

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang.**

Pembangkit energi listrik di dunia maupun di Indonesia sebagian besar masih menggunakan energi fosil, belum dapat diperbaharui serta memiliki batas ketersediaan untuk dimanfaatkan dalam jangka panjang. Sesuai dengan cetak biru Pengelolaan Energi Nasional yang dikeluarkan oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) tahun 2005, cadangan minyak Indonesia diperkirakan akan habis dalam 18 tahun mendatang dengan rasio produksi di dalamnya (Utara, 2005). Indonesia merupakan Negara kepulauan dalam lintang katulistiwa yang memiliki hutan yang luas serta potensi energi baru terbarukan yang sangat besar untuk pembangkit listrik Indonesia Negara yang berperan penting dalam mengurangi terjadinya pemanasan global namun sampai tahun 2020 realisasi penggunaan energi baru dan terbarukan masih berkisar 11%, sementara itu target energi mix pada tahun 2025 untuk energi baru dan terbarukan total adalah 23% berdasarkan Kebijakan Energi Nasional (KEN). Untuk mencapai target tersebut tentunya diperlukan kerjasama dari berbagai pihak baik dari pemerintah, pengembang energi terbarukan serta masyarakat itu sendiri selaku konsumen.

Salah satu jenis renewable energy yang sudah banyak di implementasikan adalah photovoltaic. Hal ini dikarenakan photovoltaic merupakan sumber energi yang ramah lingkungan dan cukup mudah untuk diimplementasikan. Pada prinsipnya, dengan mengkonversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik, photovoltaic merupakan sumber energi terbarukan yang rendah emisi. Terdapat berbagai sistem PLTS, sistem On grid, off grid dan hybrid. Di Universitas HKBP Nommensen terdapat sebuah PLTS dengan sistem off grid yang dimana sistem pembangkit listrik yang hanya mengandalkan energi matahari sebagai satu satunya energi utama yang dimana energi tersebut disimpan dengan menggunakan baterai.

Baterai menjadi komponen yang penting dalam implementasi renewable energy. Baterai merupakan jenis teknologi penyimpanan yang sering digunakan, namun baterai memiliki

beberapa kekurangan yaitu Overcharging, Over discharging, serta Kondisi Lingkungan Ekstrem. Untuk mengatasi beberapa kekurangan tersebut di perlukan pengelolaan energi dan efisien yang menjadi faktor kunci dalam mengoptimalkan pengisian baterai pada PLTS off grid tersebut.

Dari beberapa ulasan tersebut, maka diperlukan sebuah sistem dalam mengoperasikan baterai, sehingga baterai dapat dioperasikan dalam keadaan aman dilakukanlah Optimasi energy yang dihasilkan photovoltaic terhadap baterai pada pemabangkit listrik tenaga surya 10 Kwp kedaireka di Universitas HKBP Nommensen

### **1.2. Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah pada penilitan tersebut sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik lokasi geografis dari PLTS Off-Grid 10 KWP yang berpengaruh pada produksi energi Photovoltaic (PV)?
2. Apa saja faktor-faktor yang mempengaruhi pengisian baterai pada PLTS Off-Grid 10 KWP, seperti overcharging dan fluktuasi pengisian?
3. Berapa lama jumlah energi yang dikeluarkan pada beban pada saat pengisian energi baterai yang optimal?
4. Bagaimana cara mengoptimalkan energi yang dihasilkan oleh Photovoltaic (PV) pada PLTS Off-Grid 10 KWP dengan baterai sebagai media penyimpanan energi?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Adapun Tujuan Penelitian tersebut sebagai berikut:

1. Memperoleh karakteristik lingkungan yang tepat dari PLTS tersebut
2. Mendeskripsikan faktor-faktor yang mempengaruhi pengisian baterai
3. Mengetahui berapa lama energi yang dikeluarkan pada pengisian ke beban
4. Mengetahui cara mengoptimalkan energi yang dihasilkan oleh Photovoltaic (PV) pada PLTS Off-Grid 10 KWP pada baterai

### **1.4. Batasan Masalah**

Adapun Batasan Masalah tersebut sebagai berikut

1. Pembahasan mengenai energy yang dihasilkan photovoltaic tersebut.
2. Pembahasan mengenai aspek teknis berfokus pada sistem PLTS off grid
3. Tidak membahas proses discharging pada beban.
4. Penelitian akan mempertimbangkan pengaruh kondisi lingkungan pada pengisian baterai.

### **1.5. Manfaat Penelitian**

Adapun Manfaat Penelitian tersebut sebagai berikut

1. Sebagai Acuan Universitas lain terkhusus nya di daerah Sumatra utara untuk mengembangkan energy baru terbarukan
2. Sebagai literatur pembangkit listrik energy terbarukan pada daerah terisolir terkhusus nya daerah Sumatra Utara (pelosok).
3. Menambah wawasan bagi mahasiswa bagaimana memanfaatkan potensi energi di sekeliling untuk di manfaatkan sebagai sumber energi yang bermanfaat bagi umat manusia.
4. Menjadi bahan acuan bagi mahasiswa lain dalam penelitian yang sama

### **1.6. Sistematika Penelitian**

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi tentang penguraian secara singkat latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan sistematika penulisan.

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

Bab ini berisi tentang teori penunjang untuk bahan penelitian yang diperoleh dari sumber referensi untuk menyusun kerangka teori dan konseptual.

#### **BAB III METODE PENELITIAN**

Bab ini memuat metodologi dari penelitian yang digunakan berupa tempat dan waktu penelitian. Instrumen penelitian, metode pengumpulan, jenis data, tahapan penelitian dan diagram alir penelitian.

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

Bab ini memuat hasil penelitian dan pembahasan yang mencakup karakteristik lokasi, efisiensi panel PV, performa baterai, dan hasil optimasi energi baterai.

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

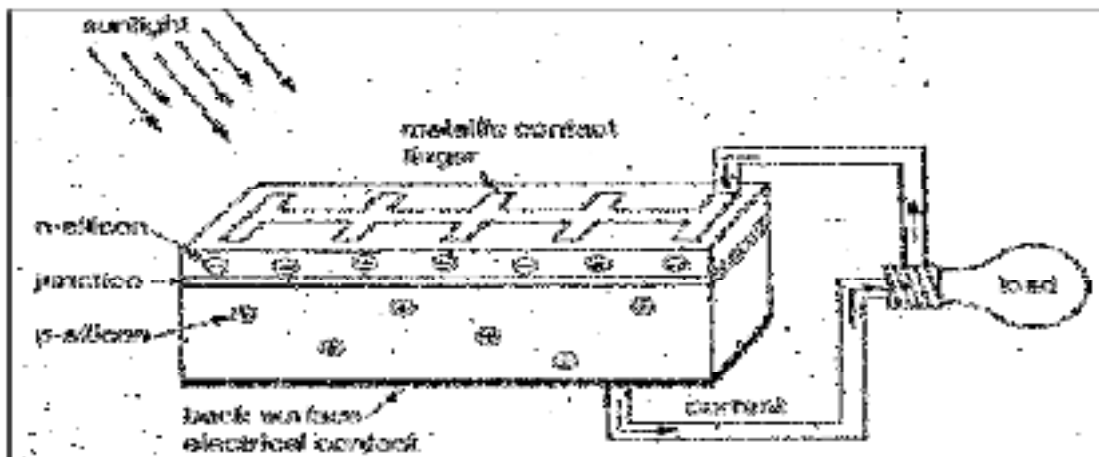
Bab ini berisi tentang kesimpulan dari pembahasan permasalahan dan saransaran untuk perbaikan dan penyempurnaan tugas akhir.

## **BAB II**

## **LANDASAN TEORI**

## 2.1.Sel Surya

Sel surya merupakan sebuah peralatan yang mengubah energy matahari menjadi energy matahari yang dimana elemen yang aktif pada sel surya tersebut adalah semikonduktor elemen aktif tersebut terpapar oleh cahaya selama cahaya tersebut ada maka akan menghasilkan tenaga listrik dan apabila tidak ada cahaya maka tidak menghasilkan tenaga listrik (Edmond Becquerel,1839). Arus listrik dapat timbul ketika permukaan cahaya surya mengenai permukaan aktif sel surya tersebut dikarenakan foton yang terbentuk dalam cahaya dapat membebaskan energy pada electron valensi yang terdapat pada bahan semikonduktor tersebut sebagai reaksi terhadap intensitas dan distribusi spectral cahaya .Semakin besar energy yang dihasilkan maka terjadi beda potensial tersebut yang memungkinkan terjadinya energy listrik pada sel surya tersebut.



**Gambar 2.1 Efek Photovoltaic**

Gambar 2.1. menunjukkan proses yang terjadi pada sel surya ketika dipaparkan cahaya. Foton-foton yang merupakan partikel cahaya menabrak electron. Dimana pada semikonduktor Jenis P, terbentuk hole (pembawa muatan neutron positif) yang jumlahnya sangat besar dibandingkan dengan electron yang berada semikonduktor Jenis N. Sehingga efek photovoltaic dapat mengubah energy cahaya seefisien mungkin menjadi energy listrik.

