

**TUGAS AKHIR**  
**DESAIN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA**  
**UNTUK PEMASANGAN INSTALASI LISTRIK PADA**  
***VILLAGE CHICKEN COOP***

*Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-tugas Dan Memenuhi Syarat-syarat  
Guna Mencapai Gelar Sarjana Teknik (ST)  
Program Studi Teknik Elektro*

Disusun Oleh:

SANDI PURNAWAN

1907220071



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**MEDAN**  
**2024**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Sandi Purnawan  
NPM : 1907220071  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul Skripsi : Desain Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Pemasangan  
Instalasi Listrik Pada Village Chicken Coop  
Bidang ilmu : Sistem Kontrol

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 26 April 2024

Mengetahui dan menyetujui:

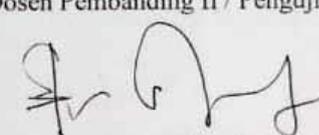
Dosen Pembimbing

  
Partaonan Harahap S.T.,M.T.

Dosen Pembanding I / Penguji

  
Ir. Abdul Azis Hutasuhut M.M.

Dosen Pembanding II / Penguji

  
Elvy Syahnur Nasution S.T.,M.Pd.

  
Program Studi Teknik Elektro

  
Faisal Irsan Nasaribu, S.T., M.T

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Sandi Purnawan  
Tempat / Tanggal Lahir : Medan, 07 September 2002  
NPM : 1907220071  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

**“Desain Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Pemasangan Instalasi Listrik Pada Village Chicken Coop”**

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 26 April 2024

Saya yang menyatakan



Sandi Purnawan

## **KATA PENGANTAR**

Dengan nama Allah yang maha pengasih lagi maha penyayang . Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “ Perancangan pembangkit tenaga surya untuk instalasi pada kandang ayam broiler closed house” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik , Universitas Muhammdiyah Sumatera Utara ( UMSU ), Medan. Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini , untuk itu penulis mengucapkan rasa terimakasih yang tulus kepada :

1. Orang tua saya yang telah mendukung saya dalam keadaan apapun untuk menuliskan studi tugas akhir ini.
2. Bapak Partaonan Harahap , S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar , S.T., M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammdiyah Sumatera Utara .
4. Bapak Faisal Irsan Pasaribu S.T., M.T. Selaku Ketua Proqram Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibu Elvy Sahnur Nasution , S.T., M.Pd. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak / Ibu Staff Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Teman-teman seperjuangan berikut : Tegar Asmara Dirgantara
8. Teman- teman seperjuangan Teknik Elektro Stambuk 2019
9. Teman- teman Asisten Laboratorium Dasar sistem kontrol Periode 2022-2023.

Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga Proposal Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan keteknik- elektro.

Medan, November 2023

SANDI PURNAWAN

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	3
1.1 Latar Belakang .....	3
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Ruang Lingkup Penelitian .....	5
BAB 2 .....	7
TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan .....	7
2.2 Landasan Teori .....	9
2.2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya( PLTS) .....	9
2.3 Komponen-komponen PLTS .....	13
2.3.1 Photovoltaic .....	13
2.3.2 Inverter.....	17
2.3.3 Panel Surya .....	19
2.3.4 Baterai.....	20
2.3.5 Solar Charger Controller.....	21
2.3.6 MCB ( <i>Miniature Circuit Breaker</i> ) .....	27
2.4 Kapasitas Komponen PLTS.....	31
2.4.1 Jumlah Panel Surya .....	31
2.4.2 Kapasitas Baterai .....	33
2.4.3 Kapasitas <i>Charge Controller</i> .....	33
2.5 Analisis Keekonomian.....	33
2.6 Biaya Energi ( <i>Cost of Energi</i> ) .....	35
2.7 Analisis Kelayakan Investasi .....	36
BAB 3 .....	38
METODE PENELITIAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

3.2 Alat dan Bahan .....	39
3.3 Diagram Alir.....	46
3.3.1 Keterangan.....	47
DAFTAR PUSTAKA.....	59

## **ABSTRAK**

Sebagai masyarakat menengah ke bawah yang berprofesi sebagai peternak ayam kampung menjadi tempat mencari nafkah, siang hingga petang. Sebagai manusia di era modern ini, Listrik menjadi kebutuhan yang sangat penting dalam melakukan segala hal, terlebih khusus dalam melakukan aktifitas di malam hari setiap orang sangat bergantung pada listrik, salah satunya butuh untuk penerangan agar dapat menyelesaikan pekerjaan secara efektif. Oleh sebab itu, penulis mengerjakan karya ilmiah ini dengan tujuan dapat merancang penerangan di peternak ayam kampung yang praktis, ekonomis, serta efisien, dengan menggunakan energi terbarukan atau PLTS. Selain itu juga penulis hendak memastikan bahwa di daerah peternakan cukup berpotensi untuk menggunakan PLTS sebagai media penerangan dengan rata-rata selama lima hari dari hasil perhitungan daya listrik pada solar cell selama lima hari sebesar 68 Watt. Didapatkan bahwa untuk komponen Floating Photovoltaic dengan beban 20 W yang digunakan selama 10 jam dibutuhkan baterai dengan kapasitas 20 Ah yang dapat diisi oleh panel dengan spesifikasi 50 Wp berjumlah 2 buah yang disusun parallel dengan Efisiensi panel 18.53%. Dengan rekomendasi kapasitas inverter 250 W dan komponen proteksi yaitu fuse berkapasitas 6,46 A dan 10 A dengan menggunakan system PLTS Off-Grid.

***Kata-kata kunci:*** Pembangkit Listrik Tenaga Surya, Baterai, SCC, Solar Cell

## **ABSTRACT**

*As a middle to lower class community whose profession is as a chicken breeder, this is a place to earn a living, day to night. As humans in this modern era, electricity has become a very important need in doing everything, especially in carrying out activities at night. Everyone is very dependent on electricity, one of which is needed for lighting in order to complete work effectively. Therefore, the author carried out this scientific work with the aim of designing lighting for free-range chicken farmers that is practical, economical and efficient, using renewable energy or PLTS. Apart from that, the author also wants to ensure that in livestock areas there is enough potential to use PLTS as a lighting medium for an average of five days from the calculation of the electric power on solar cells for five days of 68 Watts. It was found that for the Floating Photovoltaic component with a load of 20 W which is used for 10 hours a battery with a capacity of 20 Ah is needed which can be charged by a panel with a specification of 50 Wp in 2 units arranged in parallel with a panel efficiency of 18.53%. With a recommended inverter capacity of 250 W and protection components, namely fuses with a capacity of 6.46 A and 10 A using an Off-Grid PLTS system.*

**Key words:** *Solar Power Plant, Battery, SCC, Solar Cell*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 LATAR BELAKANG**

Penelitian ini adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya atau disingkat PLTS, sistem ini mampu mengubah energi matahari menjadi energi listrik, yang tergabung dalam beberapa komponen berupa panel surya (photovoltaic), pengecesan baterai (SCC) , Inverter, Baterai dan aksesoris lainnya, besar daya yang dihasilkan oleh alat ini tergantung dengan kondisi dimana Pembangkit Listrik Tenaga Surya tersebut dipakai, untuk meningkatkan kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya tersebut ,maka alat tersebut harus selalu menerima cahaya matahari.

Dengan keadaan dan posisi cahaya matahari yang berubah-ubah, mengakibatkan daya keluaran yang dihasilkan kurang maksimal. Indonesia sendiri mempunyai tata letak geografis yang jatuh tepat di titik garis khatulistiwa, sehingga matahari selalu mengitari Indonesia, akan tetapi masalah yang terjadi ialah posisi jatuhnya matahari kebumi terkadang ada di selatan, di utara, di timur dan di barat, karena hal tersebut menjadikan pengaruh yang besar terhadap pembangkit listrik tenaga surya untuk menghasilkan daya, arus dan tegangan yang optimal.

Beberapa upaya perlu dilakukan untuk mengoptimalkan daya keluaran listrik pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya, dengan meneliti sudut derajat kemiringan pada panel surya dengan sudut  $40^\circ$  dan  $50^\circ$  menghadap timur, selatan, utara dan barat dengan panel surya berdaya 100 Wp, daya yang terpasang pada kandang ayam boiler closed home sebesar 100 Watt, hal ini sangat kurang untuk peternak tersebut. Untuk itu saya mencoba pemasangan panel surya sebesar 200 Wp. Dengan daya sebesar 200 Watt. Luas lahannya 1 rante ( 20 x 20). Hal ini diharapkan dapat meningkatkan daya listrik keluaran dari sebelumnya, dan meningkatkan nilai efisiensinya.

Energi listrik adalah satu diantara keperluan yang sangat penting dalam aktivitas sehari-hari masyarakat. Karena pada dasarnya kehidupan manusia sangat membutuhkan energi listrik, tak hanya itu bukan manusia saja yang

memerlukan energi listrik tapi hewan juga memerlukan listrik, contohnya : ayam boiler, Energi listrik juga berperan penting karena dapat menghasilkan panas, sumber penerangan terkhususnya bagi masyarakat peternakan ayam boiler.

