL SURYA, APLIKASI MEDAN- BRASTAGI. Yang terdiri dari beberapa tahap :

1. Studi literatur, yaitu mempelajari literatur-literatur dari jurnal-jurnal dan buku-buku teks yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan.
2. Metode diskusi, Yaitu melakukan diskusi terhadap dosen pembimbing.
3. Studi lapangan, Yaitu dengan melakukan percobaan langsung dilapangan dan mengklasifikasikan data yang didapat

## **I.6.SISTEMATIKA PENULISAN**

Sistematika pembahasan laporan tugas akhir ini dibagi dalam lima bab. Isi masing-masing bab diuraikan sebagai berikut:

**BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini berisi tentang Latar Belakang, Perumusan Masalah, Tujuan dan Manfaat, Batasan Masalah, Metode Penelitian, dan Sistematika Penulisan Laporan.

**BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi tentang teori dasar yang mendukung penelitian.

**BAB III : METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi tentang langkah-langkah dalam melakukan penelitian dan bagaimana cara yang ditempuh dalam kegiatan penelitian

**BAB IV : HASIL DAN ANALISA**

Bab ini membahas pengujian dan pengaruh ketinggian dan Kelembapan terhadap efisiensi solar cell.

**BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi tentang kesimpulan secara keseluruhan dari benda kerja ,dan menjelaskan mengenai hal hal yang dianggap penting yang dirangkum dalam tulisan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Energi Surya**

Energi surya merupakan salah satu energi yang sedang giat dikembangkan saat ini oleh pemerintah Indonesia karena sebagai negara teropis, Indonesia mempunyai potensi energi surya yang cukup besar. Berdasarkan data penyinaran matahari yang dihimpun dari 18 lokasi di Indonesia, radiasi surya dapat di klasifikasikan berturut-turut sebagai berikut : untuk kawasan barat dan timur Indonesia dengan distribusi penyinaran di Kawasan Barat Indonesia (KBI) sekitar 4,5 kWh/m<sup>2</sup> /hari dengan variasi bulanan sekitar 10%, dan di Kawasan Timur Indonesia (KTI) sekitar 5,1 kWh/m<sup>2</sup> /hari dengan variasi bulanan sekitar 9%. Dengan demikian, potensi penyinaran matahari rata-rata Indonesia sekitar 4,8 kWh/m<sup>2</sup> /hari dengan variasi bulanan sekitar 9%.

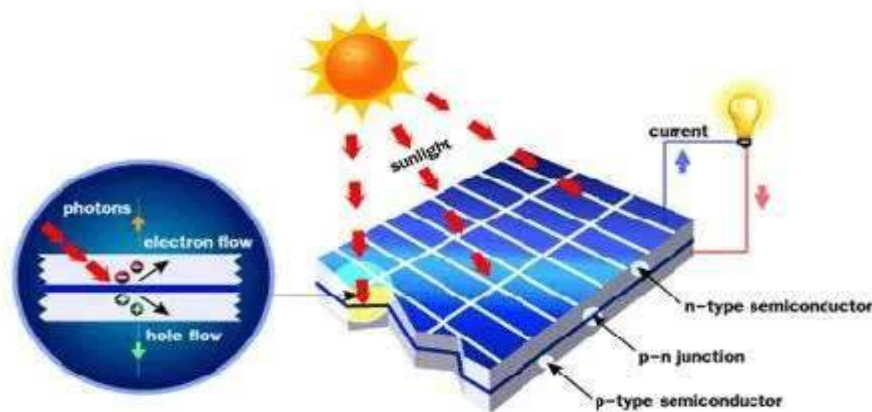
Matahari adalah sumber energi utama yang memancarkan energi yang luar biasa besarnya ke permukaan bumi. Pada saat keadaan cuaca cerah, permukaan bumi menerima sekitar 1000 watt energi matahari per-meter persegi. Kurang dari 30% energi tersebut dipantulkan kembali ke angkasa, 47% dikonversikan menjadi panas, 23% digunakan untuk seluruh sirkulasi kerja yang terdapat di atas permukaan bumi, sebagian kecil 0,25% ditampung angin, gelombang dan arus dan masih ada bagian yang sangat kecil 0,025% disimpan melalui proses fotosintesis didalam tumbuh-tumbuhan yang akhirnya digunakan dalam proses pembentukan batu bara dan minyak bumi (bahan bakar fosil, proses fotosintesis yang memakan jutaan tahun) yang saat ini digunakan secara ekstensi dan eksploratif bukan hanya untuk bahan bakar tetapi juga untuk bahan pembuatan plastik, formika, bahan sintesis lainnya. Sehingga dapat dikatakan bahwa sumber segala energi adalah energi surya.

Energi surya sangat luar biasa karena tidak bersifat polutif, tidak dapat habis, dapat dipercaya dan tidak membeli. Kejelekan dari energi surya ini

adalah sangat halus dan tidak konstan. Arus energi surya yang rendah mengakibatkan dipakainya sistem dan kolektor yang luas permukaannya besar untuk mengumpulkan dan mengkonsentrasikan energi itu. Sistem kolektor ini berharga cukup mahal dan ada masalah lagi bahwa sistem-sistem di bumi tidak dapat diharapkan akan menerima persediaan yang terus menerus dari energi surya.[3]

## 2.2. Panel Surya

Panel surya merupakan sebuah perangkat yang mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik dengan proses efek fotovoltaiic, oleh karenanya dinamakan juga sel fotovoltaiic (Photovoltaic cell – disingkat PV). Tegangan listrik yang dihasilkan oleh sebuah Panel surya sangat kecil, sekitar 0,6 V tanpa beban atau 0,45 V dengan beban. Untuk mendapatkan tegangan listrik yang besar sesuai keinginan diperlukan beberapa Panel surya yang



(Sumber: Septina, 2015).