### 2.1.1. Prinsip Kerja Sel Surya

Sel surya bekerja berdasarkan efek fotoelektrik yang dimana bahan semikonduktor mengubah energy cahaya menjadi energy listrik. Berdasarkan teori Maxwell menyebutkan cahaya

yang di anggap sebagai spectrum gelombang electromagnetic dengan panjang gelombang berbeda yang menandakan bahwa cahaya merupakan partikel diskrit atau quanta energy sehingga dapat di jabarkan dengan persamaan sebagai berikut :

$$E = h.f = h. c / \lambda \quad (2.1)$$

Dimana

E = Medan Listrik (Volt)

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

f = Frekuensi (Hz)

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

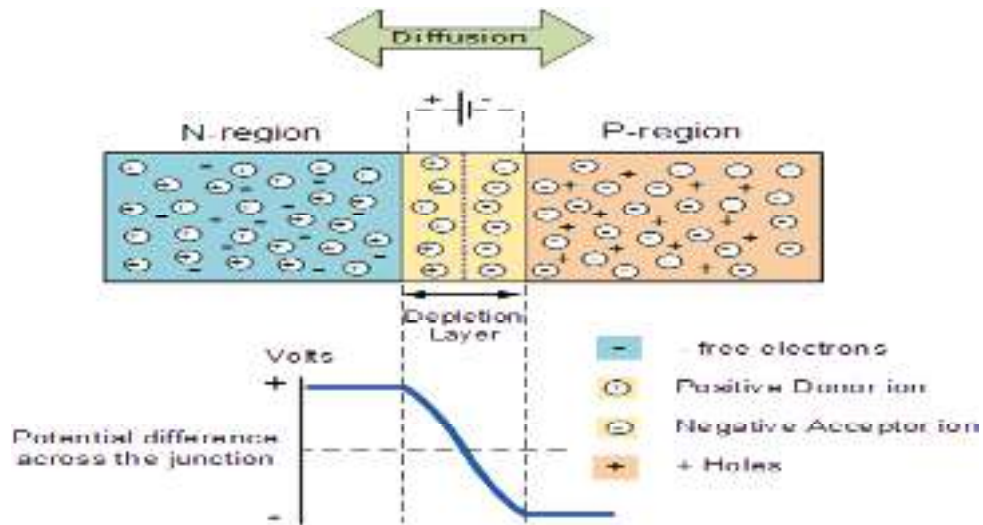
$\lambda$  = Panjang gelombang (m)

Pada Persamaan 2.1 menjelaskan bahwa sifat cahaya merupakan energy yang diterapkan pada sel surya yang tergabung dalam foton foton. Namun, seiring berjalannya waktu tidak penjelasan mengenai sifat fotoelektrik tersebut tetapi perkembangannya material yang dipakai yaitu semikonduktor, terutama silicon. Material ini dapat bersifat insulator pada temperatur rendah, dan juga sebagai konduktor bila tersedia energy

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

Dalam hal ini Kondisi panjar maju merupakan dimana Dioda jenis P membawa neutron yang mayoritas, sedangkan elektron yang minoritas dengan cara menghubungkan diode *pn-junction* ke baterai muatan positif dan Dioda jenis N di hubungkan ke baterai muatan negative, sehingga membentuk arus yang melewati *pn-junction*. Begitu juga sebaliknya apabila Kondisi panjar mundur merupakan dimana Dioda jenis N membawa electron yang

mayoritas, sedangkan neutron yang minoritas dengan menghubungkan ke diode pn-junction ke baterai muatan Positif dan Dioda jenis P di hubungkan ke baterai muatan negative, sehingga tidak dapat mengalir arus yang melewati pn-junction. Namun, adanya arus yang sangat kecil masih dapat mengalir yang disebut dengan Arus Bocor.



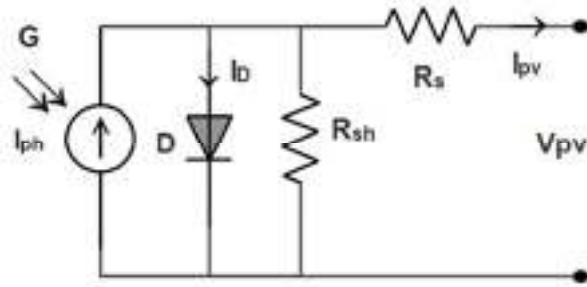
**Gambar 2.2 Pn-Junction**

Pada Gambar 2.2 ada dua hal yang terdapat pada kondisi panjar mundur, yaitu efek fotokonduktif pada photovoltaic. Fotokonduktif merupakan gejala yang dimana suhu dinaikkan, maka kondisi panjar mundur pada arus bocor tersebut meningkat. Dengan kenaikan suhu dianggap sebagai penambahan energy yang dimana menjadi salah bentuk energy yang dinamakan sebagai efek photovoltaic.

Maka, sel surya merupakan sebuah fotoida yang dirancang dalam mengubah energy cahaya seefisien mungkin menjadi energy listrik dan menjadi lebih sederhana dalam hal pemodelan dan prinsip kerja dengan menggunakan konsep pn-junction.

### 2.1.2. Persamaan dan Karakteristik Sel Surya

Secara dasarnya prinsip kerja sel surya juga mempunyai persamaan yang di turunkan didalam hukum fisika yang ditujukan pada Rangkaian ekivalen sel surya sebagai berikut:



Gambar 2.3 Rangkaian Ekivalen Sel Surya

Pada Gambar 2.3 menjelaskan bahwa Rangkaian pada Light generated current atau photocurrent ( $I_{ph}$ ) Arus hubung singkat merupakan Arus yang dihasilkan akibat dari penyiaran terhadap sel surya dijadikan menjadi Paparan daya secara linear terhadap radiasi matahari dan tergantung pada suhu yang diberikan.  $R_{sh}$  dan  $R_s$  menunjukkan hambatan paralel dan seri menunjukkan bahwa nilai dari  $R_{sh}$  lebih besar dibandingkan  $R_s$ . Dan menunjukkan dalam rangkaian ekivalen kita bisa mendapatkan besarnya Arus sel surya ( $I_{pv}$ ) merupakan pengurangan dari Arus hubung singkat ( $I_{ph}$ ) terhadap arus dioda ( $I_D$ ) dan arus hambatan paralel ( $I_{rsh}$ ), yang ditunjukkan pada persamaan 2.2 sebagai berikut

$$I_{pv} = I_{ph} - I_D - I_{rsh} \quad (2.2)$$

Dari persamaan 2.2 diatas dapat dinyatakan persamaan sebagai berikut:

$$I_{pv} = I_{ph} - I_s \left( \exp \frac{q(V_{pv} + IR_s)}{NKT} - 1 \right) - \left( \frac{V_{ph} + IR_s}{R_{sh}} \right) \quad (2.3)$$

Dimana

$I_{ph}$  = Arus Photocurrent (A)

$I_s$  = Reverse saturation atau Arus Saturasi sel surya terhadap dioda (A)

$I_{pv}$  = Arus Sel surya (A)

$V_{ph}$  = Tegangan pada dioda atau Tegangan pada sel (V)

$R_{sh}$  = Hambatan shunt pada dioda

$R_s$  = Hambatan seri pada dioda



T = Suhu Junction dalam Kelvin

N = Faktor Idealis

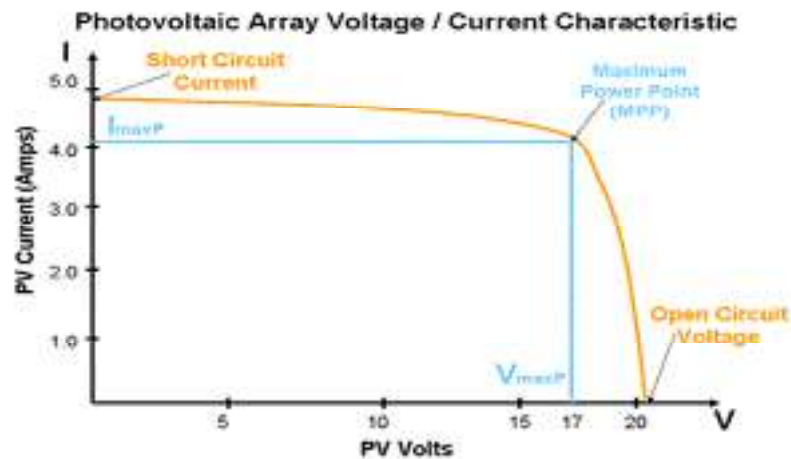
K = Konstanta Boltzman ( $1,381 \times 10^{-23}$ )J/K

Q = Muatan Listrik ( $1,602 \times 10^{-19}$ ) C

Dalam hal ini, setelah menjelaskan persamaan pada prinsip kerja sel surya dalam bentuk sebuah rangkaian di persamaan 2.3 dapat diketahui yang menjadi parameter karakteristik sel surya tersebut. Adanya perbedaan antara arus dan tegangan yang dihasilkan pada sel surya bergantung pada kondisi cahaya dan beban yang berbeda-beda. Dalam pembahasan ini apa saja yang menjadi perbandingan di dalam karakteristik sel surya tersebut sebagai berikut

#### a. Kurva V-I Sel surya

Cahaya mengakibatkan Kurva V-I ketika sel dihubungkan dengan beban (R) yang memberi hambatan hal ini menunjukkan daya dapat bergantung pada nilai resistansi apabila sel surya beroperasi sebagai arus konstan atau arus short circuit ( $I_{sc}$ ) maka hambatan (R) kecil dan apabila hambatan (R) besar maka sel surya yang beroperasi sebagai tegangan yang konstan atau tegangan open circuit ( $V_{sc}$ ). Maka jika dihubungkan dengan Hambatan yang optimal  $R_{opt}$  berarti sel surya yang menghasilkan tegangan maksimum ( $V_{max}$ ) dan arus maksimum ( $I_{max}$ ) Hal ini dapat terurai didalam gambar 2.4 sebagai berikut



Gambar 2.4 Karakteristik Kurva V-I pada sel Surya

Setelah mengetahui karakteristik Kurva V-I pada sel surya tersebut kita dapat mengetahui hasil pada grafik tersebut dengan persamaan sel surya yang didapat dalam persamaan dioda pada persamaan (2.4) tersebut sebagai berikut:

$$I_{PV} = I_s \left( \exp \frac{q(V_{pv})}{NKT} - 1 \right) - I_{ph} \quad (2.4)$$

Dimana

$I_{pv}$  = Arus Sel surya

$I_s$  = Arus saturasi dioda

$I_{ph}$  = Arus yang dihasilkan oleh sel surya

$K$  = Konstanta Boltzman ( $1,381 \times 10^{-23}$ )J/K

$q$  = Muatan Listrik atau Elektron ( $1,602 \times 10^{-19}$ ) C

$N$  = Faktor Idealis

Umumnya pada Data sheet dan penelitian menampilkan Kurva pada kuadran I (seperti pada gambar 2.4) Untuk itu,mempermudah dalam membaca grafik kurva tersebut pada saat kondisi panjar mundur sehingga pada persamaan (2.5) menjadi:

$$I_{PV} = I_{ph} - I_s \left( \exp \frac{q(V_{pv})}{NKT} - 1 \right) \quad (2.5)$$