Adapun letak permasalahan yang sekarang dialami oleh masyarakat di sektor peternakan ayam boiler dan masalah utamanya adalah listrik. Listrik ini sangat membantu untuk memaksimalkan berkembangnya ayam boiler tersebut, terkhususnya pada kipas angin dan lampu sebagai penerangan yang sangat berperan penting untuk pertumbuhan ayam boiler. Ini menjadi salah satu alasan untuk membuat tugas akhir yang berjudul **“DESAIN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK PEMASANGAN INSTALASI LISTRIK PADA *VILLAGE CHICKEN COOP*”**

## **1.2 RUMUSAN MASALAH**

Berdasarkan latar belakang diatas, ditemukan beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya pada *Village Chicken Coop*?
2. Berapa daya output yang dihasilkan oleh PLTS pada *Village Chicken Coop*?
3. Bagaimana menganalisis perhitungan pemakai energy listrik?

## **1.3 TUJUAN PENELITIAN**

Dari rumusan masalah diatas dapat disimpulkan bahwa tujuan penelitian ini ialah:

1. Untuk mendapatkan perancangan PLTS
2. Untuk menganalisis besaran daya yang dihasilkan dari PLTS *Village Chicken Coop*.
3. Untuk menganalisis Pemakaian energi Listrik Tenaga Surya pada *Village Chicken Coop*.

#### **1.4 MANFAAT PENELITIAN**

Manfaat yang dapat diperoleh dalam penelitian ini yaitu :

1. Acuan desain teknis bagi masyarakat/pihak terkait.
2. Pengembangan pengetahuan penulis terhadap energi elektrik yang berbasis PLTS untuk peternakan ayam boiler.
3. Dapat menjadi referensi tambahan dalam pembuatan PLTS terhadap peternak ayam boiler tersebut.

#### **1.5 RUANG LINGKUP PENELITIAN**

1. Membangun sistem pembangkit listrik tenaga surya guna memanfaatkan teknologi terbarukan.
2. Melakukan analisa perhitungan peakaian energi dari pembangkit listrik tenaga surya.

#### **1.6 SISTEMATIS PENULISAN**

Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini diuraikan secara singkat sebagai berikut :

##### **BAB 1. PENDAHULUAN**

Pada bab ini menjelaskan tentang pendahuluan latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode penelitian, dan sistematis penulisan.

##### **BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini menjelaskan tentang tinjauan pustaka relevan, yang mana berisikan tentang teori – teori penunjang keberhasilan didalam masalah pembuatan tugas akhir ini . ada juga teori dasar yang berisikan tentang penjelasan dari dasar teori dan penjelasan komponen utama yang digunakan didalam penelitian ini.

##### **BAB 3. METODE PENELITIAN**

Pada bab ini menjelaskan tentang letak lokasi penelitian, fungsi- fungsi dari alat dan bahan penelitian, tahapan- tahapan yang dilakukan dalam pengerjaan, tata cara dalam pengujian dan struktur dari langkah- langkah pengujian.

##### **BAB 4. ANALISA DAN HASIL PENELITIAN**

Pada bab ini menjelaskan tentang analisis hasil dari penelitian , serta penyelesaian masalah yang terdapat didalam penelitian ini.

## **BAB 5. PENUTUP**

Pada bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dari penelitian dan saran- saran positif untuk pengembangan penelitian ini.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka Relevan**

Ayam broiler merupakan jenis ayam hasil dari budidaya teknologi peternakan yang memiliki ciri khas pertumbuhan yang cepat, sebagai penghasil daging dengan konversi pakan yang rendah dan siap dipotong pada usia 28-45 hari. Dalam beternak ayam yang perlu diperhatikan antara lain pemberian pakan ayam yang seimbang dan suhu kandang ayam yang sesuai. Broiler memiliki kelebihan dan kelemahan. Kelebihannya adalah dagingnya empuk, ukuran badan besar, bentuk dada lebar, padat, dan berisi serta pertumbuhannya yang relatif cepat. Sedangkan kelemahannya adalah memerlukan pemeliharaan secara intensif dan cermat, relatif lebih peka terhadap suatu infeksi penyakit dan sulit beradaptasi. (Teknik & Elektro, 2020)

Salah satu sumber protein hewani yang dibutuhkan oleh masyarakat di Indonesia adalah ayam broiler atau yang biasa disebut ayam pedaging. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) tingkat konsumsi daging ayam per kapita/tahun di Indonesia setiap tahun mengalami peningkatan yaitu pada tahun 2016 sebesar 5,11 kg bertambah menjadi 5,68 kg pada tahun 2017. Ayam broiler mempunyai tingkat pertumbuhan yang cepat, dada lebar dan akumulasi daging yang banyak. Sehingga peternakan ayam broiler merupakan peternakan yang potensial di Indonesia (Oktavia et al., 2021). Performa produksi ayam broiler juga dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor genetik, faktor manajemen dan faktor lingkungan. Bibit unggul yang telah mengalami kawin silang dan seleksi ketat akan memberikan produktivitas yang lebih maksimal apabila didukung dengan lingkungan ternak yang nyaman (comfort zone) (Oktavia et al., 2021).

Hasil penelitian (Marom et al., 2017) Kandang merupakan salah satu penentu keberhasilan dalam beternak. Apalagi dengan adanya suhu di Indonesia yang tidak sesuai dalam pertumbuhan ayam broiler. Ayam broiler dapat tumbuh dengan optimal pada temperatur suhu 19 – 21 °C, sedangkan suhu di Indonesia dapat mencapai 33-35 °C pada musim kemarau. Jenis

kandang ayam broiler berdasarkan tipe dinding (ventilasi) dapat dibedakan menjadi kandang open house dan kandang closed house. Sistem kandang open house merupakan kandang yang dindingnya terbuka biasanya terbuat dari kayu atau bambu. Sedangkan tipe closed house, dindingnya tertutup dan biasanya terbuat dari bahan permanen dengan penggunaan teknologi tinggi. Sehingga, close house mempunyai ventilasi yang baik yakni mampu mengurangi dampak dari tingginya kelembaban udara, dengan memanfaatkan efek “wind chill” dalam kandang. (Marom et al., 2017)

Menurut Harahap dkk (2023) Kebutuhan energi listrik saat ini merupakan suatu hal yang sangat penting bagi manusia. Energi listrik saat ini masih menggunakan bahan bakar fosil. Indonesia merupakan negara tropis sehingga mempunyai kelebihan sinar matahari. Pemanfaatan sinar matahari dapat digunakan untuk pembangkit listrik tenaga surya, pembangkit listrik tenaga surya merupakan salah satu energi terbarukan dimana pemanfaatan cahaya matahari bisa diubah menjadi energi listrik. Intensitas cahaya matahari dan keadaan cuaca dapat mempengaruhi tegangan dan arus listrik yang dihasilkan dari panel surya. Besarnya nilai daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya 100 Wp sangat dipengaruhi oleh faktor kondisi cuaca, rata-rata pengujian mendapatkan tegangan dan arus maksimum sebesar 13,41 V dan 4,60 dengan rata-rata tegangan dan arus sebesar 12,7 V dan 2,7 A Pengujian ini diambil saat cuaca kurang maksimal sehingga watt peak yang dihasilkan hanya mencapai 74,5 Wp. Untuk beban alat tersebut dalam penggunaan 24 jam memerlukan daya sebesar 392 watt. Diharapkan kepada Mitra peternak ayam Kecamatan Percut Sei Tuan, kabupaten Deliserdang mampu mengaplikasikan teknologi PLTS untuk meningkatkan hasil produksi ternak ayam (Partaonan Harahap et al., 2023).

Menurut penelitian (Fattah et al., 2023) Pemeliharaan broiler menggunakan kandang closed house lebih unggul dibandingkan dengan kandang open house.

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) pada dasarnya adalah pencatu daya (alat yang menyediakan daya), dan dapat dirancang untuk mencatu kebutuhan listrik yang kecil sampai dengan yang besar. Pada siang hari panel surya menerima cahaya matahari yang kemudian diubah menjadi listrik melalui proses *photovoltaic*. Energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya dapat disalurkan ke beban atau disimpan dalam baterai sebelum digunakan ke beban. Konversi ini terjadi pada panel surya yang terdiri dari sel-sel surya. PLTS memanfaatkan cahaya matahari untuk menghasilkan listrik DC (*Direct Current*), yang dapat diubah menjadi listrik AC (*Alternating Current*). (Pedaging et al., n.d.)

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) pada saat ini sedang banyak dimanfaatkan karena dapat digunakan untuk berbagai keperluan sehari-hari dalam memenuhi kebutuhan energi listrik. Memanfaatkan energi dari matahari, panel surya kemudian mengonversinya menjadi energi listrik. Kebutuhan akan energi listrik terus meningkat setiap tahun, untuk mengatasi hal tersebut perlu mencari sumber energi alternatif, salah satunya pembangkit listrik tenaga surya. Energi ini telah banyak digunakan dalam berbagai tempat seperti tempat tinggal, perkantoran, penerangan lampu jalan, pabrik, dan lainnya. Perkembangan ini perlu ditingkatkan dan dikaji lebih lanjut, agar dapat lebih bermanfaat terutama dalam budidaya peternakan ayam boiler (G. Santoso et al., 2021). Sistem energi listrik yang menggunakan PLTS ini menjadi sumber energi yang ramah lingkungan. Selain itu, sistem PLTS ini sangat diminati karena sinar matahari mudah didapatkan di Indonesia yang merupakan negara tropis di mana matahari menyinari wilayah Indonesia hampir sepanjang tahun.