Gambar 2.1. Ilustrasi cara kerja Panel surya dengan prinsip p-n junction

tersusun secara seri. jika 36 keping sel surya tersusun seri, akan menghasilkan tegangan sekitar 16 V. Tegangan ini cukup untuk digunakan untuk mensuplai aki 12 V. Untuk mendapatkan tegangan keluaran yang lebih besar lagi maka diperlukan lebih banyak lagi Panel Surya [3]

### 2.2.1 Sambungan P-N

Saat material semikonduktor tipe-p dan tipe-n dihubungkan akan terjadi difusi hole dari tipe-p menuju tipe-n dan terjadi difusi elektron dari tipe-n menuju ke tipe-p. Difusi tersebut akan meninggalkan daerah yang lebih positif pada batas tipe-n dan daerah lebih negatif pada batas tipe-p. Adanya perbedaan muatannya pada sambungan p-n disebut dengan daerah deplesi yang akan mengakibatkan munculnya medan listrik yang mampu menghentikan laju difusi selanjutnya. Medan listrik tersebut mengakibatkan munculnya arus drift, yaitu arus yang dihasilkan karena munculnya medan listrik. Akan tetapi, arus ini terimbangi oleh arus difusi sehingga secara keseluruhan tidak ada arus listrik yang mengalir pada semikonduktor sambungan p-n tersebut. Elektron adalah partikel bermuatan yang mampu dipengaruhi oleh medan listrik. Munculnya medan listrik pada elektron dapat mengakibatkan elektron bergerak. Hal inilah yang dilakukan pada solar sel sambungan p-n yaitu dengan menghasilkan medan listrik pada sambungan p-n agar elektron dapat mengalir karena kehadiran medan listrik tersebut. Ketika junction disinari, foton yang memiliki energi lebih dari lebar pita energi elektron tersebut akan mengakibatkan eksitasi elektron dari pita valensi ke pita konduksi dan akan meninggalkan hole pada pita valensi. Elektron dan hole ini dapat bergerak dalam material sehingga mengakibatkan pasangan elektron-hole. Apabila ditempatkan hambatan pada terminal solar sel, maka elektron dari area n akan kembali ke area p sehingga menyebabkan perbedaan potensial dan arus akan mengalir seperti terlihat pada Gambar 2. 2.[4]



**Gambar 2. 2** Sambungan P-N



## 2.3 Jenis-jenis Panel Surya

### 2.3.1. Monokristal (Mono-crystalline)

Merupakan panel yang paling efisien yang dihasilkan oleh teknologi terkini dan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Monokristal dirancang untuk penggunaan yang memerlukan konsumsi listrik besar pada tempat-tempat yang beriklim ekstrem dan dengan kondisi alam yang sangat ganas. Memiliki efisiensi sampai dengan 15%. Kelemahan dari jenis panel ini adalah tidak akan berfungsi baik ditempat yang cahaya matahari kurang (teduh), efisiensinya akan turun drastis dalam kondisi berawan[3]



(<https://www.tokopedia.com/suryaterang/panel-surya-10wp-monocrystalline-bergaransi>)

Gambar 2.3. Monocrytaline

### 2.3.2. Polikristal (Poly-crystalline)

Merupakan panel surya yang memiliki susunan kristal acak karena dipabrikasi dengan proses pengecoran. Tipe ini memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis monokristal untuk menghasilkan daya listrik yang sama. Panel surya jenis ini memiliki efisiensi lebih rendah dibandingkan tipe monokristal.[3]



(<https://indonesian.alibaba.com/product-detail/Microtek-Renewable-Energy-Polycrystalline-Solar-PV-1600524662873.html>)

Gambar 2.4. Panel surya Polycrystalline

### 2.3.3. Thin Film Photovoltaic

Merupakan panel surya (dua lapisan) dengan struktur lapisan tipis mikrokrystal-silikon dan amorphous dengan efisiensi modul hingga 8.5% sehingga untuk luas permukaan yang diperlukan per watt daya yang dihasilkan lebih besar dari pada monokristal dan polykristal. Inovasi terbaru dari Thin Film Triple Junction Photovoltaic (dengan tiga lapisan) sangat berfungsi sangat efisien dalam udara yang sangat berawan dan dapat menghasilkan daya listrik sampai 45% lebih tinggi dari jenis panel lain dengan daya yang ditera setara [3]



(<https://materialdistrict.com/article/innovation-thin-film-solar-cells-at-mx2016>)

Gambar 2.5. Thin film fotovoltaik

## 2.4 Energi Listrik

Sinar matahari dapat menghasilkan energi listrik (energi sinar matahari menjadi foton) sebuah Panel surya tidak tergantung pada besaran luas bidang silikon, dan secara konstan akan menghasilkan energi berkisar antara  $\pm 0,5$  volt maksimum 600 mV pada 2 ampere, dengan kekuatan radiasi solar matahari  $1000 \text{ W/m}^2 = \text{“1 Sun”}$  akan menghasilkan arus listrik (I) sekitar  $30 \text{ mA/cm}^2$  per Panel surya [3]

## 2.5 Faktor Pengoperasian Panel Surya

Pada pengoperasian Panel surya pastinya terdapat komponen yang terjadi faktor X agar sel surya dapat beroperasi secara maksimal, faktor X tersebut adalah:

a. Ambient Air Temperature Pel surya dapat dapat beroperasi secara maksimal jika temperatur sel tetap normal pada 25 derajat celcius. Kenaikan temperatur lebih tinggi dari temperatur normal sel surya akan melemahkan Voc.

#### b. Radiasi Matahari

Radiasi matahari di bumi pada lokasi yang berbeda akan bervariasi dan sangat tergantung dengan keadaan spektrum matahari ke bumi. Insolasi matahari akan banyak berpengaruh terhadap arus ( I ) dan sedikit terhadap tegangan ( V ).

#### c. Atmosfir Bumi

Keadaan atmosfer bumi yang berawan, mendung, jenis partikel debu udara, asap, uap air udara, kabut dan polusi sangat berpengaruh untuk menentukan hasil maksimal arus listrik dari panel surya.