#### **b. Arus hubung singkat ( $I_{sc}$ )**

Short circuit current atau dikenal sebagai Arus hubung singkat merupakan arus keluaran maksimum yang di peroleh dari sel surya pada kondisi sel surya pada kondisi tidak resistansi (R),tegangan tidak ada  $V=0$ .Arus tersebut disebabkan oleh Pengumpulan dari carrier yang di hasilkan dari pengumpulan cahaya matahari.,dan dapat diketahui dalam menghitung sebuah arus singkat terdapat pada persamaan (2.6) sebagai berikut

$$I_{sc} = qG(L_n = L_p) \quad (2.6)$$

Dimana

$G$  = Tingkat Generasi

$L_n$  = Panjang difusi electron

$L_p$  = Panjang difusi hole

### c. Open Circuit Voltage (Voc)

Open Circuit Voltage atau tegangan pada saat rangkaian terbuka merupakan Tegangan Maksimum yang dapat dihasilkan pada saat panel surya tidak ada beban (load) atau pada saat arus panel surya tidak ada.

$$V_{oc} = \frac{nKT}{q} \ln \left( \frac{I_{sc}}{I_s} \right) + 1 \quad (2.7)$$

Dimana

$V_{oc}$  = Open Circuit Voltage (V)

$I_{sc}$  = Short Circuit Current atau Arus Hubung Singkat (A)

$K$  = Konstanta Boltzman ( $1,381 \times 10^{-23}$ )J/K

$q$  = Muatan Listrik atau Elektron ( $1,602 \times 10^{-19}$ ) C

$I_s$  = Arus saturasi sel surya (A)

$T$  = Suhu Junction dalam Kelvin ( $^{\circ}K$ )

### d. Daya Maksimum atau Maximum Power Point (Pmax)

Daya Maksimum atau Maximum Power Point merupakan sebuah titik yang dimana menunjukkan hasil antara pertemuan  $V_{mp}$  dan  $I_{mp}$  yang di hasilkan oleh sel surya tersebut dan perhitungan untuk daya maksimum dapat dilihat dari persamaan (2.8) sebagai berikut:

$$P_{max} = V_{oc} \times I_{sc} \times FF \quad (2.8)$$

### e. Fill Factor (FF)

Fill factor merupakan parameter seberapa jauh  $V_{oc} \times I_{sc}$  dari Daya Maksimum tersebut pada Kinerja Sel surya tersebut dapat dilihat dari persamaan (2.9).

$$FF = \frac{V_m \times I_m}{V_{oc} \times I_{sc}} \quad (2.9)$$

### f. Efisiensi Sel Surya ( $\eta$ )

Efisiensi Sel Surya adalah Perbandingan antara performansi sel surya yang satu dengan yang lain atau Perbandingan antara daya keluaran dan daya masukan. Daya masukan dihitung sebagai irradiance yang diterima oleh permukaan sel surya tersebut. Nilai efisiensi biasanya dihitung pada kondisi standard (irradiance =  $1000 \text{ W/m}^2$ ,  $A_m$  1,5 dan temperatur  $25^\circ\text{C}$  rumus efisiensi umum terdapat pada persamaan (2.10) sebagai berikut

$$\eta = \frac{FF \times V_{oc} \times I_{sc}}{G} \quad (2.10)$$

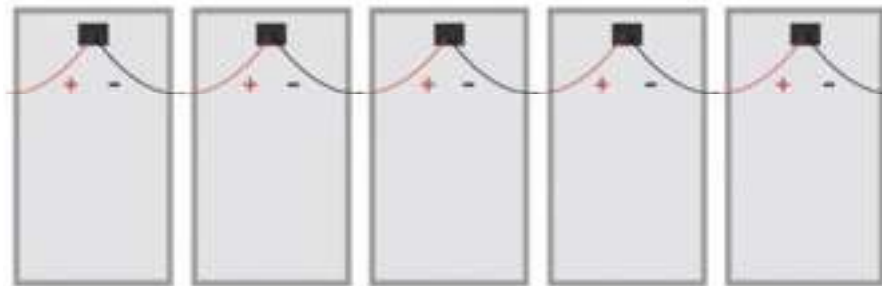
### 2.1.3. Modul Surya

Modul Surya merupakan komponen PLTS yang disusun dari sejumlah sel surya yang dirangkai secara seri maupun paralel, untuk meningkatkan tegangan dan arus listrik sesuai dengan keinginan tertentu dan disusun pada satu bingkai (frame) dan dilaminasi atau diberikan lapisan pelindung. Adapun tujuan disetiap rangkaian untuk menghasilkan tegangan setiap sel, sedangkan arus didesain sesuai dengan permukaan setiap sel pada modul surya tersebut.

Berikut setiap rangkaian yang terdapat didalam Modul surya tersebut dibagi dalam beberapa bagian yaitu:

#### a. Rangkaian Seri Modul surya

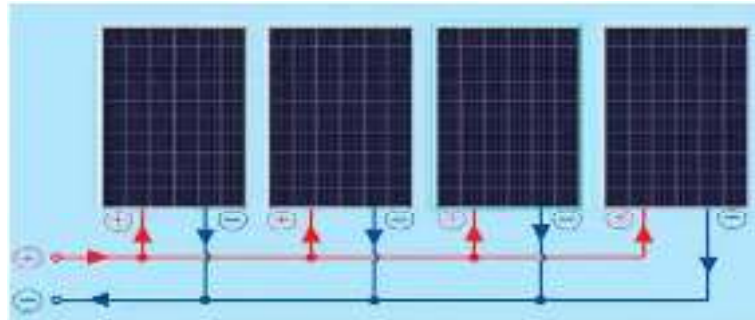
Rangkaian Seri Modul surya dapat digambarkan dengan cara menghubungkan kutub yang berbeda yaitu positif dan negatif dan Hasil dari rangkaian menghasilkan dari penjumlahan dari setiap tegangan dari setiap dengan arus dari setiap Modul bernilai tetap seperti pada gambar 2.5



Gambar 2.5 Rangkaian Seri Modul Surya

#### b. Rangkaian Pararel Modul surya

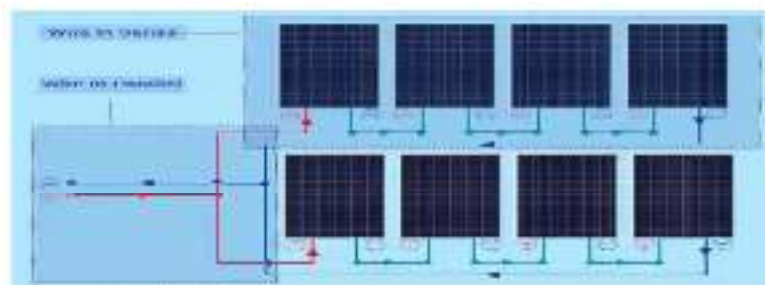
Rangkaian Pararel Modul surya dapat dari Hasil Rangkaian yang menghasilkan penjumlahan dari nilai arus dari setiap Modul tetapi nilai tetap dengan cara menghubungkan kutub yang sama yaitu negatif ke negatif dan positif ke positif yang terdapat pada gambar 2.6



Gambar 2.6 Rangkaian pararel Modul Surya

### c. Rangkaian Seri Pararel Modul surya

Rangkaian pada modul surya tersebut merupakan gabungan antara rangkaian pararel dan rangkaian seri pada modul tersebut dan hasil didapatkan dengan cara penjumlahan dari nilai arus setiap rangkaian paralel dan penjumlahan dari nilai tegangan setiap rangkaian seri dan berikut hasil dari rangkaian yang terdapat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Rangkaian Seri Pararel Modul Surya

### 2.1.4. Jenis – Jenis Modul Surya

Berikut Ini Jenis Jenis Modul Surya berdasarkan Teknologi pembuatannya adalah Sebagai berikut

#### 1. Monocrystalline Silicon

Salah satu Jenis Modul Surya yang terbuat silikon yang diiris tipis-tipis dengan menggunakan mesin. Irisan bisa menjadi lebih tipis dan juga karakteristiknya identik karena penggunaan mesin potong ini.

Jenis Modul Surya ini merupakan salah satu jenis modul surya yang paling efisien digunakan dikarenakan dapat menyerap cahaya ketimbang jenis modul surya lainnya. Efisiensi konversi cahaya matahari menjadi listrik yang dimiliki oleh bahan modul surya ini adalah sekitar 15%-20% Jumlah ini merupakan salah satu jumlah yang cukup besar jika dibandingkan dengan bahan penyusun sel surya yang lain meski dengan ukurannya sama.

oleh karena itu harga Modul surya monocrystalline lebih mahal daripada jenis modul surya lainnya, bisa disimpulkan bahwa jenis modul surya ini apabila temperatur lebih tinggi daripada jenis modul surya lainnya pada lingkungan yang sama, maka akan terjadi penurunan performa pada jenis Modul surya Monocrystalline tersebut.

Sayangnya pada jenis modul surya monocrystalline tersebut memiliki kelemahan potongan dari setiap sel suryanya berupa segi empat atau bulat. Sehingga apabila disusun bersama sel surya yang lainnya akan membentuk ruang kosong tentu saja hal ini akan mengurangi kerapatan sel surya yang apabila disusun pada skala besar menimbulkan ruang sisa tidak berguna yang cukup banyak. Dan juga Modul Surya jenis akan mengalami penurunan performa apabila cuaca yang berawan dan mendung dan berikut karakteristik gambar (2.8) pada Jenis Modul Surya tersebut.