Menurut (Partaonan, 2019) Pembangkit Listrik Tenaga Listrik (PLTS) adalah perkembangan teknologi energy surya yang terjangkau, tidak habis, dan bersih akan memberikan keuntungan jangka panjang yang besar, pada saat ini sudah banyak yang memanfaatkan panel surya sebagai pembangkit

listrik mandiri tanpa harus bergantung sepenuhnya pada PLN, setiap tahun kebutuhan akan energi listrik di dunia akan mengalami pertumbuhan.

Sebagai suatu teknologi yang mampu untuk membangkitkan tenaga listrik tanpa menggunakan bahan bakar dengan biaya pembangkitan yang relatif tinggi, maka PLTS merupakan suatu alternatif untuk diterapkan pada wilayah terpencil yang tidak mempunyai potensi energi lainnya. Pengembangan PLTS mempunyai kendala atau masalah. (Boedoyo, 2013)

Adapun keuntungan menggunakan PLTS di Indonesia adalah sebagai berikut:

1. Bebas polusi udara
2. Dapat ditempatkan ditempat pelosok
3. Bisa dipakai dijangka waktu yang panjang
4. Sumber energi yang mudah tersedia
5. Tidak memerlukan sistem transmisi yang ribet

Selain itu, ada pula kekurangan dalam menggunakan PLTS di Indonesia, adalah sebagai berikut :

1. Biaya/harga pengadaan PLTS yang cukup mahal
2. Panel surya tidak dapat menghasilkan listrik pada malam hari. Oleh karena itu, teknologi ini memerlukan unit penyimpanan daya atau accu.
3. Pengembangan PLTS memerlukan operasional, perawatan, perbaikan dan penyediaan suku cadang termasuk accu yang cukup sulit untuk wilayah terpencil.

PLTS adalah salah satu pembangkit listrik yang sangat sederhana dan mudah dipasang di rumah, sehingga PLTS merupakan salah satu sarana untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan listrik yang sangat ramah lingkungan karena memanfaatkan sinar matahari. PLTS sering juga disebut Solar Photovoltaic, atau Solar Energy. Cahaya matahari merupakan salah satu sumber energi alternatif yang potensial dan mempunyai prospek cukup besar untuk dikembangkan, karena matahari tidak akan pernah habis dan dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik. Di Riau, waktu matahari dengan intensitas yang cukup berkisar 12 jam per hari.

Untuk memanfaatkan energi matahari sebagai sumber energi listrik II-2 dibutuhkan devais untuk mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik yang disebut sel surya (*solar cell*), berupa semikonduktor. Pembangkit listrik dengan menggunakan solar cell ini sangatlah efisien karena tidak memerlukan keahlian khusus untuk pemasangan, pengoperasian dan pemeliharaan. Dengan kapasitas yang relative kecil penggunaan pembangkit ini bias digunakan untuk beban lampu atau listrik yang dihasilkan dapat dijadikan listrik cadangan misalnya beban penerangan (*emergency lamp*) skala kecil pada saat terjadi pemadaman listrik oleh pembangkit konvensional. Namun disamping itu juga diperlukan perencanaan dan perhitungan yang tepat agar listrik yang akan dihasilkan nantinya sesuai dengan kapasitas *solar cell* yang kita miliki.

PLTS pada dasarnya adalah pencatu daya (alat yang menyediakan daya), dan dapat dirancang untuk mencatu kebutuhan listrik yang kecil sampai dengan besar, baik secara mandiri, maupun dengan Hybrid (dikombinasikan dengan sumber lain, seperti PLTS-genset, PLTS microhydro, PLTS-Angin), baik dengan metoda desentralisasi (satu rumah satu pembangkit) maupun dengan metoda sentralisasi (listrik didistribusikan dengan jaringan kabel) Banyaknya potensi alam indonesia yang dapat di manfaatkan di untuk di jadikan energi terbarukan, contohnya dari beberapa sektor yang telah di jalankan diantaranya adalah tenaga surya, tenaga panas bumi, mikrohidro dan tenaga angin yang umumnya di gunakan di daerah pinggir pantai yang memiliki angin yang cukup kencang. Dari beberapa jenis energi terbarukan tersebut yang umum di gunakan di indonesia adalah pemanfaatan sel surya, pada umumnya sel surya di gunakan sebagai energi cadangan saat terjadi gangguan dari PLN, pemanfaatannya sebagai energi cadangan saat terjadi keadaan darurat.



Gambar 2.1 Pengaplikasian PLTS

Berdasarkan data yang di dapat penyinaran matahari yang di kumpulkan dari 18 lokasi di indonesia, data menunjukkan bahwa radiasi di indonesia dapat di golongan berturut-turut dari kawasan barat dan timur di indonesia dengan distribusi penyinaran:

1. Kawasan barat indonesia (KBI) = 4.5 kWh/m<sup>2</sup>.hari, variasi bulanan sekitar 10%.
2. Kawasan timur indonesia (KTI) = 5.1 kWh/m<sup>2</sup>.hari, variasi bulanan sekitar 9%
3. Rata-rata indonesia = 4.8 kWh/m<sup>2</sup>.hari, variasi bulanan sekitar 9% Hal ini mengisyaratkan bahwa:
  1. Radiasi sinar matahari merata sepanjang tahun.
  2. Kawasan indonesia timur memiliki penyinaran yang lebih baik.

Energi surya ini dapat di manfaatkan dengan tiga cara seperti energi surya *fotovoltaic*, surya termal dan CSP.

a. *Fotovoltaic*

Merupakan sejumlah yang di rangkai secara seri dan paralel, yang berfungsi untuk meningkatkan tegangan dan arus yang dihasilkan sehingga cukup sistem catu daya beban. Komponen utama surya potovoltaic adalah modul yang merupakan unit rakitan beberapa sel surya potovoltaic, secara pabrikan bisa menggunakan bisa menggunakan kristal dan thin film.

b. *Concentrated solar power (CSP)*

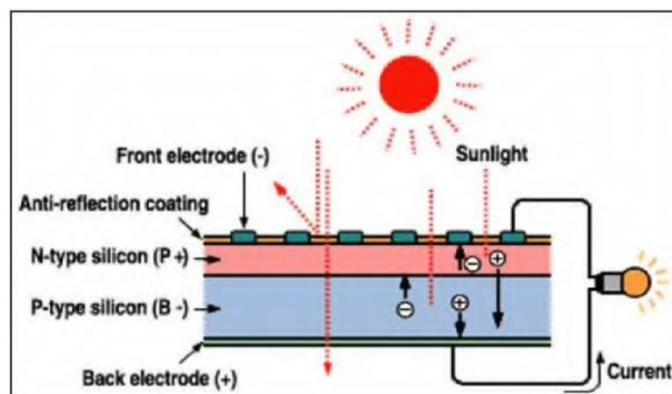
Cara kerja *concentreted solar power* adalah, menggunakan cermin dan lensa memfokuskan area sinar matahari yang luas ke area yang kecil. Listrik yang

di peroleh saat terkonsentrasi cahaya yang di ubah menjadi panas, yang menggerakkan mesin panas (turbin uap)(H Kara, 2014).

## 2.3 Komponen-komponen PLTS

### 2.3.1 Photovoltaic

*Photovoltaic* adalah piranti semi konduktor yang dapat merubah cahaya secara langsung menjadi arus listrik searah (DC) dengan menggunakan kristal silikon (Si) yang tipis. Pada dasarnya sel surya *photovoltaic* merupakan suatu dioda semi konduktor yang bekerja dalam proses tak seimbang dan berdasarkan efek *photovoltaic*. Sel surya *photovoltaic* terdiri dari sambungan bahan semikonduktor bertipe *p* dan *n* (*p-n junction semiconductor*) yang jika terkena sinar matahari maka akan terjadi aliran elektron. Aliran elektron inilah yang disebut sebagai aliran arus listrik. Semikonduktor tipe *n* merupakan semikonduktor yang memiliki kelebihan elektron sehingga kelebihan muatan negatif. Sedangkan semikonduktor tipe *p* memiliki kelebihan hole sehingga kelebihan muatan positif. Dalam proses tersebut sel surya menghasilkan tegangan 0,5 – 1 volt tergantung intensitas cahaya dan jenis zat semikonduktor yang dipakai. Sementara itu intensitas energi yang terkandung dalam sinar matahari yang sampai ke permukaan bumi besarnya sekitar 1.000 watt. Namun dikarenakan daya konversi energi radiasi menjadi energi listrik baru mencapai 25% maka produksi listrik maksimal yang dihasilkan sel surya baru mencapai 250 Watt/m<sup>2</sup>.(Roger A. Messenger, 2010)