#### d. Tiupan Angin

Kecepatan tiupan angin disekitar lokasi Panel surya sangat membantu terhadap pendinginan temperatur permukaan sel surya sehingga temperature dapat terjaga dikisaran 25 derajat celcius.

#### e. Orientasi Panel

Orientasi dari rangkaian panel kearah matahari secara optimal memiliki efek yang sangat besar untuk menghasilkan energi yang maksimum. Selain arah orientasi sudut, orientasi (tiltangle) dari panel juga sangat mempengaruhi hasil energi yang maksimum. Untuk lokasi yang terletak di belahan utara latitude, maka panel sebaiknya diorientasikan ke selatan. Begitu juga yang letaknya di belahan selatan latitude, maka panel sebaiknya diorientasikan ke utara. Ketika panel di letakkan ke barat atau ke timur sebenarnya akan tetap menghasilkan energi, namun energi yang dihasilkan tidak akan maksimal

#### f. Posisi Letak Panel Surya terhadap Matahari dan Ketinggiannya

Mempertahankan sinar matahari jatuh ke sebuah permukaan modul surya secara tegak lurus akan memperoleh energi maksimum  $\pm 1000 \text{ w/m}^2$  atau  $1 \text{ kw/m}^2$ . Untuk mempertahankan tegak lurusnya sinar matahari terhadap panel surya dibutuhkan pengaturan posisi modul surya, karena sun atitude akan berubah setiap jam dalam sehari. Makin **tinggi** tempat suatu daerah maka suhu udara semakin menurun. Penurunan suhu ini berpengaruh terhadap penurunan suhu

permukaan **panel**. Makin rendah suhu permukaan, maka tegangan rangkaian terbuka **panel surya** makin meningkat, sedangkan arus hubung singkat semakin naik[3]

## **2.6 Arus dan Tegangan**

Atom ialah sebuah materi yang disusun berdasarkan partikel – partikel yang sangat kecil. Atom terdiri dalam berbagai gabungan yang terdiri dari partikel – partikel sub – atom, susunan tersebut diantaranya adalah elektron, proton, dan neutron dalam berbagai gabungan. Elektron merupakan muatan listrik negatif (-) yang paling mendasar. Elektron dalam cangkang keluar suatu atom dinamakan dengan elektron valensi.

Apabila energi kalor, cahaya, atau listrik yang merupakan energi eksternal diberikan pada materi, maka elektron valensinya akan mendapatkan energi dan bisa berpindah ketinggian energi yang lebih tinggi. Ketika energi yang diperoleh telah cukup, sebagian dari elektron valensi terluar akan meninggalkan atomnya, sehingga statusnya berubah menjadi elektron bebas. Dalam hal ini maka gerakan elektron – elektron bebas tersebut yang akan menjadi arus listrik dalam konduktor logam. Aliran elektron biasa disebut dengan arus (I), dan memiliki satuan ampere.

Ketika sebagian atom kehilangan elektron dan sebagian lainnya memperoleh elektron akan memungkinkan terjadinya perpindahan elektron antar objek. Apabila perpindahan tersebut terjadi, distribusi muatan positif dan negatif pada setiap objek akan berbeda. Objek yang memiliki jumlah elektron yang lebih akan memiliki polaritas listrik negatif (-), sedangkan objek yang kekurangan elektron akan memiliki polaritas listrik positif (+). Besaran muatan listrik akan ditentukan oleh jumlah elektron dibandingkan dengan jumlah proton dalam suatu objek. Simbol untuk besaran muatan elektron adalah (Q) dan memiliki satuan coulomb. Besarnya muatan  $1C = 6,25 \times 10^{18}$  elektron

Suatu muatan listrik memiliki kemampuan untuk bekerja akibat dari suatu tarikan ataupun suatu tolakan yang disebabkan oleh gaya medan elektrostatik. Kemampuan melakukan kerja ini dinamakan potensial. Satuan dasar beda potensial adalah volt (V). Satuan inilah yang menyebabkan beda potensial V

sering dinamakan sebagai voltage atau tegangan. Pada suatu rangkaian terdapat suatu resistansi atau hambatan (R) oleh karena itu pada rangkaian tersebut akan muncul hukum ohm. Hukum ohm mendefinisikan hubungan antara arus (I), tegangan (V), dan resistansi atau hambatan (R).

Berikut merupakan rumus persamaan dari ketinganya

$$I = V : R \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan : I : Arus (Ampere)

V : Tegangan (Volt)

R : Hambatan (Ohm)

### 2.7 Daya

Daya listrik sering diartikan sebagai laju hantaran energi listrik pada sirkuit listrik. Satuan standar internasional daya listrik adalah watt yang menyatakan banyaknya tenaga listrik yang mengalir dalam satuan waktu (joule/detik). Daya listrik dilambangkan huruf P. Pada rangkaian arus DC, daya listrik sesaat dihitung menggunakan hukum Joule. Daya pada sumber DC dinyatakan sebagai berikut:

$$P = V \cdot I \dots\dots\dots[3]$$

Keterangan : P : Daya (watt)

V : Tegangan (volt)

I : Arus (ampere)

### 2.8. Efisiensi Panel Surya

Efisiensi panel surya adalah ukuran seberapa banyak energi matahari yang dapat diubah oleh panel menjadi listrik yang dapat digunakan. Hal ini dilakukan dengan menangkap arus listrik yang dihasilkan ketika sinar matahari berinteraksi dengan sel surya di panel dan ditransfer melalui kabel dan busbar untuk diubah menjadi energi AC (arus bolak-balik). Energi AC kemudian dikirim ke Panel Utama dan didistribusikan ke seluruh rumah.