Gambar 2.8 Monocrystalline

## 2. Polycrystalline

Jenis Modul Surya terbuat dari beberapa batang kristal silikon yang dilebur kemudian dituang dalam cetakan yang umumnya berbentuk persegi. Biasanya jenis Modul ini memiliki kelebihan dari segi susunannya yang lebih rapi dan lebih rapat. Untuk cirinya, biasanya Modul surya ini memiliki penampilan yang unik karena terkesan seperti ada retakan-retakan di dalam sel surya yang dimilikinya.

Kemurnian kristal silikon polycrystalline tidak setinggi monocrystalline sehingga efisiensinya sekitar 13 – 16 %. Tipe ini memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis monocrystalline untuk menghasilkan daya listrik yang sama. Dan modul surya yang satu ini juga memiliki kekurangan yang cukup mirip dengan monocrystalline silicon yang telah disebutkan sebelumnya. Modul surya polycrystalline memiliki kekurangan ketika digunakan pada daerah yang rawan dan sering mendung. Ketika diletakkan atau digunakan pada area seperti ini, maka efisiensi yang dimilikinya akan turun.

Selain itu, Modul surya jenis Polycrystalline mempunyai toleransi terhadap suhu yang rendah. Sehingga, dalam performanya, polycrystalline tidak menyerap panas dan suhu permukaan polycrystalline tidak panas dan dapat tetap bekerja secara maksimal.



Gambar 2.9 Polycrystalline

### 3. Thin Film

Jenis Modul Surya terbuat dari dengan menggunakan sel surya tipis yang dipasang pada lapisan dasar dengan struktur lapisan tipis mikrokrystal-silicon dan amorphous dengan efisiensi modul hingga 8.5%. Jenis Modul surya mudah dibentuk serta memiliki kerapatan atom yang sangat rendah dan dapat dikembangkan dengan berbagai bentuk dan

ukuran dan secara umum juga harga sangat murah apabila di produksi. dan modul surya ini sangat ringan dan tipis. Oleh sebab itu, Jenis Modul disebut dengan TFPV (Thin Film Photovoltaic) yang berfungsi sebagai menghasilkan daya listrik apabila pada saat berawan dan memiliki efisiensi dalam menampung daya listrik sebesar 45% daripada jenis modul surya lainnya.



Gambar 2.10 Thin Film

### 2.1.5. Panel Surya

Panel Surya merupakan gabungan dari beberapa modul surya yang di rangkai dalam bentuk seri atau paralel yang bertujuan untuk menghasilkan tegangan atau arus pada panel berikut yang menunjukkan berbagai macam rangkaian pada panel surya yang dijelaskan pada gambar 2.11



Gambar 2.11 Rangkaian Panel surya

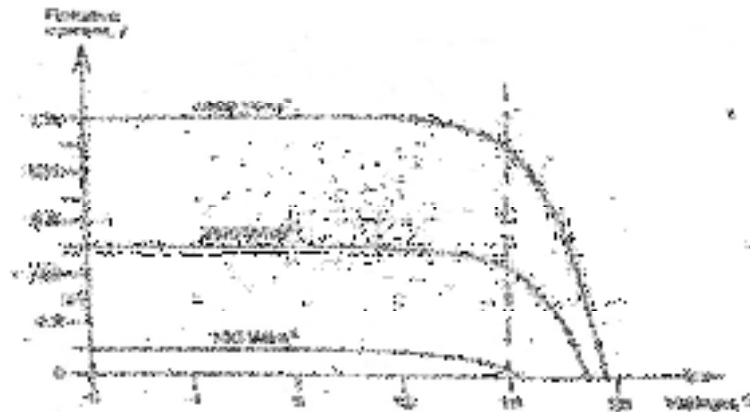
## 2.2 Faktor yang mempengaruhi Kinerja PLTS

Adapun Beberapa Faktor yang mempengaruhi Kinerja yaitu sebagai berikut:



## 1. Iradiasi

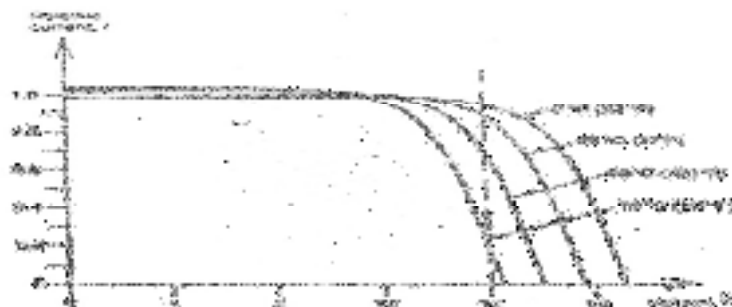
Intesitas cahaya mempengaruhi kurva antara arus dan tegangan pada kinerja PLTS tersebut. Faktor ini dapat dikatakan sebagai faktor utama yang mempengaruhi karakteristik listrik sebuah modul surya. Semakin tinggi iradiasi matahari maka daya yang dihasilkan modul surya akan meningkat, sebaliknya semakin rendah intensitas cahaya yang diterima oleh modul surya maka daya yang dihasilkan akan semakin rendah. Gambar (2.12) di bawah menjelaskan kurva pengaruh intensitas cahaya matahari terhadap arus dan tegangan pada modul surya.



Gambar (2.12) Kurva Arus dan Tegangan Pengaruh Intesitas Matahari (iradiasi) pada Kinerja PLTS

## 2. Suhu pada Solar panel

Dengan besar iradiasi cahaya yang sama, semakin tinggi suhu sel surya maka tegangannya semakin rendah sebaliknya jika suhunya semakin rendah maka tegangannya akan meningkat. Seperti yang terlihat pada gambar (2.13) dibawah, saat suhu naik diatas  $0^{\circ}\text{C}$ , tegangan hubung terbuka ( $V_{OC}$ ) semakin menurun.



Gambar (2.13) Pengaruh Suhu Sel Surya pada Kurva I-V dengan Besar Iradiasi  $1000\text{ W/m}^2$

### 3. Jenis Bahan Pembuat di dalam PLTS

Berikut yang menunjukkan perbandingan beberapa jenis menurut bahan penyusunnya yang tercantum di table dibawah ini.

Bahan Penyusunnya	Efisiensi Modul	Efek Suhu	Informasi Tambahan	
Monocrystalline	15%-20%	Kinerja menurun 10%-15% pada suhu tinggi	Teknologi sel tertua dan paling banyak digunakan	
Polycrystalline	13%-16%	Toleransi terhadap suhu Kurang dari monocrystalline	Sedikit silicon yang terbuang saat proses produksi	
Amorphous Silicon	6%-8%	Tahan terhadap suhu Ekstrem	Cenderung lebih tepatnya menurun kinerjanya dibandingkan sel surya crystalline	Ketersediaan sedikit di pasaran
Cadmium Telluride (CdTe)	9%-11%	Relatif sedikit Terpengaruh pada Kinerjanya		
Copper Indrum Gallium Selenide (CIS CIGS)	10%-12%			

Tabel 2.1 Perbandingan Jenis bahan pembuatannya

### 4. Kondisi Cuaca

Atmosfir bumi mengurangi radiasi matahari melalui proses pemantulan, penyerapan (oleh ozon, uap air, oksigen dan karbondioksida) dan penghamburan (oleh molekul-molekul udara, partikel debu atau polusi). Untuk cuaca yang cerah pada siang hari, intensitas radiasi yang mencapai permukaan bumi adalah  $1.000 \text{ W/m}^2$ . Nilai ini relatif terhadap lokasi. Jadi semakin cerah cuaca, maka daya listrik yang dapat dibangkitkan modul surya menjadi semakin tinggi.

## 5. Sudut Kemiringan Modul Surya

Radiasi matahari bervariasi berdasarkan pada garis lintang (latitude) dan deklinasi matahari selama setahun. Sudut kemiringan berpengaruh terhadap penerimaan radiasi matahari dipermukaan PV modul. PV modul hanya akan bekerja maksimal apabila mendapat sinar langsung dengan arah tegak lurus terhadap permukaan PV modul. Jika semakin jauh dari sudut tegak PV modul terhadap matahari maka tingkat penerimaan sinar matahari akan semakin rendah, karena bila sudut PV modul semakin miring terhadap arah datangnya sinar matahari maka sebagian besar sinar matahari akan memantul dari permukaan sel surya dan hanya sedikit foton yang diserap

### 2.3 Inverter

Inverter merupakan salah satu komponen pada system kinerja PLTS agar dapat menghasilkan daya yang dapat dikonsumsi oleh beban yang ada. dan juga Inverter juga berfungsi untuk mengubah arus listrik DC pada PLTS, Intermittent pada PLTS, menjadi AC untuk suplai ke arah beban. Berdasarkan karakteristik dari performa, inverter untuk PLTS Stand Alone dan PLTS terhubung dengan jaringan PLN (Grid-Connected) memiliki perbedaan, yaitu:

- a. Pada PLTS stand alone inverter mampu mensuplai tegangan AC yang tetap pada produksi energi listrik dari modul yang bervariasi dan beban yang tanggung.
- b. Pada PLTS Grid Connected inverter dapat menghasilkan kembali tegangan yang sama persis dengan tegangan jaringan pada waktu yang sama, untuk mengoptimalkan dan memaksimalkan keluaran listrik yang dihasilkan oleh modul surya

#### 2.3.1. Jenis – Jenis Inverter

Ada Beberapa Jenis – jenis Inverter berdasarkan penggunaan adalah sebagai berikut:

##### 1. Inverter Mandiri

Inverter Mandiri merupakan Inverter yang digunakan untuk mengubah arus DC ke Arus AC tanpa terhubung pada jaringan PLN. Jenis inverter ini biasa digunakan untuk keperluan rumah walaupun tidak memiliki fitur yang canggih untuk meningkatkan efektivitas dalam kinerja, akan tetapi tetap cocok pada system PLTS Berikut cara kerja Inverter Mandiri adalah:

- a. Panel surya menghasilkan listrik dan dialirkan ke solar charger controller (SCC)
- b. Arus SCC lalu dikirim ke baterai untuk disimpan
- c. Baterai mengalirkan arus listrik ke Inverter Mandiri
- d. Inverter Mandiri mengubah Arus DC menjadi Arus AC
- e. Arus Listrik AC kemudian dialirkan ke perangkat elektronik



Gambar (2.14) Inverter Mandiri

## 2. Inverter String

String Inverter merupakan jenis inverter yang digunakan untuk mengubah listrik DC ke AC dari beberapa modul surya yang dirangkai dalam satu output menuju inverter. Biasanya jenis inverter ini digunakan di rumah dan di sistem tenaga surya skala besar. Fungsi solar inverter ini akan mengubah energi listrik DC dari semua panel surya menjadi energi listrik AC untuk memenuhi kebutuhan listrik di dalam rumah.