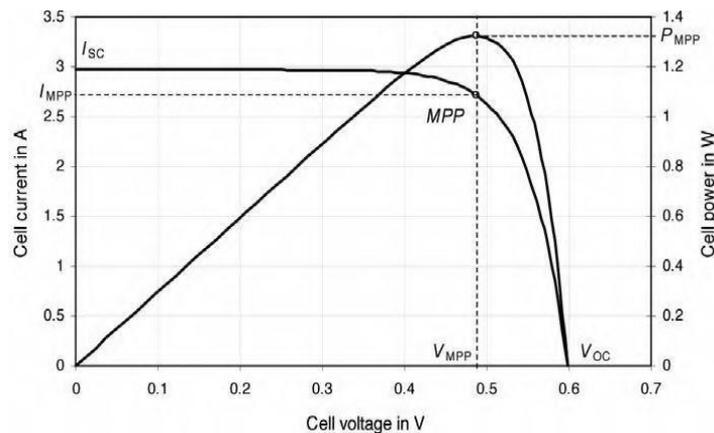


Gambar 2.2 Ilustrasi Proses Terjadinya Listrik Pada Sel *Photovoltaic*

Total pengeluaran listrik (Watt) dari sel *photovoltaic* adalah sama dengan tegangan (V) operasi dikalikan dengan arus (I) operasi. Tegangan serta arus

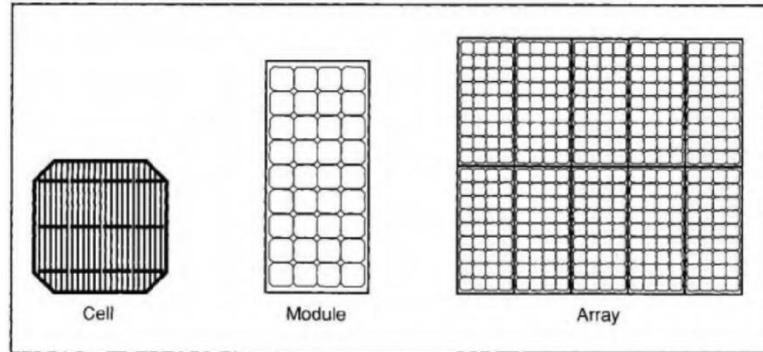
keluaran yang dihasilkan ketika sel surya memperoleh penyinaran merupakan karakteristik yang disajikan dalam bentuk kurva I-V pada gambar 2.2. Kurva ini menunjukkan bahwa pada saat arus dan tegangan berada pada titik kerja maksimal (*Maximum Power Point*) maka akan menghasilkan daya keluaran maksimum (PMPP). Tegangan di *Maximum Power Point* (MPP)  $V_{MPP}$ , lebih kecil dari tegangan rangkaian terbuka ( $V_{oc}$ ) dan arus saat MPP  $I_{MPP}$ , adalah lebih rendah dari arus short circuit ( $I_{sc}$ ) (Muchammad, 2016).

- Short Circuit Current* ( $I_{sc}$ ) : terjadi pada suatu titik dimana tegangannya adalah nol, sehingga pada saat ini, daya keluaran adalah nol.
- Open Circuit Voltage* ( $V_{oc}$ ) : terjadi pada suatu titik dimana arusnya adalah nol, sehingga pada saat ini pun daya keluaran adalah nol.
- Maximum Power Point* (MPP) : adalah titik daya output maksimum, yang sering dinyatakan sebagai "knee" dari kurva I-V.



Gambar 2.3 Kurva Hubungan I-V pada Modul PV

Suatu modul *photovoltaic* tersusun dari beberapa sel *photovoltaic* yang dihubungkan secara seri dan paralel membentuk baris dan kolom yang disebut dengan *array*. Sebuah modul *photovoltaic* umumnya terdiri dari 32-40 sel *photovoltaic*, tergantung pada ukuran modul (Muchammad, 2016).



Gambar 2.4 Hubungan Sel *Photovoltaic*, Modul *Photovoltaic*, dan *Array*

Jenis modul *photovoltaic* yang beredar di pasaran saat ini antara lain adalah :

1. Monokristal Silikon (*Mono-crystalline Silicon*)

Monokristal merupakan panel (modul) yang paling efisien, yaitu mencapai angka sebesar 16-25% (Narayana, 2010).

2. Polikristal Silikon (*Poly-crystalline Silicon*)

Polikristal merupakan panel surya yang memiliki susunan kristal acak. Tipe ini memiliki efisiensi sebesar 14-16% (Narayana, 2010).

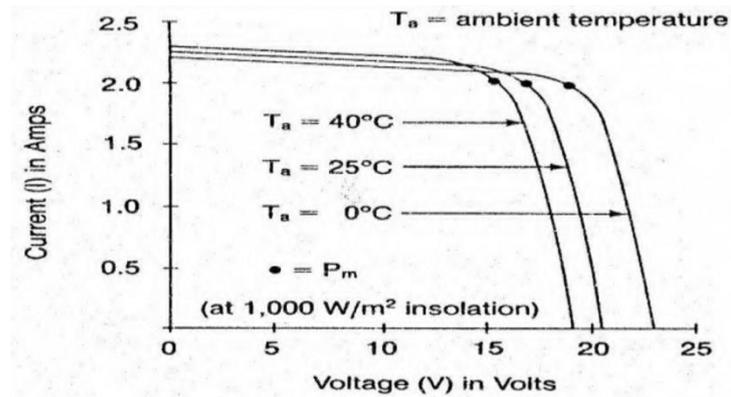
3. *Amorphous Silicon*

*Amorphous* adalah tipe panel dengan harga yang paling murah akan tetapi efisiensinya paling rendah, yaitu antara 9-10,4% (Narayana, 2010).

Pengoperasian maksimum panel surya sangat tergantung pada hal-hal sebagai berikut :

1. Temperatur

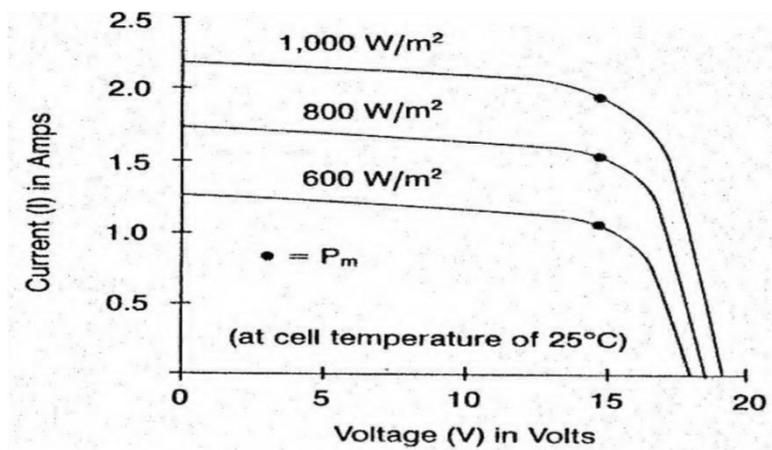
Sebuah panel surya dapat beroperasi secara maksimum jika temperatur yang diterimanya tetap normal pada temperatur 25°C. Kenaikan temperatur lebih tinggi dari temperatur normal pada panel surya akan melemahkan tegangan (Voc) yang dihasilkan. Setiap kenaikan temperatur panel surya 1°C (dari 25°C) akan mengakibatkan berkurang sekitar 0,5% pada total tenaga (daya) yang dihasilkan (Warsito et al., 2013).



Gambar 2.5 Pengaruh Temperatur Terhadap Panel Surya

## 2. Intensitas Cahaya Matahari

Intensitas cahaya matahari akan berpengaruh pada daya keluaran panel surya. Semakin rendah intensitas cahaya yang diterima oleh panel surya maka arus ( $I_{sc}$ ) akan semakin rendah. Hal ini membuat titik *Maximum Power Point* berada pada titik yang semakin rendah.



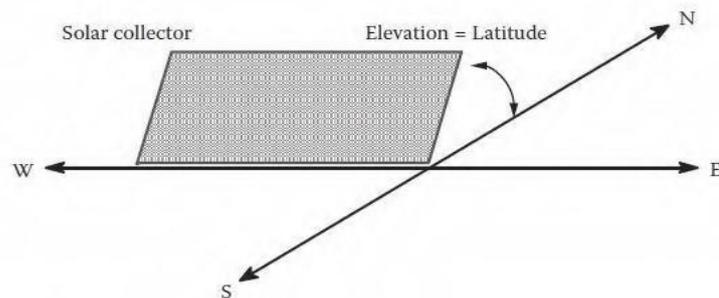
Gambar 2.6 Pengaruh Intensitas Radiasi terhadap Panel Surya

## 3. Orientasi Panel Surya (*Array*)

Orientasi dari rangkaian panel surya (*array*) ke arah matahari adalah penting, agar panel surya (*array*) dapat menghasilkan energi maksimum. Misalnya, untuk lokasi yang terletak di belahan bumi Utara maka panel surya (*array*) sebaiknya diorientasikan ke Selatan. Begitu pula untuk lokasi yang terletak di belahan bumi Selatan maka panel surya (*array*) diorientasikan ke Utara (Foster dkk., 2010).