Mengukur efisiensi cukup sederhana. Jika panel surya memiliki efisiensi 20 persen, itu berarti ia mampu mengubah 20 persen sinar matahari yang mengenainya menjadi listrik. Panel surya dengan efisiensi tertinggi yang ada di pasaran saat ini dapat mencapai efisiensi hampir 23 persen. Efisiensi rata-rata panel surya berada di antara kisaran efisiensi 17 hingga 19 persen.

Monokristalin vs. polikristalin mengacu pada susunan sel surya di setiap jenis panel. Monocrystalline mengacu pada sel surya yang dipotong dari satu sumber silikon sebagai lawan dari sel surya polikristalin yang terdiri dari banyak kristal silikon yang dilebur bersama.

Panel monokristalin cenderung lebih efisien karena komposisinya yang seragam. Selain itu, mereka cenderung mencapai kinerja yang unggul dalam kondisi yang kurang optimal seperti panas tinggi dan cahaya rendah. Hampir semua panel perumahan saat ini adalah monokristalin. Panel polikristalin biasanya kurang efisien karena komposisinya yang lebih terfragmentasi. Akibatnya, panel ini cenderung lebih murah daripada panel monokristalin yang lebih efisien [5]

Efisiensi panel surya dapat ditentukan berdasarkan rumus yang tertera dibawah ini:

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

$$P_{out} = VL \times IL$$

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

Dimana  $\eta$  = efisiensi (%)

$$P = \text{daya (W)}$$

$$V = \text{tegangan (V)}$$

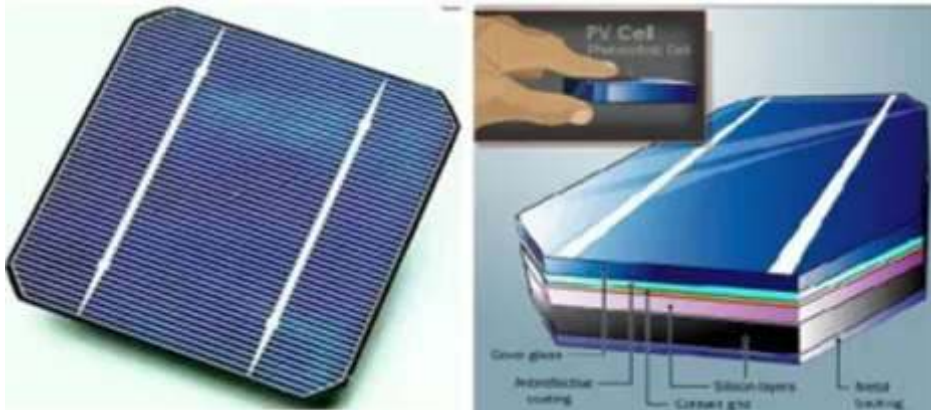
$$I = \text{arus (A)}$$

$$A = \text{luas Penampang Panel Surya (m}^2\text{)}$$

## 2.9 Struktur Panel Surya

Sesuai dengan perkembangan sains & teknologi, jenis-jenis teknologi Panel surya pun berkembang dengan berbagai inovasi. Ada yang disebut Panel surya generasi satu, dua, tiga dan empat, dengan struktur atau bagian-bagian penyusun

sel yang berbeda pula (Jenis-jenis teknologi surya akan dibahas di tulisan “Sel Surya : Jenis-jenis teknologi”). Dalam tulisan ini akan dibahas struktur dan cara kerja dari Panel surya yang umum berada dipasaran saat ini yaitu Panel surya berbasis material silikon yang juga secara umum mencakup struktur dan cara kerja sel surya generasi pertama (sel surya silikon) dan kedua (thin film/lapisan tipis).[3]



(Sumber :teknologisurya.wordpress.com)

Gambar 2.6.Struktur Panel surya

Ada lima tipe umum struktur panel surya sebagai berikut :

#### A.Substrat/Metal backing

Substrat adalah material yang menopang seluruh komponen Panel surya. Material substrat juga harus mempunyai konduktifitas listrik yang baik karena juga berfungsi sebagai kontak terminal positif Panel surya, sehingga umumnya digunakan material metal atau logam seperti aluminium atau molybdenum. Untuk sel surya dye-sensitized (DSSC) dan Panel surya organik, substrat juga berfungsi sebagai tempat masuknya cahaya sehingga material yang digunakan yaitu material yang konduktif tapi juga transparan seperti indium tin oxide (ITO) dan flourine doped tin oxide (FTO).

#### B.Material Semi Konduktor

Material semikonduktor merupakan bagian inti dari Panel surya yang biasanya mempunyai tebal sampai beberapa ratus mikrometer untuk Panel surya



generasi pertama (silikon), dan 1-3 mikrometer untuk Panel surya lapisan tipis. Material semikonduktor inilah yang berfungsi menyerap cahaya dari sinar matahari. Untuk kasus gambar diatas, semikonduktor yang digunakan adalah material silikon, yang umum diaplikasikan di industri elektronik. Sedangkan untuk Panel surya lapisan tipis, material semikonduktor yang umum digunakan dan telah masuk pasaran yaitu contohnya material  $\text{Cu(In,Ga)(S,Se)}_2$  (CIGS), CdTe (kadmium telluride), dan amorphous silikon, disamping material-material semikonduktor potensial lain yang dalam sedang dalam penelitian intensif seperti  $\text{Cu}_2\text{ZnSn(S,Se)}_4$  (CZTS) dan  $\text{Cu}_2\text{O}$  (copper oxide). Bagian semikonduktor tersebut terdiri dari junction atau gabungan dari dua material semikonduktor yaitu semikonduktor tipe-p (material-material yang disebutkan diatas) dan tipe-n (silikon tipe-n, CdS, dll) yang membentuk p-n junction. P-n junction ini menjadi kunci dari prinsip kerja Panel surya

#### C. Kontak metal/contact grid

Selain substrat sebagai kontak positif, diatas sebagian besar semi konduktor biasanya di lapisikan material metal atau material konduktif transparan sebagai kontak negatif