Kelebihan dari string inverter ini adalah biaya yang lebih murah dan tahan lama serta mudah dalam perawatannya, karena pemasangan inverter yang mudah dijangkau. Sedangkan kelemahannya adalah ketika salah satu panel surya menurun kemampuannya karena cuaca berawan maka akan mempengaruhi output listrik yang dihasilkan panel surya lain dalam satu string. Dan berikut Cara kerja serta Manfaat beserta gambar (2.15) pada Inverter String sebagai berikut:

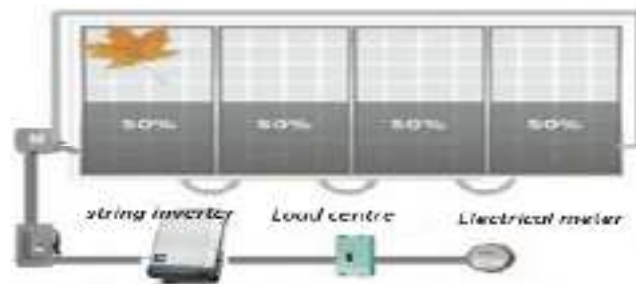
### Cara Kerja Inverter String

- a. Setiap string akan menghasilkan output listrik searah (DC)
- b. Setiap rangkaian terhubung ke satu inverter dimana listrik dari setiap string diubah dari DC menjadi listrik bolak-balik (AC)

- c. Arus AC dari string inverter dialirkan ke perangkat elektronik atau disimpan sebagian dayanya ke baterai surya

#### Manfaat Inverter String

- a. String inverter bisa jadi solusi yang efektif dan terjangkau jika memiliki banyak modul surya
- b. Inverter string paling cocok untuk atap dengan pencahayaan dari arah selatan yang seragam tanpa ada masalah bayangan
- c. Inverter string lebih murah karena membutuhkan sedikit peralatan



Gambar (2.15) Inverter String

### 3. Micro Inverter

Microinverter adalah inverter kecil yang terpasang pada setiap panel surya. Dalam sistem mikroinverter setiap panel surya menghasilkan listriknya sendiri, mengubahnya dari arus searah menjadi arus bolak-balik yang berfungsi untuk mengontrol output dari satu panel surya dan setiap mikroinverter yang dipasangkan pada dasarnya menciptakan sistem energi mandiri yang berdiri sendiri.

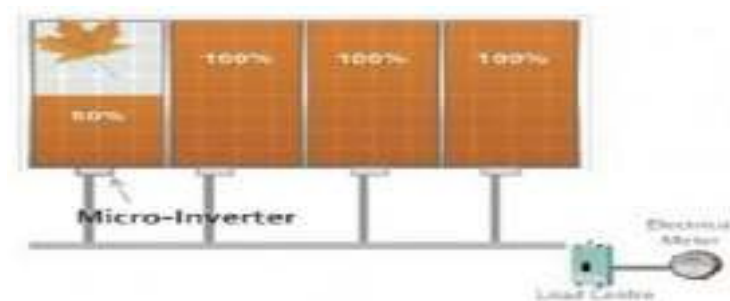
Berikut cara kerja dan Manfaat beserta gambar (2.16) Micro Inverter sebagai berikut:

## Cara kerja

- a. Setiap panel surya menerima sinar matahari lalu menghasilkan listrik searah (DC)
- b. Listrik arus DC dari setiap panel surya dialirkan ke microinverter melalui kabel
- c. Microinverter mengubah arus DC menjadi listrik bolak-balik (AC)
- d. Arus AC dari solar microinverter kemudian dikirimkan ke peralatan elektronik di rumah atau sebagian daya disimpan ke dalam baterai tenaga surya

## Manfaat Micro Inverter

- a. Bisa cepat mengetahui kerusakan dan melakukan perbaikan, karena lebih mudah untuk mengidentifikasi apakah solar panel atau mikroinverter tertentu yang rusak
- b. Inverter mikro dapat digunakan untuk membandingkan kinerja masing-masing solar panel daripada hanya mengevaluasi keseluruhan kinerja sistem PLTS saja
- c. Fitur mikro inverter dapat mengoptimalkan keseluruhan output dan memberikan peningkatan efisiensi pada setiap solar panel



Gambar (2.16) MicroInverter

## 2.4 Solar Charge Controller (SCC)

Solar Charge Controller merupakan Salah satu komponen pada system PLTS yang mengatur pengisian daya baterai pada tenaga surya tersebut agar tetap optimal dan memastikan sistem tenaga surya berjalan secara efisien dan aman untuk bertahun-tahun kedepan.

Solar Charge Controller menerapkan teknologi Pulse width modulation (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban. Bila baterai sudah penuh terisi maka secara otomatis pengisian arus dari solar cell akan berhenti dan dideteksi melalui monitor level tegangan baterai. Jadi,tanpa solar charge controller,baterai akan rusak oleh over-charging dan ketidakstabilan tegangan.

Berikut fungsi detail mengenai solar charge controller adalah sebagai berikut:

- a. Mengatur arus untuk pengisian baterai,menghindari overcharging,dan over voltage.
- b. Mengatur arus yang diambil dari baterai agar baterai tidak full charge dan overloading.
- c. Memonitoring temperatur baterai.

Solar Charge Controller dapat dilihat pada gambar (2.17) berikut ini.



Gambar (2.17) Solar Charge Controller

#### 2.4.1. Prinsip Kerja Solar Charge Controller

Berikut ini yang mendasari prinsip kerja dari Solar charge controller adalah sebagai berikut:

- a. Charging Mode

Charging Mode berfungsi untuk mengisi arus searah (DC) menuju ke baterai yang disuplai oleh PV yang bertujuan untuk menghindari over charging. Pada Proses ini energy listrik yang berarus searah (DC) dengan tegangan tertentu mengontrol pengisian baterai yang pada saat kosong, dan pada saat itu kegunaan solar charger controller akan mengisi daya baterai itu sampai penuh sedangkan pada saat baterai dalam kondisi penuh maka solar charger akan controller akan menghentikan proses akan mengatur berhentinya dalam proses pengisian terhadap baterai tersebut agar tidak mengalami yang namanya overcharge sehingga awet dalam pemakaian baterai tersebut. Dalam hal ini kondisi listrik yang tersuplai akan langsung distribusikan ke beban sesuai dengan kebutuhan beban. (Nasution 2016)

b. Load Operation Mode

Load operation mode berfungsi sebagai apabila pada saat penggunaan baterai disuplai ke beban arus DC dari baterai tersebut tidak bisa masuk ke panel surya dikarenakan ada proteksi dari diode yang berfungsi untuk melewatkan arus listrik DC dari panel surya ke baterai, bukan sebaliknya saat tegangan baterai pada saat keadaan kosong, maka solar controller charge berfungsi untuk menghentikan pengambilan arus listrik dari beban. Tujuannya agar menjaga dan mencegah kerusakan dari sel – sel pada baterai tersebut. Umumnya, kebanyakan Solar Charger Controller memiliki lampu indikator yang berfungsi untuk menunjukkan bahwa baterai dalam proses charging.

c. Memonitoring Sistem PLTS

Biasanya kemungkinan ada beberapa tipe Solar Charger Controller yang sudah memiliki digital dengan indikator yang lengkap sehingga dapat memonitorkan kinerja system PLTS tersebut. yang bertujuan agar Solar Charger Controller pada saat rangkaian jenisnya seri ketika baterai dalam kondisi penuh maka akan menonaktifkan arus lebih lanjut. Sedangkan pada saat rangkaiannya jenis shunt pada saat kondisi baterai dalam keadaan penuh maka, kelebihan arus listrik akan mengalir ke beban shunt.

Solar Charger Controller dapat memonitoring temperatur suhu pada baterai agar tidak terjadinya over heating pada baterai tersebut. Dan beberapa Solar Charger



Controller dapat mengirimkan data melalui remote display untuk memonitoring listrik setiap saat.

## **2.5 Baterai**

Baterai merupakan komponen utama pada sistem PLTS off grid yang berperan penting sebagai penyimpan energi, energi yang disimpan pada baterai tersebut berfungsi sebagai cadangan pada saat panel surya tidak menghasilkan energi listrik selain itu tegangan keluaran ke system cenderung lebih stabil. pada panel surya tersebut energi yang dihasilkan dalam satuan Ampere hour (Ah) yang digunakan untuk mengisi baterai. Pada umumnya, baterai yang digunakan pada PLTS mempunyai tegangan nominal sebanyak 12 volt, 24 volt, 36 volt dan untuk PLTS terpusat tegangan baterai minimal 48 volt.