#### 4. Sudut Kemiringan Panel Surya (*Array*)

Sudut kemiringan memiliki dampak yang besar terhadap radiasi matahari di permukaan panel surya. Untuk sudut kemiringan tetap, daya maksimum selama satu tahun akan diperoleh ketika sudut kemiringan panel surya sama dengan lintang lokasi (Foster dkk., 2010). Misalnya panel surya yang terpasang di khatulistiwa (lintang =  $0^\circ$ ) yang diletakkan mendatar (*tilt angle* =  $0^\circ$ ), akan menghasilkan energi maksimum.



Gambar 2.7 Pemasangan Panel Surya dengan Sudut kemiringan

### 2.3 2 Inverter

*Inverter* adalah peralatan elektronik yang berfungsi mengubah energi DC menjadi energi AC. Energi yang dihasilkan panel surya adalah arus DC, oleh karena itu pada sistem PLTS dibutuhkan *inverter* untuk mengubah energi dari panel surya dan baterai tersebut agar dapat menyuplai kebutuhan energi AC.

Pemilihan inverter yang tepat untuk aplikasi PLTS didasarkan pada kebutuhan beban dan juga apakah *inverter* akan menjadi bagian dari sistem yang menuju jaringan listrik atau yang berdiri sendiri. (Suherman et al., 2017)

Pada pemilihan *inverter*, diupayakan kapasitas kerjanya mendekati kapasitas daya yang dilayani. Hal ini agar efisiensi kerja *inverter* menjadi maksimal. (Robert Foster, 2010)



Gambar 2.8 Inverter

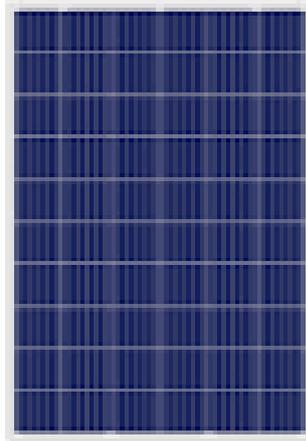
Menurut. (Burhan et al., 2022) Pengertian Power Inverter atau biasanya disebut dengan Inverter adalah suatu rangkaian atau perangkat elektronika yang dapat mengubah arus listrik searah (DC) ke arus listrik bolak-balik (AC) pada tegangan dan frekuensi yang dibutuhkan sesuai dengan perancangan rangkaiannya. Sumber sumber arus listrik searah atau arus DC yang merupakan Input dari Power Inverter tersebut dapat berasal dari Baterai, Aki maupun Sel Surya (*Solar Cell*).

Dan Penjelasan dari (Elektro et al., 2018) *Inverter* adalah sebuah perangkat peubah listrik yang dikenal memiliki kemampuan untuk merubah listrik bertegangan DC menjadi listrik bertegangan AC dengan nilai frekuensi yang dapat diatur. Inverter pada umumnya digunakan untuk mengendalikan kecepatan motor AC. Selain untuk mengendalikan kecepatan motor AC, inverter juga digunakan sebagai catu daya AC, dan berbagai macam kebutuhan lainnya. Sebuah inverter dikatakan bersifat ideal apabila tegangan DC yang masuk bebas dari ripple serta tegangan yang keluar dari inverter berbentuk gelombang sinusoidal murni.

Dalam prinsip kerja inverter pada umumnya yaitu dengan power supply atau menyuplai arus DC ke AC dan juga bekerja untuk merubah tegangan DC menjadi arus AC. Inverter biasa menggunakan rangkaian modulasi lebar pulsa (pulse width modulation) PWM dalam proses conversi tegangan DC menjadi tegangan AC. (Yusfika, 2022)

Ada tiga jenis inverter yang sering digunakan yaitu string, central dan micro inverter. Jenis ini dibedakan pada jenis kabel yang digunakan. (Wicaksana & Rachman, 2018)

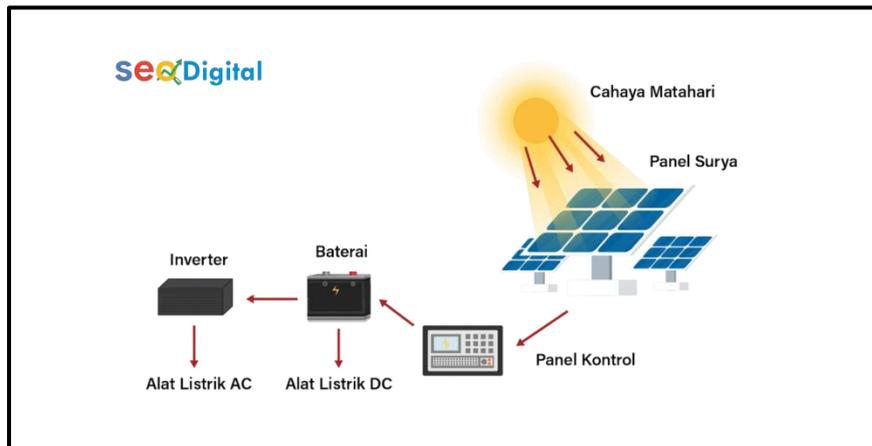
### 2.3.3 Panel Surya



Gambar 2.9 Panel Surya

Menurut (Burhan et al., 2022) Panel Surya adalah pembangkit listrik yang mengubah energi surya menjadi energi listrik. Pembangkitan listrik bisa dilakukan dengan dua cara, yaitu secara langsung menggunakan *Photovoltaic* dan secara tidak langsung dengan pemusatan energi surya. *Photovoltaic* mengubah secara langsung energi cahaya menjadi listrik menggunakan efek fotoelektrik. Pemusatan energi surya menggunakan sistem lensa atau cermin dikombinasikan dengan sistem pelacak untuk memfokuskan energi matahari ke satu titik untuk menggerakkan mesin kalor. Sel surya atau sel *Photovoltaic* adalah alat yang mengubah energi cahaya menjadi energi listrik menggunakan efek fotoelektrik.

Panel Surya merupakan teknologi yang berfungsi mengkonversi energi surya menjadi energi listrik secara langsung (Anibta et al., n.d.). Dan Peristiwa berubahnya energi matahari menjadi energi listrik ini disebut dengan istilah efek fotolistrik. Sebuah panel surya terdiri dari beberapa sel surya. Saat intensitas cahaya berkurang dan terjadi perubahan cuaca (berawan, hujan, mendung) arus listrik yang dihasilkan oleh sel surya, juga akan berkurang. (P. P. A. Santoso et al., 2022).



Gambar 2.10 Cara Kerja Sistem Panel Surya

Dan prinsip kerja dari panel surya sendiri ialah menurut (Anibta et al., n.d.) menyerap radiasi matahari dan mengubahnya menjadi energi listrik yang mana cahaya matahari merupakan sumber daya alam yang melimpah. Panel surya merupakan modul yang terdiri beberapa sel yang secara seri dan paralel tergantung ukuran dan kapasitas yang diperlukan

### 2.3.4 Baterai



Gambar 1.11 Baterai

Baterai merupakan alat menyimpan energi listrik melalui proses elektrokimia. Proses elektro kimia adalah di dalam baterai terjadi perubahan

kimia menjadi listrik (proses pengosongan) dan listrik menjadi kimia dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda pada baterai yaitu dengan melewati arus listrik dalam arah polaritas yang berlawanan pada sel. (Julisman et al., 2017)

Menurut (Yusfika, 2022) Baterai juga berfungsi sebagai alat penyimpanan listrik yang terbentuk energi kimia yang dikeluarkannya dalam mensuplai ke masing-masing kelistrikan.

Adapun Baterai terdiri dari dua jenis yaitu, baterai primer dan baterai sekunder. (Hamid et al., 2016)

- a. Baterai Asam adalah Baterai yang bahan elektrolitnya adalah larutan asam belerang (sulfuric acid =  $H_2SO_4$ ). Didalam baterai asam, elektroda-elektrodanya terdiri dari plat-plat timah peroksida  $PbO_2$  sebagai anoda (kutub positif) dan timah murni  $Pb$  sebagai katoda (kutub negatif).
- b. Baterai Alkali adalah Baterai yang bahan elektrolitnya adalah larutan alkali yang terdiri dari *Nickel iron alkaline battery Ni-Fe Battery* dan *Nickel cadmium alkaline battery Ni Cd*

### 2.3.5 Solar Charger Controller



Gambar 2.12 Solar Charger Controller

Menurut keterangan (Budiarta et al., 2021) Peran utama SCC adalah melindungi dan melakukan otomatisasi pada pengisian baterai. Hal ini bertujuan untuk mengoptimalkan sistem dan menjaga agar masa pakai baterai dapat dimaksimalkan. *Solar charge controller* dapat mengatur *overcharging*

(kelebihan pengisian - karena baterai sudah 'penuh') dan kelebihan voltase dari panel surya/solar cell. Kelebihan voltase dan pengisian akan mengurangi umur baterai. *Solar charge controller* menerapkan teknologi *Pulse Width Modulation* (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban.