#### D. Lapisan Antireflektif

Refleksi cahaya harus diminimalisir agar mengoptimalkan cahaya yang terserap oleh semikonduktor. Oleh karena itu biasanya sel surya dilapisi oleh lapisan anti-refleksi. Material anti-refleksi ini adalah lapisan tipis material dengan besar indeks refraktif optik antara semikonduktor dan udara yang menyebabkan cahaya dibelokkan ke arah semikonduktor sehingga meminimumkan cahaya yang dipantulkan Kembali

#### E. Enkapsulasi/cover glass

Bagian ini berfungsi sebagai enkapsulasi untuk melindungi modul surya dari hujan atau kotoran.[3]

## **2.10 Solar Charge Controller**

Solar Charge Controller adalah salah satu komponen di dalam sistem pembangkit listrik tenaga surya, berfungsi sebagai pengatur arus listrik baik terhadap arus yang masuk dari Panel Surya maupun arus beban keluar atau yang digunakan. Bekerja untuk menjaga baterai dari pengisian yang berlebihan. Solar Charge Controller mengatur tegangan dan arus dari Panel Surya ke baterai. Sebagian besar Panel Surya 12 Volt menghasilkan tegangan keluaran sekitar 16 sampai 20 volt DC, jadi jika tidak ada pengaturan, baterai akan rusak dari pengisian tegangan yang berlebihan. Pada umumnya baterai 12 Volt 40 membutuhkan tegangan pengisian sekitar 13-14,8 volt (tergantung tipe baterai) untuk dapat terisi penuh.[3]

## **2.11 Baterai Sebagai Penyimpan Energi**

Baterai akan di isi oleh tenaga listrik yang berasal dari sistem sel surya dan sistem energi angin. pada saat pelepasan muatan, arus searah yang berasal dari baterai akan dirubah menjadi arus bolak-balik oleh inverter dan kemudian dialirkan menuju beban. Untuk menjaga agar baterai tidak mengalami kelebihan muatan (over charge) dan kekurangan muatan (under charge) maka pengoperasian baterai dan inverter perlu diawasi dan dikontrol oleh suatu sistem kontrol.

Dalam pemilihan baterai yang akan digunakan haruslah memperhatikan hal-hal berikut ini [3]:

1. Mempunyai umur panjang (lebih dari 3 tahun).
2. Mempunyai kondisi charge yang stabil.
3. Mempunyai self discharge yang rendah.
4. Kestabilan depth of discharge (DOD)
5. Mempunyai efisiensi pengisian (charge gain) yang tinggi.
6. Mudah untuk dibongkar pasang dengan menggunakan peralatan sederhana untuk keperluan transportasi ke daerah terpencil.

## 2.11 Inverter DC ke AC

Inverter adalah rangkaian yang mengubah tegangan DC menjadi AC. Atau lebih tepatnya inverter memindahkan tegangan dari sumber DC ke beban AC.

Sumber tegangan inverter dapat berupa baterai, Panel Surya maupun sumber tegangan DC lainnya. Berdasarkan gelombang keluaran yang dihasilkan, inverter dapat dibagi menjadi 3 macam yaitu square wave, modified sine wave, dan pure sine wave.[3]

### 1. Square Wave

Inverter ini adalah yang paling sederhana. Walaupun inverter jenis ini dapat menghasilkan tegangan 220V AC, 50 Hz namun kualitasnya sangat buruk. Sehingga hanya dapat digunakan pada beberapa alat listrik saja. Hal ini disebabkan karena karakteristik output inverter ini adalah memiliki level total harmonic distortion yang tinggi.

### 2. Modified Sine Wave

Modified Sine Wave disebut juga Modified Square Wave atau Quasy Sine Wave karena gelombang modified sine wave hampir sama dengan square wave, namun pada modified sine wave outputnya menyentuh titik 0 untuk beberapa saat sebelum pindah ke positif atau negatif. Selain itu karena modified sine wave mempunyai harmonic distortion yang lebih sedikit dibanding square wave maka dapat dipakai untuk beberapa alat listrik seperti komputer, tv dan lampu. Namun tidak bisa untuk beban-beban yang lebih sensitif.

### 3. Pure Sine Wave

Pure Sine Wave atau true sine wave merupakan gelombang inverter yang hampir menyerupai gelombang sinusoida sempurna, Dengan total harmonic distortion (THD)  $< 3\%$ . Sehingga cocok untuk semua alat elektronika. Oleh sebab itu inverter ini juga disebut clean power supply. Teknologi yang digunakan 42 inverter jenis ini umumnya disebut pulse width modulation (PWM) yang dapat mengubah tegangan DC menjadi AC dengan bentuk gelombang yang hampir sama dengan gelombang sinusoida.

## **2.12.Kelembapan Udara**

Udara adalah salah satu elemen yang ada di sekitar kita dan tidak dapat lepas dari kehidupan manusia. Manusia tidak dapat jauh dari udara karena kehidupan manusia tergantung pada oksigen yang merupakan gas yang digunakan manusia untuk bernafas. Manusia tidak dapat jauh dari udara, bahkan dalam beberapa menit sekalipun. Tidak hanya untuk bernafas saja, nyatanya udara memang sangat mempengaruhi kehidupan makhluk hidup.[6]

Udara memenuhi ruang di setiap sudut yang ada di Bumi. Udara tidak terlihat, tidak berbau dan tidak berasa karena udara sendiri merupakan benda gas. Namun udara yang tidak sehat atau tidak bersih terkadang kita ketahui dari ciri tertentu, seperti ada bau yang bisa kita cium. Selain itu terkadang udara bisa kita rasakan yakni tingkat dingin atau panasnya. Udara yang dingin biasanya memiliki tingkat kelembaban yang lebih rendah daripada udara yang panas.

Sebaliknya, udara yang panas biasanya memiliki tingkat kelembaban yang lebih rendah daripada yang dingin. Bisa dibedakan melalui tempat juga. Daerah di pegunungan memiliki udara dengan tingkat kelembaban yang lebih tinggi daripada di daerah perkotaan. Nah, selain tempat dan juga hawa suhu, ada beberapa hal lagi yang berpengaruh terhadap kelembaban udara. Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi kelembaban udara yaitu.