### **2.5.1. Fungsi Baterai**

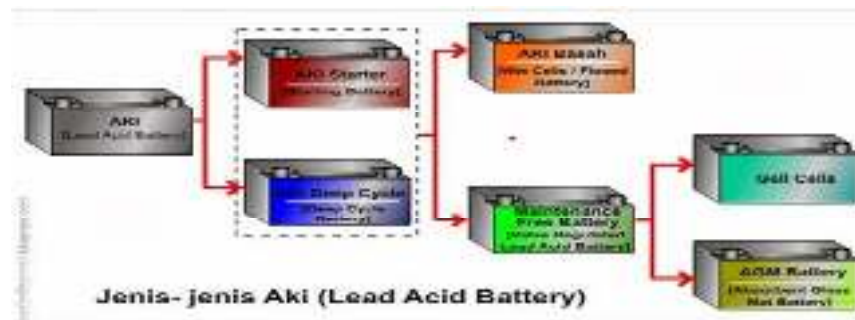
Pada sistem nya fungsi baterai untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan pada panel surya saat adanya cahaya matahari dan mengeluarkan energi listrik pada beban tersebut pada saat tidak ada cahaya matahari. Normalnya, pada saat malam hari baterai tersebut di gunakan akan tetapi apabila pada saat siang hari cuaca tidak mendukung (tidak ada sinar matahari) tidak memenuhi kebutuhan beban maka, kegunaan baterai untuk memenuhi kebutuhan listrik pada beban tersebut. Pada saat pengeluaran energi pada beban tersebut akan di pulihkan pada saat pengisian modul surya tersebut. Adapun tujuan penting baterai pada sistem PLTS tersebut sebagai berikut:

1. Menyalurkan energi listrik pada sistem PLTS pada saat energi tidak disediakan pada panel surya
2. Menyimpan kelebihan energi listrik pada sistem PLTS tersebut pada saat energi tersebut di produksi oleh panel surya.

Dikarenakan pada sistem PLTS apabila tidak ada cahaya matahari maka, arus dan tegangan mengalami sebuah penurunan dan tidak adanya konsumsi energi pada baterai tersebut dan sistem akan kehabisan energi. Dalam mencegah terjadinya kerusakan pada sistem tersebut dikarenakan oleh baterai tersebut dilakukan lah dimana sistem operasi pada PLTS tersebut dilakukan secara mandiri dalam menjamin pengisian dan pengeluaran yang baik pada baterai tersebut.

## 2.5.2. Jenis Baterai

Secara umumnya, baterai diterbagi atas dua bagian jenis baterai pada sistem PLTS tersebut yang memiliki komponen yang sama dibedakan antara jenis elektrodanya yaitu: *Lead acid battery* (AKI) dan *nickel cadium battery*. Berdasarkan sturkturnya baterai dapat dibedakan menjadi *starting battery* dan *deep cycle battery* seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.18 dibawah ini



Gambar 2.18 Jenis – jenis Lead Acid Battery

Berikut adalah Jenis – jenis lead acid battery antara lain

### 1. Starting Battery

Starting battery merupakan jenis aki yang dirancang untuk menghasilkan energy listrik yang besar dalam waktu singkat sehingga dapat menyalakan mesin. Dalam hal ini, untuk menghidupkan mesin dibutuhkan arus listrik yang besar. Setelah mesin hidup aki akan beristirahat dengan di isi oleh dinamo sebagai alternator. Apabila aki tersebut sering digunakan maka, aki jenis starting tersebut tidak dapat dipakai lagi (rusak).

Konstruksi pada jenis aki ini terdapat adanya pelat tipis yang dirangkai secara paralel agar resistansi pada aki tersebut rendah dengan permukaan lebih luas sehingga dapat mengeluarkan arus listrik yang di butuhkan. Jenis Aki tersebut biasanya digunakan untuk menyalakan mesin seperti pada gambar 2.19



Gambar 2.19 Starting Battery

## 2. Deep Cycle Battery

Deep cycle battery merupakan jenis aki yang menghasilkan arus listrik yang stabil dalam waktu lama. Fungsi pada saat perancangan hampir sama dengan starting battery tersebut namun, pada siklusnya jenis aki ini tahan terhadap pengisian secara berulang. Aki deep cycle ini banyak pada peralatan yang menggunakan motor listrik misalnya kursi roda, forklift, dan mobil golf. Namun jenis aki ini dapat digunakan pada proyek energi alternatif untuk menyimpan arus listrik yang sangat besar seperti; Pembangkit Listrik Tenaga Surya, Pembangkit Listrik Tenaga Angin, dan Pembangkit Listrik Tenaga Air. Berikut jenis gambar 2.20 yang menggambarkan jenis aki tersebut.



Gambar 2.20 Aki Deep Cycle Battery

Terlepas dari dua bagian jenis aki tersebut, aki juga di golongkan sebagai berikut

### a. Flooded Lead Acid Battery (FLA)

Jenis aki disebut aki basah dikarenakan sel-sel di dalam aki harus terendam cairan elektrolit dan jika level cairannya kurang harus ditambah. Ciri-cirinya setiap sel ada

katup untuk pengisian cairan elektrolitnya berikut gambar 2.21 yang menjelaskan jenis aki basah



Gambar 2.21 Flooded Lead Acid Battery

b. Valve Regulated Lead Acid Battery(VLRA)

Jenis aki sering disebut sealed lead acid battery atau sealed maintenance free battery dikarenakan baterai ini tertutup rapat dan dilengkapi dengan sebuah valve atau katup, yang akan terbuka apabila tekanan gas hasil elektrolisis air melebihi suatu nilai tekanan tertentu untuk melepas gas keluar dari kotak dan berikut jenis aki Valve Regulated Lead Acid Battery yang terdapat pada gambar 2.22 dibawah ini



Gambar 2.22 Valve Regulated Lead Acid Battery

## 2.6 Optimasi Energi

Optimasi berasal dari kata optimal yang berarti suatu proses yang sudah ada dalam perancangan dan membuat sesuatu agar mendapatkan hasil yang maksimal atau nilai yang efektif didalam sebuah proses tersebut.

Jadi,Optimasi energi adalah proses sebuah evaluasi dalam menentukan sebuah desain,parameter,dan setting terhadap penggunaan sistem energi tersebut.Dalam hal ini,Tujuan optimasi ini adalah untuk memaksimalkan output dengan menggunakan sedikit

energi. sedangkan untuk nilai minimum dalam sebuah optimasi tersebut menyeimbangkan keperluan energi didalam sebuah pengeluaran terhadap energi tersebut.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Pendahuluan**

Metode penelitian ini yang digunakan adalah dengan penelitian yang terkait dengan **Optimasi Energi Baterai yang dihasilkan oleh Photovoltaic (PV) di PLTS Off-Grid 10**

**KWP Kedaireka Universitas HKBP Nommensen** dan pengumpulan data secara langsung di UHN Medan pada tanggal 05 Juni 2023 sampai dengan 12 Juni 2023 . Data yang telah terkumpul akan dianalisis dengan menggunakan metode statistik dan analisis kuantitatif. Analisis akan dilakukan untuk mengevaluasi karakteristik lokasi, efisiensi panel PV, performa baterai, untuk mengoptimalkan energi baterai.

### **1. Studi Literatur**

Langkah pertama yang dilakukan berupa studi literatur yang berguna untuk mengetahui hasil penelitian yang didapat dari penelitian terdahulu yang bertujuan sebagai referensi atau bahan acuan dalam Pembangkit Listrik Tenaga Surya yang di kerjakan.

### **2. Penentuan ruang Lingkup Penelitian**

Kemudian pada tahap selanjutnya Mendefinisikan parameter dan variable yang diukur dan di analisis dalam penelitian seperti kapasitas baterai,karakteristik panel surya,dan lain lain.

### **3. Mengevaluasi karakteristik lokasi**

Selanjutnya, melakukan tinjauan lokasi agar dapat mengetahui informasi mengenai data yang diambil setelah mendapatkan informasi tersebut di lakukan evaluasi terhadap lokasi tersebut apakah peneliti dapat mengambil data di lokasi tersebut atau tidak.

### **4. Melakukan Pengambilan data pengukuran**

Setelah melakukan evaluasi lokasi maka dilakukan pengambilan data pengukuran yang dimana peneliti akan mengambil data dilapangan yang terdiri dari energi pv,suhu,beserta energi pada baterai.Kemudian setelah selesai mengambil data pengukuran tersebut dilakukan perhitungan terhadap data yang dihasilkan pada saat pengambilan data yang terdiri dari efisiensi panel,efisiensi baterai dan kapasitas baterai. apabila ada kesalahan dalam pengambilan data pengukuran maka akan dilakukan pengambilan data ulang,jika tidak maka akan dilanjutkan dengan menganalisa data yang diukur.