Seperti yang telah disebutkan di atas *solar charge controller* yang baik biasanya mempunyai kemampuan mendeteksi kapasitas baterai. Bila baterai sudah penuh terisi maka secara otomatis pengisian arus dari panel sel surya berhenti. Cara deteksi adalah melalui monitor level tegangan baterai. *Solar charge controller* akan mengisi baterai sampai level tegangan tertentu, kemudian apabila level tegangan drop, maka baterai akan diisi kembali. *Solar Charge Controller* terdiri dari :1 input ( 2 terminal ) yang terhubung .(Palembang, 2017)

Adapun fungsi *solar charge controller* adalah. (Palembang, 2017)

1. Mengatur arus untuk pengisian ke baterai
2. Menjaga baterai dari *overcharging* dan *overvoltage*
3. Mengatur arus yang dibebaskan/ diambil dari baterai agar baterai tidak '*full discharge*', dan *overloading* serta memonitor temperatur baterai.

*Solar Charge Controller* (SCC) atau Pengontrol Pengisian Daya Surya adalah komponen penting dalam setiap instalasi tenaga surya. Meskipun *Solar Charge Controller* (SCC) bukan hal pertama yang dipikirkan ketika berbicara tentang penggunaan tenaga surya, charge controller memastikan sistem tenaga surya berjalan secara efisien dan aman untuk bertahun-tahun kedepan.

Ada banyak variabel yang berubah yang memengaruhi seberapa banyak daya yang dihasilkan, seperti tingkat sinar matahari, suhu, dan status pengisian baterai. Charge controller memastikan baterai Anda disuplai dengan tingkat daya yang stabil dan optimal.



Gambar 2.13 Solar Charge Controller (SCC)

Pengontrol pengisian daya surya atau *Solar Charge Controller* (SCC) salah satu fungsinya mencegah pengisian energi baterai yang berlebihan dengan membatasi jumlah dan laju pengisian daya ke baterai. *Solar Charge Controller* (SCC) juga mencegah pengurasan baterai dengan mematikan sistem jika daya yang tersimpan turun di bawah kapasitas 50 persen dan mengisi baterai pada level voltase yang benar. Ini membantu menjaga baterai lebih awet dan sehat.

Perlindungan kelebihan beban: Jika arus yang mengalir ke baterai jauh lebih tinggi daripada yang dapat ditangani circuit, sistem mungkin kelebihan beban. Hal ini dapat menyebabkan panas berlebih dan menyebabkan kebakaran. *Solar Charge Controller* (SCC) menyediakan fungsi penting dari perlindungan beban berlebih. Dalam sistem yang lebih besar, direkomendasikan perlindungan keamanan ganda dari pemutus sirkuit atau sekering.

Pemutusan tegangan rendah: Fitur ini berfungsi sebagai pemutusan otomatis beban tidak kritis dari baterai ketika tegangan turun di bawah ambang yang telah ditentukan. Pemutus ini akan secara otomatis terhubung kembali ke baterai saat sedang diisi. Hal ini akan mencegah pelepasan muatan berlebih dan melindungi peralatan elektronik agar tidak beroperasi pada voltase yang sangat rendah.

Blokir Arus Terbalik: Panel surya mengalirkan arus melalui baterai ke satu arah. Pada malam hari, panel dapat secara alami mengalirkan sebagian arus tersebut ke arah sebaliknya. Ini dapat menyebabkan sedikit pengosongan dari baterai. *Solar Charge Controller* (SCC) mencegah hal ini terjadi dengan bertindak sebagai katup. Biasanya ya. Anda tidak memerlukan *Solar Charge Controller* (SCC) jika panel lebih kecil 1 hingga 5 watt. Jika panel surya mengeluarkan daya

2 watt atau kurang untuk setiap 50 amp baterai per jam, Anda mungkin tidak memerlukan *Solar Charge Controller (SCC)*. Tetapi apa pun yang melebihi nilai diatas disarankan menggunakan *Solar Charge Controller (SCC)*.

Ada dua jenis pengontrol pengisian daya yang perlu dipertimbangkan: *controller Pulse Width Modulation (PWM)* dan *controller Maximum Power Point Tracking (MPPT)*. Pengontrol pengisian daya PWM adalah teknologi yang lebih lama dan lebih murah, sayangnya kurang efisien dibanding pengontrol pengisian MPPT. Keduanya banyak digunakan dan melakukan fungsi serupa untuk menjaga masa pakai baterai. Selain itu, penting untuk menunjukkan bahwa pembahasan ini bukanlah masalah mana yang terbaik secara keseluruhan, tetapi berdasarkan kebutuhan masing-masing pengguna. Selain itu, kami sangat menyarankan untuk membeli *Solar Charge Controller (SCC)* berkualitas tinggi karena controller hanya menyumbang sebagian kecil dari total biaya sistem.

Apa yang memengaruhi proses pengambilan keputusan saat memilih *Solar Charge Controller (SCC)*? Faktor-faktor berikut harus dipertimbangkan sebelum membeli controller:

- Anggaran
- Umur teknologi
- Iklim tempat sistem akan dipasang
- Berapa panel surya yang Anda miliki dan seberapa tinggi kebutuhan energi
- Ukuran, jumlah, dan jenis baterai yang Anda gunakan

PWM teknologinya lebih sederhana serta lebih murah daripada pengontrol MPPT. Pengontrol PWM mengatur aliran energi ke baterai dengan mengurangi arus secara bertahap, yang disebut "modulasi lebar pulsa". Saat baterai penuh, pengontrol pengisian PWM terus memasok sedikit daya untuk menjaga baterai tetap penuh. Pengontrol PWM paling baik untuk aplikasi skala kecil karena sistem

panel surya dan baterai harus memiliki voltase yang sesuai. Penggunaan PWM tidak disarankan pada instalasi yang lebih besar.

Kelebihan:

1. Lebih murah dari pengontrol MPPT
2. Paling baik untuk sistem yang lebih kecil di mana efisiensi tidak terlalu penting
3. Umurnya biasanya lebih lama karena lebih sedikit komponen yang dapat rusak
4. Terbaik untuk cuaca cerah yang hangat
5. Berkinerja terbaik saat baterai hampir mengisi daya penuh

Kekurangan:

1. Kurang Efisien dibandingkan pengontrol MPPT
2. Karena panel surya dan baterai harus memiliki tegangan yang sesuai, PWM tidak ideal untuk sistem yang lebih besar dan kompleks

MPPT efisiensinya diatas PWM dalam hal memanfaatkan penuh daya panel surya untuk mengisi daya baterai. MPPT membatasi outputnya untuk memastikan baterai tidak diisi secara berlebihan. Pengontrol MPPT akan memantau dan menyesuaikan energi yang masuk untuk mengatur arus sistem tenaga surya Anda. Pengontrol MPPT menurunkan voltase dan meningkatkan arus. Sebagai hasilnya, output keseluruhan akan meningkat dan Anda akan mendapatkan efisiensi 90% atau lebih tinggi. Pengontrol MPPT lebih umum digunakan saat ini, Misalnya, jika mendung, MPPT akan mengurangi jumlah arus yang diambil untuk mempertahankan tegangan yang diinginkan pada output panel. Ketika cuaca cerah, MPPT akan kembali menerima lebih banyak arus dari panel surya.

Secara keseluruhan, mengukur *Solar Charge Controller (SCC)* tidak sesulit yang Anda bayangkan. *Solar Charge Controller (SCC)* diukur tergantung pada arus panel surya dan tegangan tenaga surya yang Anda miliki. Anda biasanya ingin memastikan menggunakan *Solar Charge Controller (SCC)* dengan ukuran

yang cukup besar untuk menangani jumlah daya dan arus yang dihasilkan oleh panel. Biasanya, pengontrol muatan tersedia dalam ukuran 12, 24 dan 48 volt. Peringkat ampere antara satu dan 60 ampere dan peringkat tegangan dari enam sampai 60 volt.

Misalnya jika voltase energi surya Anda 12 volt dan 14 ampere, Anda memerlukan *Solar Charge Controller (SCC)* yang memiliki setidaknya 14 ampere. Namun karena faktor-faktor seperti pantulan cahaya, peningkatan level arus tinggi dapat terjadi, Anda perlu memperhitungkan 25% tambahan sehingga tegangan minimum yang harus dimiliki oleh *Solar Charge Controller (SCC)* adalah 17,5 amp. Jika dibulatkan, Anda memerlukan pengontrol pengisian daya 12 volt, 20 ampere. Dalam hal ukuran pengontrol pengisian daya, Anda juga harus mempertimbangkan apakah Anda menggunakan pengontrol PWM atau MPPT. Pengontrol pengisian daya yang dipilih secara tidak tepat dapat menyebabkan hilangnya hingga 50% daya yang dihasilkan matahari. Apa yang perlu dipertimbangkan jika menggunakan MPPT:

Karena pengontrol MPPT membatasi keluarannya (output), Anda dapat memasang panel surya sebesar yang Anda inginkan dan MPPT akan membatasi keluaran tersebut. Namun, ini berarti sistem Anda tidak efisien karena Anda memiliki panel yang tidak digunakan dengan benar. MPPT memiliki pembacaan ampere, misalnya MPPT 40 Amp. Bahkan jika panel Anda memiliki potensi untuk menghasilkan arus 80A, MPPT hanya akan menghasilkan arus 40A.