### **1.Suhu**

Suhu merupakan faktor pertama yang akan kita bahas disini. Yang dimaksud dengan suhu adalah derajat panas suatu benda. Semakin tinggi suatu benda maka akan semakin panas benda tersebut. Sebaliknya, semakin rendah suhu suatu benda maka akan terasa semakin dingin benda tersebut. Oleh karena kelembaban udara ini ada hubungannya dengan kandungan air maka semakin tinggi suhu suatu udara maka semakin rendah kelembaban udara yang dimiliki udara tersebut. Sebaliknya, semakin rendah suhu udara maka kelembaban yang dimiliki pun semakin tinggi.

## 2. Tekanan udara

Tekanan udara berbanding lurus dengan tingkat kelembaban udara. Semakin tinggi tekanan udara di suatu tempat maka udara tersebut semakin memiliki kelembaban yang tinggi. Hal ini karena udara yang ada jumlahnya terbatas.

## 3. Pergerakan angin

Pergerakan angin juga mempengaruhi tingkat kelembaban udara. Pergerakan angin menjadi hal yang berpengaruh bagi kelembaban udara. Hal ini karena adanya angin dapat mempengaruhi proses penguapan pada sumber air dan menjadi salah satu faktor dalam pembentukan awan.

## 4. Kuantitas dan kualitas penyinaran/radiasi matahari

Penyinaran yang dilakukan oleh matahari juga menjadi salah satu hal yang mempengaruhi kelembaban suatu udara. Penyinaran matahari yang tinggi akan menurunkan kelembaban yang tinggi. Hal ini tentu tidak lepas dari kandungan uap air pada suatu udara. Penyinaran matahari akan menghilangkan kandungan uap air sehingga akan berdampak pada menurunnya tingkat kelembaban udara.

## 5. Vegetasi

Vegetasi merupakan tumbuh-tumbuhan yang berada di suatu tempat. Vegetasi juga merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat kelembaban udara di suatu tempat. Sebenarnya dari vegetasi yang mempengaruhi kelembaban udara adalah kerapatannya. Apabila suatu tempat memiliki kerapatan vegetasi yang tinggi, maka kelembaban udaranya juga tinggi. Hal ini karena ada seresah yang menutupi permukaan tanah dengan rapat, maka menyebabkan uap air terkunci di dalamnya. Sebaliknya, apabila kerapatan vegetasinya rendah, maka kelembaban udara ditempat tersebut juga rendah karena seresah yang menutupi permukaan tanah juga jarang.

## 6.Ketersediaan air

Ketersediaan air merupakan salah satu hal yang sangat menentukan kelembaban udara di suatu tempat. Bagaimanapun juga bahwa kelembaban udara ini diukur dari banyaknya uap air yang terkandung di dalam udara. Maka dari itulah, daerah yang memiliki ketersediaan air yang banyak akan memiliki tingkat kelembaban udara yang tinggi. Sementara tempat yang memiliki ketersediaan air yang rendah maka tingkat kelembabannya juga rendah.

## 7.Ketinggian tempat

Selanjutnya adalah ketinggian tempat. Pernahkah Anda berkunjung ke tempat yang tinggi? maka pada saat itulah kita akan merasakan bahwa udara terasa lebih dingin daripada ketika berada di tempat yang lebih rendah. Hal ini karena kandungan uap air yang ada di wilayah ketinggian lebih banyak daripada di wilayah rendah. Dengan demikian semakin tinggi suatu tempat maka kelembaban udaranya pun semakin tinggi. dan sebaliknya, semakin rendah suatu tempat maka kelembaban udaranya pun semakin rendah.

## 8.Kerapatan udara

Kerapatan udara menjadi faktor selanjutnya yang mempengaruhi kelembaban udara. Kerapatan udara akan sangat berkaitan dengan kelembaban. Semakin rapat udara di suatu tempat, maka kelembabannya pun tinggi. sebaliknya apabila kerapatan udaranya renggang, maka kelembabannya rendah.

Demikianlah faktor- faktor yang mempengaruhi kelembapan udara di suatu daerah yang berbeda-beda antara satu dengan yang lainnya. Semoga dapat menjadi informasi yang bermanfaat untuk kita semua dan khususnya bagi pihak yang membutuhkan informasi ini.[6]

### 2.13. Pengaruh Temperatur dengan efisiensi Panel Surya

Kenaikan Suhu mengakibatkan Tegangan rangkaian terbuka (Voc) turun, namun arus hubung singkat (Isc) meningkat. Kenaikan suhu adalah akibat dari kenaikan irradiance, dimana tiap kali irradiance meningkat maka variabel yang lain seperti suhu, arus dan tegangan juga ikut meningkat sehingga dengan sendirinya apabila irradiance meningkat maka daya keluarannya juga meningkat. Semakin meningkatnya suhu juga akan meningkatkan efisiensi. Efisiensi tertinggi dicapai pada pengujian menggunakan reflektor sudut  $70^{\circ}$  yaitu sebesar 15,65% dengan suhu  $46,41^{\circ}\text{C}$  (Mohamad dan E. Yohana, 2010). Tiap kali irradiance meningkat,

maka variabel yang lain seperti suhu, arus dan tegangan juga ikut meningkat sehingga daya keluarannya juga meningkat. Intensitas cahaya matahari mempengaruhi karakteristik arus-tegangan pada sel surya. Pengaruh intensitas cahaya matahari terhadap arus yang dihasilkan lebih besar dibandingkan dengan tegangan terminalnya hal ini yang menyebabkan daya berbanding lurus terhadap suhu. Efisiensi dari sel surya terbilang rendah antara 18-22% saat mendapatkan energi maksimal dari matahari, sehingga untuk menambahkan nilai effisiensinya dibutuhkan piranti pemantul. Sedangkan untuk menjaga agar sel surya mendapat cahaya yang maksimal dibutuhkan perangkat penjejak matahari. Penambahan penjejak matahari dan pemantulan cahaya matahari dapat meningkatkan intensitas cahaya yang diterima oleh panel surya, sehingga daya rata-rata yang dihasilkan bisa meningkat 17.93% (D. Susilo, 2010).[7]

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

Prosedur penelitian dimaksudkan agar penelitian berjalan dengan baik dan berurutan. Dengan adanya prosedur penelitian diharapkan penelitian dapat berjalan dengan lancar dan mendapatkan hasil yang maksimal.