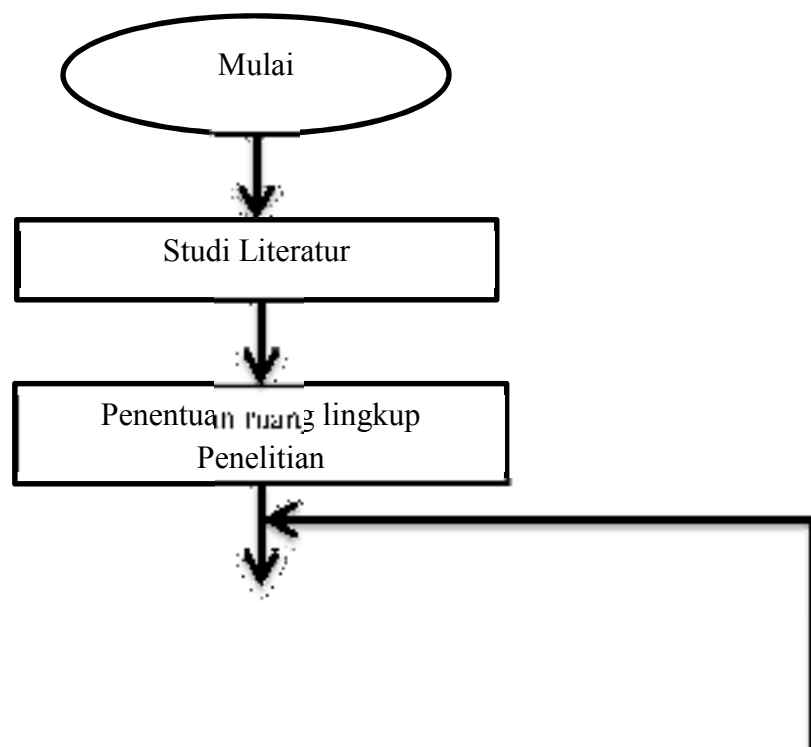
### **5. Menganalisa Data Pengukuran**

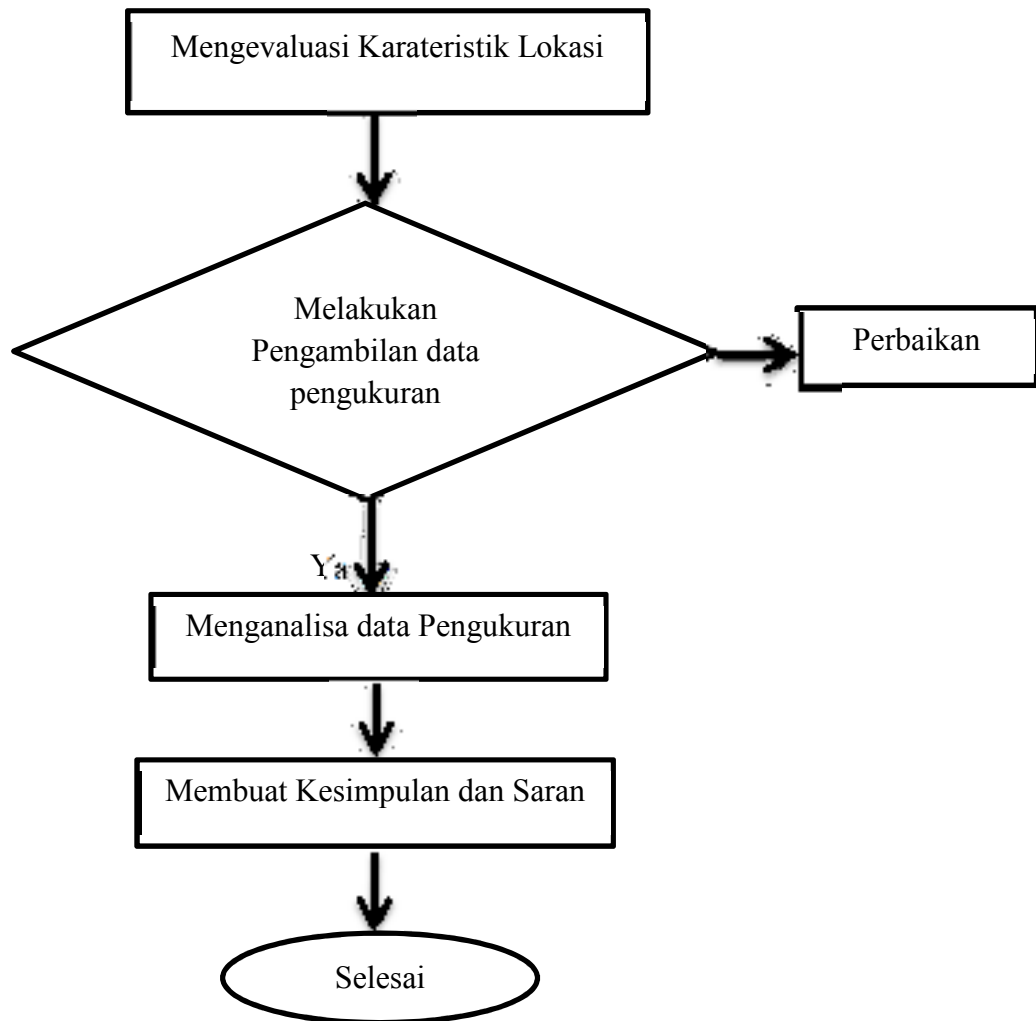
Kemudian setelah dilakukannya pengambilan dan perhitungan terhadap data tersebut.Di Analisiskan hasil data tersebut yang bertujuan untuk mengetahui seberapa Optimal energi yang baterai di hasilkan PV (Photovoltaic) beserta sebagai pengaplikasian sistem listrik di UHN Medan.

### **6. Kesimpulan dan Saran**

Setelah melakukan Penganalisaan dalam pengambilan data pengukuran, Peneliti dapat mengambil kesimpulan dan memberikan saran untuk pengembangan lebih lanjut terhadap hasil yang ditelitinya.

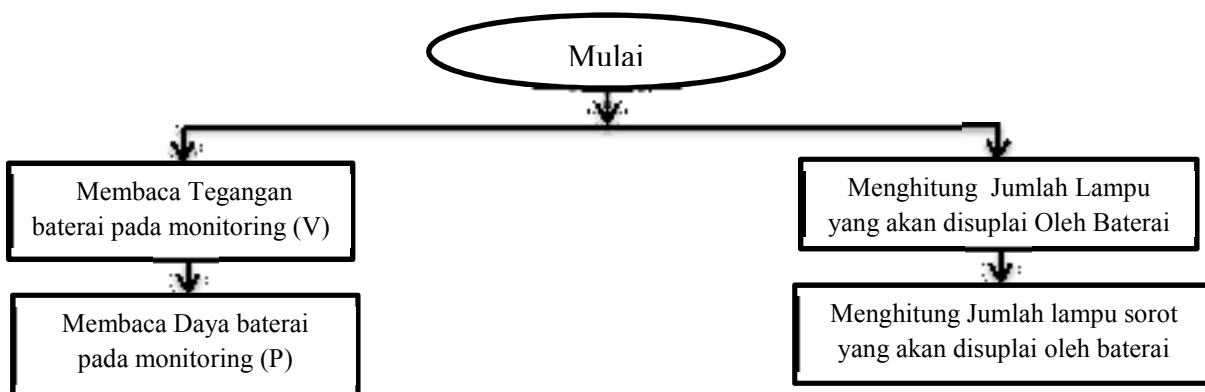
### Diagram Alir



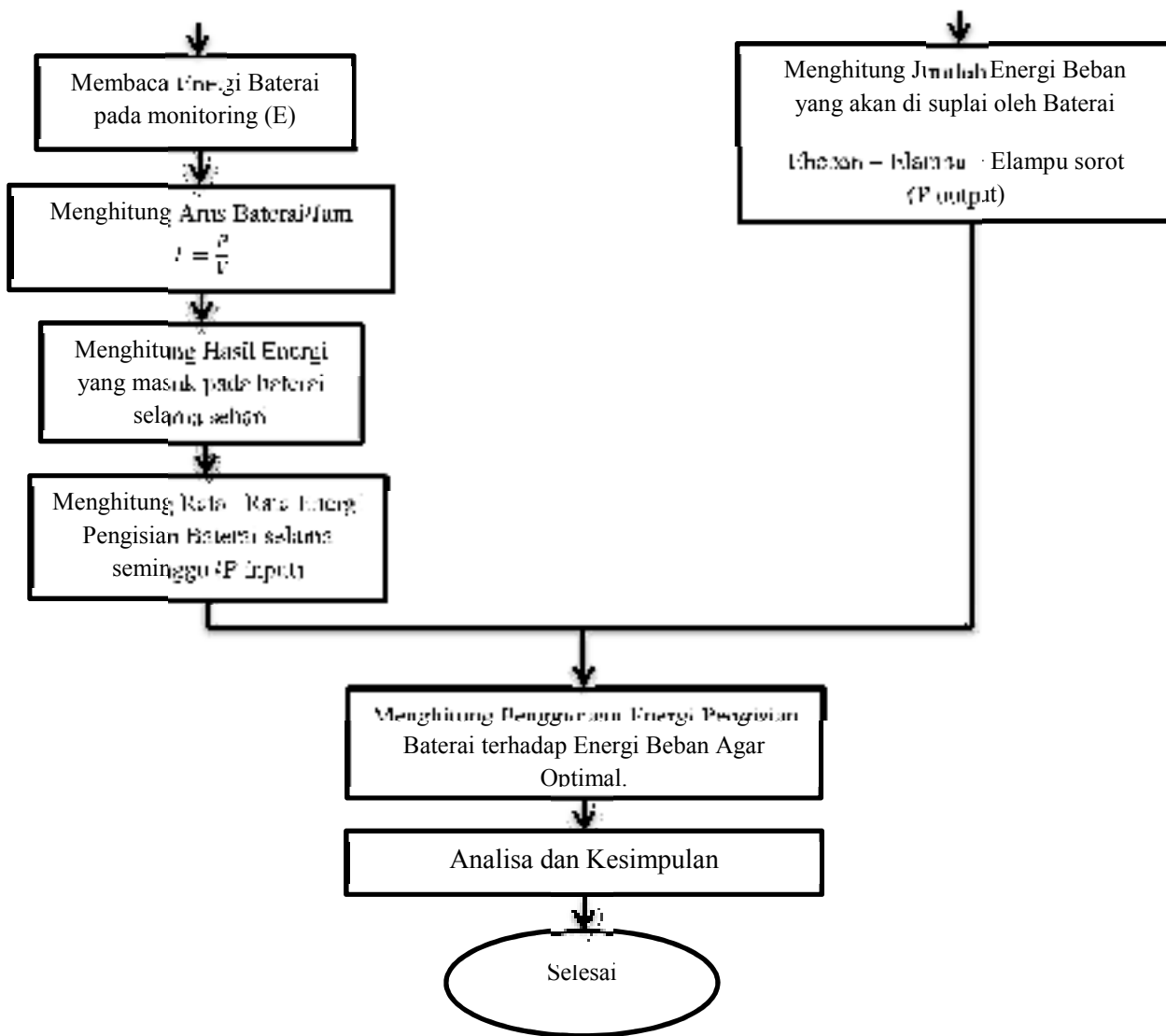


Gambar 3.1 Flowchart Tahap Penelitian

**Diagram Alir dalam Menentukan cara pengoptimalan energi Pengisian Baterai terhadap energi beban agar optimal dengan Aplikasi Virtuno6**





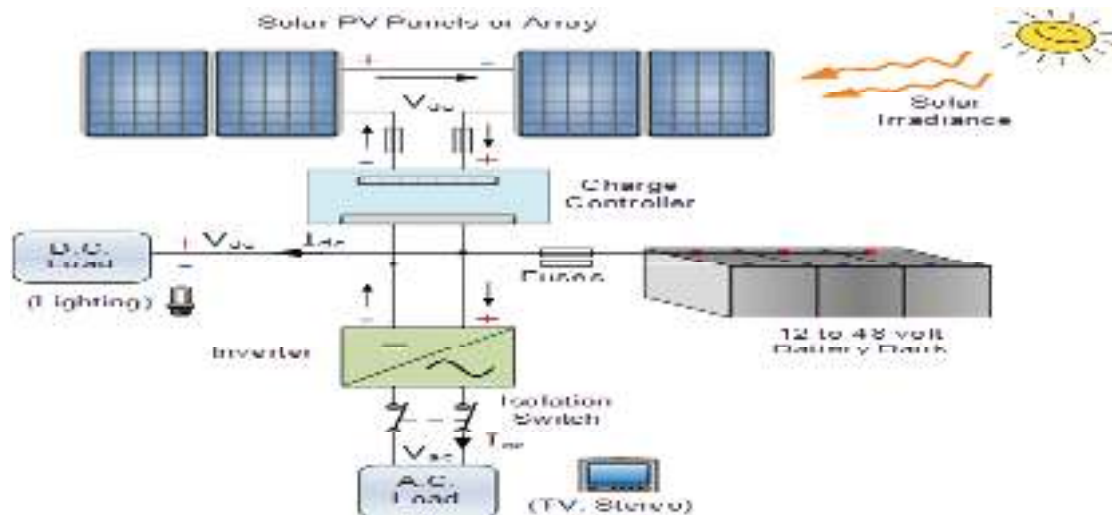


Gambar 3.2 Diagram Alir Cara Pengoptimalan Efisiensi Pengisian Baterai terhadap Energi Beban agar Optimal.