PWM tidak dapat membatasi tegangan keluarannya (output). Arus tegangan PWM bergantung pada berapa pabanyak panel surya yang Anda pasang. Oleh karena itu, jika susunan panel surya menghasilkan arus 40A dan PWM yang Anda gunakan hanya dapat digunakan hingga 30A, PWM bisa rusak. Sangat penting memastikan PWM yang cocok, kompatibel untuk panel surya Anda.

Semua pengontrol muatan atau *Solar Charge Controller (SCC)* memiliki batas tegangan atas. Ini mengacu pada jumlah tegangan maksimum yang dapat ditangani pengontrol dengan aman. Pastikan Anda mengetahui batas tegangan atas

pengontrol Anda.. Jika tidak, *Solar Charge Controller (SCC)* dapat rusak atau menimbulkan risiko keselamatan lainnya.

Kesalahan Umum saat Menggunakan *Solar Charge Controller (SCC)*, Komponen instalasi tenaga surya bisa saja berbeda-beda, dan kesalahan dalam proses instalasi bisa saja terjadi. Berikut adalah beberapa kesalahan yang sering dilakukan terkait pengontrol muatan daya.

1. Jangan hubungkan beban AC ke pengontrol pengisian daya. Hanya beban DC yang harus dihubungkan ke keluaran pengontrol pengisian daya.
2. Peralatan elektronik tegangan rendah tertentu harus dihubungkan langsung ke baterai.
3. *Solar Charge Controller (SCC)* harus selalu dipasang di dekat baterai karena pengukuran yang tepat dari tegangan baterai adalah bagian penting dari fungsi *Solar Charge Controller (SCC)*.

Dengan melakukan riset dan menimbang semua faktor unik untuk instalasi sistem energi tenaga surya Anda, Anda harus dapat memilih secara akurat jenis dan ukuran pengontrol pengisian daya yang terbaik. Baik Anda tinggal di perkotaan atau tinggal di kabin di dalam hutan, pengontrol daya memainkan bagian penting dari instalasi tenaga surya. Memilih *Solar Charge Controller (SCC)* yang tepat untuk sistem Anda akan memastikan baterai tetap sehat dan sistem berjalan secara efisien dan aman selama bertahun-tahun.

### **2. 3.6 MCB (*Miniature Circuit Breaker*)**

MCB adalah singkatan dari *Miniature Circuit Breaker*, dan sebagian orang menyebutnya *Micro Circuit Breaker* atau pemutus arus kecil. MCB merupakan alat perlindungan terminal listrik yang paling banyak digunakan dalam perangkat distribusi daya terminal listrik bangunan. MCB digunakan untuk hubung singkat satu fase dan tiga fase, kelebihan beban, perlindungan tegangan lebih di bawah 125A, termasuk 1P kutub tunggal, 2P dua kutub, 3P tiga kutub, dan 4P empat kutub.

Fungsi breaker atau pemutus arus pada prinsipnya untuk memutus sirkuit dari/ke sumber daya, dalam hal ini rangkaian modul fotovoltaik dan beban. Ada banyak jenis AC MCB di pasaran. Namun, MCB yang benar harus dipilih sesuai dengan fungsi yang digunakan.

Korsleting atau kelebihan beban dapat terjadi karena berbagai alasan, seperti koneksi yang salah atau kondisi arus berlebih. MCB mirip dengan sekering. Satu-satunya perbedaan adalah sekering perlu diganti setelah putus, sedangkan MCB dapat dengan mudah diatur ulang dengan mengklik atau menekan tombol saat kelebihan beban.

Sakelar AC, Di dalam rangkaian bertegangan AC, tegangan akan muncul 50 kali per detiknya secara bergantian antara tegangan +V dan -V dalam bentuk sinusoidal (dengan frekuensi 50 Hz). Karena ada titik di mana tegangan berada pada nilai 0 V, sekering akan memutus sambungan dan juga memadamkan busur listrik pada 0 V.



Gambar 2.14 MCB AC dan MCB DC

Penjelasan dari (Rusliansyah, 2019) *Miniature Circuit Breaker* memainkan peranan penting dalam hal proteksi arus lebih dan juga sebagai alat disconnect pada jaringan listrik. Sebuah breaker merupakan alat yang didesain untuk mengisolasi rangkaian dari gangguan arus lebih : *overload* ( beban lebih ) dan *short circuit* ( hubung singkat ). *Miniature Circuit Breaker*, atau yang lebih dikenal MCB adalah alat pemutus yang sangat baik digunakan untuk mendeteksi besaran arus lebih. Seperti halnya pada *Thermostat Load Relay*, MCB mempunyai Bimetalic; elemen jika terkena panas akan memuai secara

langsung maupun tidak langsung yang diakibatkan dengan adanya arus mengalir, alat Bimetalic ini dibuat dan direncanakan sesuai dengan ukuran standar (arus nominal MCB) dimana dalam waktu yang sangat singkat dapat bekerja sehingga rangkaian beban terlindungi, MCB juga dilengkapi dengan magnet tripping yang bekerja secara cepat pada beban lebih atau arus hubung singkat yang besar, juga dioperasikan secara manual dengan menekan tombol.

MCB merupakan alat listrik proteksi dari gangguan listrik berupa overcurrent (akibat beban lebih) dan konsleting. Setelah kami menjelaskan tentang MCB adalah yang didalamnya menjelaskan tentang mcb beserta fungsi dan cara kerjanya. Apakah perbedaan keduanya?

MCB yang terjual di pasaran terdapat 2 jenis berdasarkan arusnya yaitu MCB DC (Arus searah) dan MCB AC (arus bolak balik). Adapun perbedaan utama antara MCB DC (*Direct Current*) dan MCB AC (*Alternating Current*) terletak pada jenis arus yang mereka lindungi dan juga beberapa perbedaan konstruksi.

- Symbol MCB DC (=)
- Symbol MCB DC (~)

Berikut di bawah ini perbedaan MCB DC dan MCB AC:

1. Dilihat dari Jenis Arus:

- MCB DC: Dirancang khusus untuk melindungi instalasi / sirkuit arus searah (DC), yang pada umumnya digunakan dalam sistem tenaga surya (solar panel), baterai, mobil listrik, serta peralatan elektronik yang beroperasi dengan sumber daya DC.
- MCB AC: Dirancang untuk melindungi instalasi / sirkuit arus bolak-balik (AC), yang digunakan dalam distribusi listrik umum seperti di rumah, bangunan, serta fasilitas industri.

2. Dilihat dari Karakteristik Pemutusan:

- MCB DC: Dikhususkan untuk bekerja memutus instalasi/rangkaian arus searah dengan karakteristik yang sesuai untuk melindungi peralatan elektronik yang sensitif terhadap arus searah.

- MCB AC: Dikhususkan untuk memutus instalasi/rangkaian arus bolak-balik dengan karakteristik yang sesuai untuk melindungi peralatan dan sistem yang menggunakan arus bolak-balik.
3. Dilihat dari Struktur dan Konstruksi:
- MCB DC: Biasanya dirancang untuk mengatasi permasalahan busur listrik yang lebih kecil ketika memutus arus DC, karena busur DC cenderung lebih sulit untuk dipadamkan dibandingkan busur AC.
  - MCB AC: Lebih mampu mengatasi busur listrik pada pemutusan arus AC karena sifat arus bolak-baliknya.
4. Penggunaan:
- MCB DC: Digunakan secara khusus dalam instalasi listrik arus DC, seperti sistem listrik tenaga surya dan kendaraan listrik.
  - MCB AC: Digunakan dalam penggunaan sumber arus listrik AC, yang mana kebanyakan beban listrik rumah tangga dan industri beroperasi dengan arus bolak-balik.
5. Cara Kerja Memutus Arus:
- MCB DC: Beda dengan instalasi listrik / rangkaian listrik AC, arus listrik DC punya arus yang konstan dan tidak bolak-balik. Karena tidak ada mempunyai tegangan 0 V, maka MCB AC tidak bisa memutus arus sirkuit DC. Sakelar pada MCB DC memanfaatkan magnet untuk menarik busur listrik dari celah udara dan memadamkannya. Oleh karena itu, oleh karena itu hindari menggunakan MCB AC yang tidak dilengkapi dengan magnet karena MCB tersebut tidak dapat memadamkan busur listrik.
  - MCB AC: Pada MCB instalasi listrik AC, tegangan akan muncul 50 kali per detik (50Hz sesuai frekuensi tegangan PLN) secara bergantian antara tegangan +V dan -V dalam bentuk sinusoidal (untuk jaringan listrik frekuensi 50 Hz). Apabila terjadi titik perubahan tegangan pada titik 0 V, maka Sakelar pada MCB akan memutus sambungan dan memadamkan busur listrik pada saat 0 V (dalam sinusoidal).

Pentingnya memilih MCB yang sesuai dengan jenis arus yang akan diproteksi / dilindungi. Penggunaan MCB yang tepat sesuai fungsinya akan membantu

memastikan perlindungan yang efektif serta meningkatkan keamanan instalasi listrik.