## **3.2 Waktu dan Tempat Penelitian**

### 3.1.1 Waktu

Penelitian dan pengujian arus dan tegangan pada pembangkit listrik tenaga surya dilakukan pada tanggal 18/03/2023 untuk daerah Medan dan pada daerah berastagi pada tanggal 20/03/2022

### 3.1.2 Tempat

Untuk daerah Medan bertempat di Jln.Gereja Medan perjuangan Sidorame barat,dan didaerah berastagi bertempat di Bukit Kubu .

## **3.3 Peralatan dan Bahan.**

Peralatan dan Bahan yang akan digunakan sebagai pendukung penelitian ini adalah sebagai berikut :

### 3.2.1 Panel Surya

Panel surya yang digunakan adalah panel surya tipe Monocrystalline 10 WP dan Polycrytaline 10 wp. Spesifikasi dari panel surya yang digunakan ditunjukkan oleh tabel berikut.

Tabel 4.1 Spesifikasi Panel Surya Mono Crystalline

SPESIFIKASI	KETERANGAN
Model Panel	GH10M-18
Tegangan Rangkaian Terbuka	21,96 Volt
Daya Maksimum Rata Rata	10 W
Arus Hubung Singkat	0,63 Ampere
Tegangan Daya Maksimum	17,82 Volt
Arus Daya Maksimum	0,57 Ampere
Toleransi Output	±3%
Temperatur Nominal Kerja	47± 2°C
Berat	1,0 kg
Teknologi Sel	Mono-Cristal
Dimensi Panel Surya	350*255*17mm

Tabel 4.2 Spesifikasi Panel Surya Poly Crystalline

SPESIFIKASI	KETERANGAN
Model Panel	PV-SY017
Tegangan Rangkaian Terbuka	21.6 Volt
Daya Maksimum Rata Rata	10 Watt
Arus Hubung Singkat	0.63 Ampere
Tegangan Daya Maksimum	17.4 Volt
Arus Daya Maksimum	0.57 Ampere

Toleransi Output	$\pm 3\%$
Temperatur Cell	25 <sup>0</sup> C
Berat	1,0 kg
Teknologi Sel	Poly-Cristal
Dimensi Panel Surya	35.5 X 23.2 X 25.5 cm



Gambar 3.1. Polycrystalline (kiri) dan Monocrystalline (kanan)

### 3.2.2 Multimeter digital

Fungsi multimeter digital dan yang pertama yakni adalah berfungsi untuk **mengukur arus listrik**. Alat ukur ini memiliki dua jenis ampere yakni arus DC (Direct Current) dan arus AC (Alternating Current). Multimeter digital yang digunakan sebanyak 4 buah, pada penelitian ini digunakan untuk mengukur arus dan tegangan.



Gambar 3.2. Multimeter Digital

#### 3.4.6. Lampu LED 9 watt.

Berfungsi sebagai beban pada Panel Surya. Lampu LED yang digunakan sebanyak dua buah



Gambar.3.3. Lampu LED

### 3.4.7.Higrometer

Higrometer adalah sejenis alat untuk mengukur tingkat kelembapan dan juga suhu udara.Higrometer yang digunakan 2 buah



Gambar 3.4.Higrometer

### 3.4.8.Solari Meter

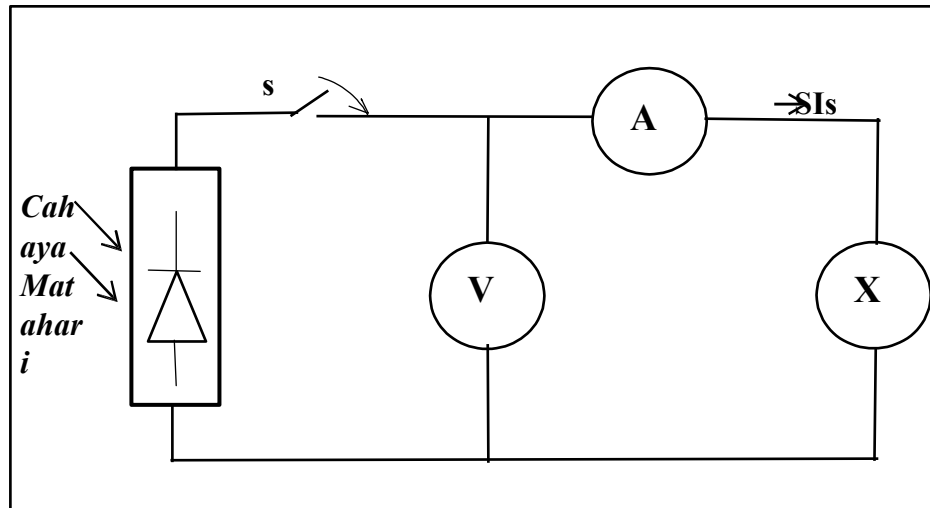
Alat yang digunakan untuk mengukur radiasi matahari



Gambar 3.5.Solari Meter

### 3.3.Rangkaian Percobaan

Rangkaian Percobaan ini dirancang untuk menghindari kesalahan dalam penelitian serta memperlancar struktur mekanisme yang teratur.