### 3.2.PLTS Riset Kedaireka Universitas HKBP Nommensen

Universitas HKBP Nommensen baru baru ini mendapatkan sebuah proyek yang bekerjasama dengan Kedaireka dari DIKTI,yang dimana DIKTI bekerjasama dengan PT.Wijaya Karya(WIKA) dalam hal membuat PLTS Off Grid yang berkapasitas keseluruhan 17 KWp yang dimana PLTS dibagi atas 3 titik dititik 1 berkapasitas 10 KWp,di titik 2 berkapasitas 5 KWp,dan di titik 3 berkapasitas 2 KWp.Dan adapun telah terlaksananya pembangunan pada PLTS tersebut pada bulan September 2022 sampai bulan Desember 2022 dan telah teralisasi

pembangunan PLTS tersebut. Tujuan Pembuatan PLTS ini adalah untuk mengurangi terjadinya pemanasan global dalam mengimplemtasikan sumber energi terbarukan di Universitas HKBP Nommensen.



Gambar 3.3 Skema PLTS Off-grid

Adapun yang mencakupi Skema pada PLTS Off – Grid tersebut antara lain sebagai berikut:

- a. Cahaya matahari atau Irradiance yang masuk menghasilkan tegangan keluaran, beserta Daya yang masuk pada panel dikonversikan menjadi energi yang dimana kemudian energi dari panel tersebut mengalir ke Solar Charge Controller.
- b. Dari Solar Charge Controller energi yang masuk dari panel ke inverter, Energi Beban Dc dan Baterai kemudian Inverter mengubah energi tersebut ke energi Beban Ac dan tersimpan ke baterai.

### 3.2.1. PLTS 10 KWp Nommensen

Dalam hal ini untuk meneliti PLTS Off grid yang berkapsitas 10 KWp perlu mengetahui ada apa saja yang berkaitan dengan PLTS tersebut berikut Komponen Komponen yang berada di dalam PLTS beserta gambar sebagai berikut

- a. Panel Surya
- b. Motor Penggerak (Autotracking) berjumlah 4 Buah Motor
- c. Inverter
- d. Baterai

- e. Struktur rangka
- f. Pengkabelan
- g. sensor



Gambar 3.4 PLTS 10 KWp

### 3.3. Spesifikasi Panel Surya

Dalam hal ini bahan bahan yang digunakan untuk system PLTS Off Grid, panel surya merek LONGI jenis Mono-crystalline yang berkapsitas 430 Wp Model LR4-72HPH-430M dibuat oleh Cina dan Panel berikut spesifikasinya:

Spesifikasi Panel Surya merek LONGI	
Daya Maksimum (Pmax)	430 W
Toleransi	$0 \pm 5$ W
Tegangan Maksimum (Vmp)	40.6 V

Arus Maksimum (Imp)	10.60 A
Open Circuit Voltage (Voc)	49.2 V
Short Circuit Current (Isc)	11.19 A
Maximum System Voltage	1500 V
Maximum Series Fuse Rating	20 A
Operating Temperature	-40°C <sup>+</sup> 85°C <sub>-</sub>
Application Class	Class A

Tabel 3.1 Spesifikasi Panel Surya LONGI

Adapun struktur dari susunan panel yang terdiri dari dua bagian dimana masing-masing bagian dipasang 12 panel secara seri-paralel dan terhubung secara terpisah pada dua sistem baterai.

### 3.4. Spesifikasi Inverter

Perihal dalam mengubah energi panas menjadi energi listrik pada panel ada pun yang menghubungkan dan mengontrol agar dapat energi tersebut dapat disimpan oleh baterai yaitu inverter yang dimana fungsi inverter mengubah tegangan DC (searah) menjadi tegangan AC (bolak balik) yang dimana perubahan tersebut dapat mengubah kecepatan arus AC tersebut dengan frekuensi output tersebut dan mengontrol energi yang disimpan menuju baterai dan berikut spesifikasi yang digunakan pada Inverter tersebut

Solar Inverter Charger	
Color	Gray and Orange
Operating Temperature Range	0 – 55°C
Inverter Mode	
Rated Power	5500 VA / 5500 W
DC Input	48 VDC, 127 A
AC Output	230 VAC, 50/60 Hz, 23.9A, 1φ
AC Charger Mode	
AC Input	230 VAC, 50/60 Hz, 38.5A, 1φ

DC Output	54 VDC
Max,Default	80A,30A
AC Output	230 VAC,50/60 Hz,23.9 A,1 $\phi$
Solar Charger Mode	
Rated Power	6000 W
Max Charger	110 A
Nominal Operating Voltage	240 VDC
Max Solar Voltage (VOC)	500 VDC
MPPT Voltage range	120 – 450 VDC

Tabel 3.2 Spesifikasi Inverter

### 3.5. Spesifikasi Baterai

Untuk menerima energi dalam sebuah kinerja PLTS tersebut perlu yang namanya sebuah penyimpanan. Penyimpanan tersebut disebut Baterai. Baterai merupakan menyimpan energi listrik yang dihasilkan pada panel surya saat adanya cahaya matahari dan mengeluarkan energi listrik pada beban tersebut pada saat tidak ada cahaya matahari. Baterai yang digunakan jenis AKI dengan golongan VRLA (Valve Regulated Lead Acid Battery) 200 Ah 12v merek mPower berikut gambar dan spesifikasinya.

Spesifikasi mPower Battery VRLA 200 ah 12 V	
Capacity	200 ah 12 V
Length	540 mm
Width	240 mm
Height	224 mm
Weight	65 Kg
Container Material	ABS

Tabel 3.3 Spesifikasi mPower Battery VRLA 200 ah 12 V



Gambar 3.5 mPower Battery VRLA 200 ah 12 V

Setelah mengetahui spesifikasi pada baterai tersebut dalam hal ini juga perlu mengetahui Jumlah dan Rangkaian penghubung apa saja baterai baterai tersebut. Jumlah baterai yang dipakai pada baterai dengan jumlah keseluruhan 16 baterai yang dimana pada jumlah keseluruhan baterai tersebut dibagi menjadi dua bagian menjadi 8 baterai dengan rangkaian yang dipakai pada baterai tersebut sama dengan yang dipakai pada panel tersebut yaitu rangkain seri paralel.dikarenakan energi cahaya yang di serap oleh panel tersebut menjadi energi listrik kemudian di simpan ke baterai tersebut

### **3.6. Motor Penggerak (Autotracking)**

Motor Penggerak merupakan alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik.Yang dimana motor penggerak tersebut sebagai autotracking yang dimaksud dengan autotracking merupakan suatu sistem yang dimana sistem tersebut dapat mengotrol pergerakan panel surya tersebut agar dapat sejajar dengan posisi matahari.Motor yang di pakai 4 motor yang masing masing motor berkekuatan 1 Hp (Horse Power) dan berikut gambar motor penggerak.



Gambar 3.6 Motor Listrik/Motor Penggerak

### **3.7. Penggunaan efektivitas pada baterai di PLTS 10 KWp**

Berikut Penggunaan efektivitas pada baterai di PLTS 10 KWp

#### **A. Energi yang diserap dari Matahari menuju baterai**

Dalam hal ini energi yang diserap matahari menuju baterai tidak serta merta dapat menghasilkan atau menyimpan energi tersebut ke dalam baterai yang dimana perlu proses dalam menyimpan energi tersebut yang dimana panel tersebut mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik kemudian dari setelah proses penyerapan energy tersebut ke panel kemudian energi tersebut mengalir ke inverter yang kemudian dari hasil tersebut di simpan ke baterai.

#### **B. Suplai yang di gunakan beban**

Dari proses penyerapan hingga penyimpanan energy pada baterai sehingga menghasilkan suplai dari suplai energi tersebut kemudian dialirkan ke beban yang beban energy yang dialirkan yaitu Lampu Penerangan, Autotracking, dan Monitor PLTS serta alat alat listrik lainnya yang dipasangkan pada PLTS tersebut.

### **3.8. Instrumentasi Pengambilan Data**

Instrumentasi dalam pengambilan data adalah alat bantu yang dipilih dan digunakan oleh penulis dalam kegiatan untuk mengumpulkan data agar kegiatan yang dilaksanakan menjadi sistematis.

Berikut Alat yang dipakai penulis dalam mengumpulkan dan mengolah sebuah data

1. Tang Meter / Clamp Meter

Tang Meter /Clamp Meter merupakan Instrumen untuk mengukur tegangan / kuat arus pada Konduktor seperti kabel.seperti pada gambar 3.7 dibawah ini



Gambar 3.7 Clamp Meter