### 3.4 Tahapan Percobaan

Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini adalah studi literatur, menganalisa perbandingan tegangan dan arus pada daerah medan yang terletak pada ketinggian 2,5 meter -37,5 meter diatas permukaan laut,dan daerah kota Berastagi lebih tinggi yakni berada diketinggian 1220 meter diatas permukaan laut,dengan PLTS Yang berjenis monocrytaline dan polycrystaline 10 wp .

#### a. Studi literatur

Dalam studi literatur dilakukan pencarian informasi atau bahan materi baik dari internet, jurnal, maupun sumber-sumber lain yang berkaitan dengan penelitian ini. Materi tersebut diantaranya mengenai penelitian Energi Surya yang dikonversi menjadi energi Listrik Melalui PLTS.

#### b.Persiapan Peralatan

Setelah melakukan studi literatur, kemudian menyiapkan segala sesuatu yang berkaitan dengan penelitian ini. Beberapa persiapan yang dilakukan seperti solar

sel itu sendiri, multimeter digital, hygrometer, solari meter, dan beban lampu 9 watt.

#### c. Perancangan Alat

Setelah melakukan persiapan bahan-bahan maka selanjutnya melakukan perancangan pembangkit listrik tenaga surya.

#### d. Pengukuran pada masing-masing daerah, Medan dan Brastagi

Pengukuran dilakukan selama 1 hari di daerah Medan dan Brastagi dengan pengukuran dilakukan per satu jam yang dimulai pada pukul 09.00 hingga 16 wib, Data yang diambil berupa tegangan, arus, kelembapan serta intensitas radiasi matahari

#### e. Analisa Data

Setelah dilakukannya pengukuran pada masing-masing daerah, kemudian dilakukan analisa data sehingga dapat ditentukan efisiensi dari panel surya tersebut

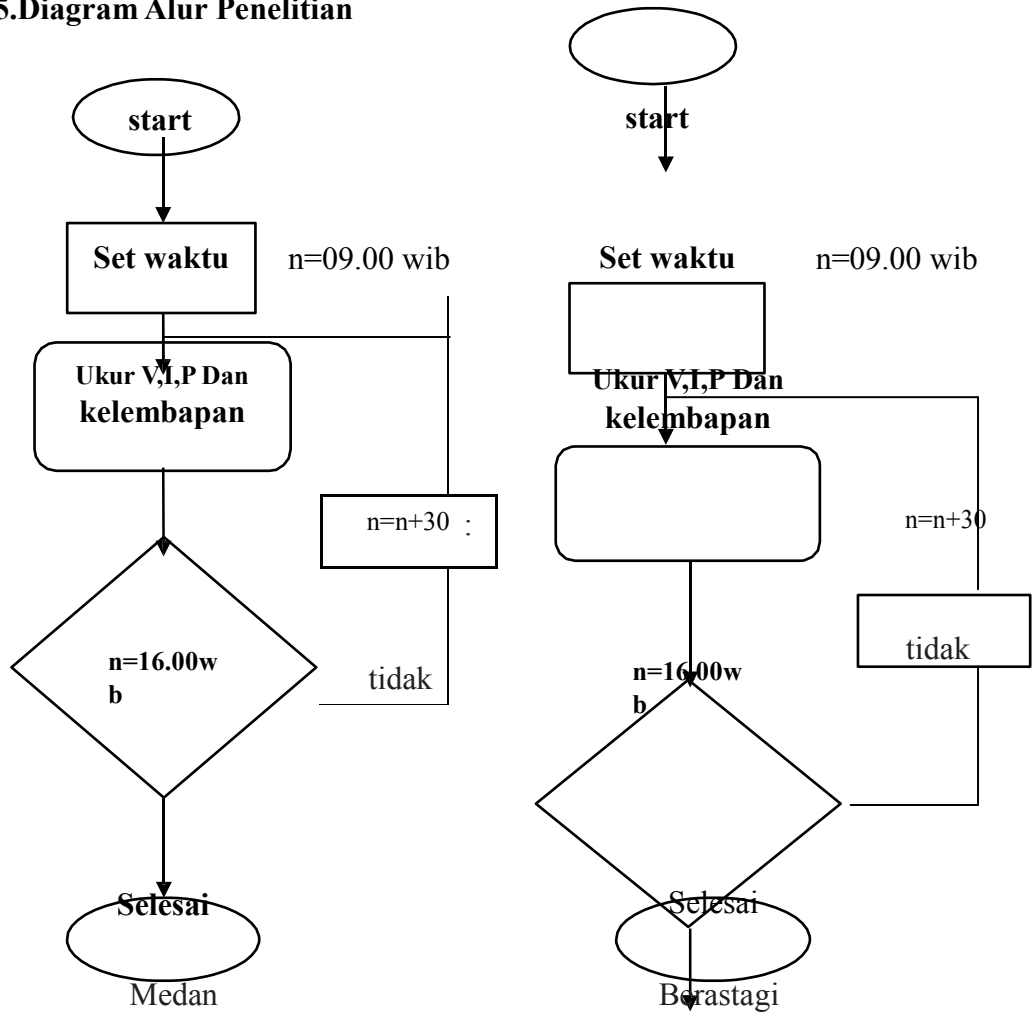
#### f. Hasil Percobaan

Setelah mendapatkan hasil dari analisa data tersebut kemudian dimasukkan kedalam lembar kerja berupa tabel data dan grafik perbandingan sehingga memudahkan dalam membuat suatu kesimpulan.

#### g. Kesimpulan

Dari data yang sudah diolah dalam bentuk tabel dapat diambil beberapa kesimpulan. Seperti berapa tegangan, arus, serta kelembapan yang dapat dihasilkan oleh panel surya yang diperoleh di lokasi percobaan yang berbeda tersebut. Maka dari hasil tersebut dapat dilakukan perbandingan seberapa besar pengaruh ketinggian dan kelembapan terhadap efektivitas panel surya.

### 3.5. Diagram Alur Penelitian



GAMBAR 3.2 :Diagram Alur Penelitian