## 2.4 Kapasitas Komponen PLTS

### 2.4.1 Jumlah Panel Surya

Daya ( $W_{peak}$ ) yang dibangkitkan PLTS untuk memenuhi kebutuhan energi, diperhitungkan dengan persamaan-persamaan sebagai berikut.

#### a. Menghitung Area Array

Dalam pembangunan PLTS dibutuhkan area yang digunakan untuk menyusun modul *photovoltaic* menjadi suatu *array* tertentu. Adapun untuk menghitung area *array* yang dibutuhkan dapat menggunakan rumus berikut :

$$PV \text{ Area} = \frac{E_L}{G_{av} \times \eta_{pv} \times PR} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

- $E_L$  = Pemakaian energi (kWh/hari).
- $G_{av}$  = Insolasi harian matahari rata-rata (kWh/m<sup>2</sup>/hari).
- $\eta_{pv}$  = Efisiensi panel surya.
- PR = *Performance Ratio*.

$$PR = \eta_{inv} \times \eta_{pv\_inv} \times \eta_{inv\_load} \times f_{man} \times f_{dirt} \times f_{temp} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

- $\eta_{inv}$  = Efisiensi *inverter*.
- $\eta_{pv\_inv}$  = Efisiensi pengkabelan antara PV dan inverter
- $\eta_{Inv\_load}$  = Efisiensi pengkabelan antara inverter dan beban
- $f_{man}$  = Faktor koreksi disebabkan proses manufaktur
- $f_{dirt}$  = Faktor koreksi disebabkan pengotor
- $f_{temp}$  = Faktor koreksi disebabkan temperatur lingkungan

#### b. Menghitung Daya yang Dibangkitkan PLTS (*Watt peak*)

Dari perhitungan area *array* maka besar daya yang dibangkitkan PLTS (*Watt peak*) dapat diperhitungkan sebagai berikut :

$$P_{\text{watt peak}} = \text{PV area} \times \text{PSI} \times \eta_{\text{pv}} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

PSI = Peak Solar Insolation, yaitu 1000 W/m<sup>2</sup>.

$\eta_{\text{pv}}$  = Efisiensi panel surya.

Selanjutnya berdasarkan besar daya yang akan dibangkitkan, maka jumlah panel surya yang diperlukan dapat diperoleh sebagai berikut ;

$$\text{Jumlah panel surya} = \frac{P_{\text{watt peak}}}{P_{\text{MPP}}} \dots\dots\dots(2.5)$$

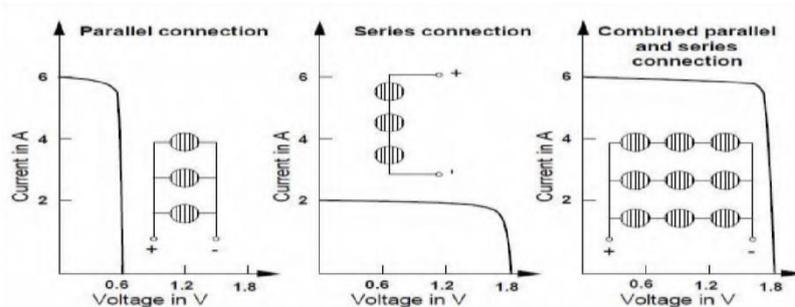
Dimana :

$P_{\text{watt peak}}$  = Daya yang dibangkitkan (Wp).

$P_{\text{MPP}}$  = Daya maksimum keluaran panel surya (W).

Untuk memperoleh besar tegangan, arus dan daya yang sesuai dengan kebutuhan, maka panel-panel surya tersebut harus dikombinasikan secara seri dan paralel dengan aturan sebagai berikut :

1. Untuk memperoleh tegangan keluaran yang lebih besar dari tegangan keluaran panel surya, maka dua buah (lebih) panel surya harus dihubungkan secara seri.
2. Untuk memperoleh arus keluaran yang lebih besar dari arus keluaran panel surya, maka dua buah (lebih) panel surya harus dihubungkan secara paralel.
3. Untuk memperoleh daya keluaran yang lebih besar dari daya keluaran panel surya dengan tegangan yang konstan maka panel-panel surya harus dihubungkan secara seri dan paralel.



Gambar 2.14 Rangkaian Panel Surya

### 2.4.2 Kapasitas Baterai

Besar kapasitas baterai yang dibutuhkan untuk memnuhi konsumsi energi harian menurut Lynn (2010), dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$C = \frac{N \times Ed}{Vs \times DOD \times \eta} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :

- C = Kapasitas baterai (Ah)
- N = Hari tanpa matahari (hari)
- Ed = Konsumsi energi harian (kWh)
- Vs = Tegangan baterai (Volt)
- DOD = Kedalaman maksimum pengosongan baterai
- $\eta$  = Efisiensi baterai

### 2.4.3 Kapasitas Charge Controller

*Charge controller* diperlukan untuk melindungi baterai dari pengosongan dan pengisian berlebih. Masukan atau keluaran untuk *Charge controller* disesuaikan dengan arus keluaran *array* dan tegangan baterai (Messenger, 2005)

## 2.5 Analisis Keekonomian

### 2.5.1 Biaya Siklus Hidup (*Life Cycle Cost*)

Biaya siklus hidup suatu sistem adalah semua biaya yang dikeluarkan oleh suatu sistem, selama kehidupannya. Pada sistem PLTS, biaya siklus hidup (LCC) ditentukan oleh nilai sekarang dari biaya total sistem PLTS yang terdiri dari biaya investasi awal, biaya jangka panjang untuk pemeliharaan dan operasional serta biaya penggantian baterai. (Santiari, 2011) Biaya siklus hidup (LCC) diperhitungkan dengan rumus sebagai berikut :

$$LCC = C + O\&M \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana :

- LCC = Biaya siklus hidup (*Life Cycle Cost*).

- II = Biaya investasi awal adalah biaya awal yang dikeluarkan untuk pembelian komponen-komponen PLTS, biaya instalasi, dan biaya lainnya misalnya biaya rak penyangga.
- O&M = Biaya nilai sekarang untuk total biaya pemeliharaan dan operasional selama n tahun atau selama umur proyek .
- R = Biaya nilai sekarang untuk biaya penggantian yang harus dikeluarkan selama umur proyek.

Nilai sekarang biaya tahunan yang akan dikeluarkan beberapa waktu mendatang (selama umur proyek) dengan jumlah pengeluaran yang tetap, dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$P = A \left[ \frac{(1 + i)^n - 1}{i(1 + i)^n} \right] \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana :

- P = Nilai sekarang biaya tahunan selama umur proyek
- A = Biaya tahunan  $i$  = Tingkat diskonto
- n = Umur proyek

Perbandingan yang valid antara penerimaan-penerimaan di masa mendatang dengan pengeluaran dana sekarang adalah hal yang sulit dilakukan karena ada perbedaan nilai waktu uang. Masalah ini dapat diatasi dengan menggunakan konsep nilai waktu uang (*Time Value of Money*). Berdasarkan konsep tersebut maka penerimaan-penerimaan di masa mendatang didiskontokan ke nilai sekarang sehingga dapat dibandingkan dengan pengeluaran pada saat ini.

Faktor diskonto (*Discount factor*) adalah faktor yang digunakan untuk menerjemahkan penerimaan-penerimaan di masa mendatang sehingga dapat dibandingkan dengan pengeluaran pada masa sekarang(Santiari, 2011). Sedangkan tingkat diskonto yang digunakan untuk menilaisekarangkan penerimaanpenerimaan tersebut dapat berupa tingkat suku bunga pasar (tingkat suku bunga bank). Adapun rumus faktor diskonto adalah sebagai berikut :

$$DF = \frac{1}{(1 + i)^n} \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana :

DF = Faktor diskonto  $i$  = Tingkat diskonto

n = Periode dalam tahun (umur investasi)

### 2.5.2 Biaya Produksi

Biaya merupakan aspek yang paling penting dalam suatu perencanaan produksi. Hal ini disebabkan karena besarnya biaya yang akan digunakan dalam proses produksi diperlukan pengambilan keputusan yang tentunya dengan berbagai pertimbangan. Terdapat dua jenis biaya yakni biaya tetap merupakan biaya yang dikeluarkan untuk pengadaan komponen pendukung proses produksi yang mana komponen tersebut dapat digunakan dalam beberapa kali proses produksi dan biaya variabel yang merupakan biaya yang habis digunakan dalam satu kali proses produksi.

### 2.6 Biaya Energi (*Cost of Energi*)

Biaya energi merupakan perbandingan antara biaya total per tahun dari sistem dengan energi yang dihasilkannya selama periode yang sama(Santiari, 2011). Dilihat dari sisi ekonomi, biaya energi PLTS berbeda dari biaya energi untuk pembangkit konvensional. Hal ini karena biaya energi PLTS, dipengaruhi oleh biaya-biaya seperti :

- a. Biaya awal (biaya modal) yang tinggi.
- b. Tidak ada biaya untuk bahan bakar.
- c. Biaya pemeliharaan dan operasional rendah.
- d. Biaya penggantian rendah (terutama hanya untuk baterai). Perhitungan biaya energi suatu PLTS ditentukan oleh biaya siklus hidup (LCC), faktor pemulihan modal (CRF) dan kWh produksi tahunan PLTS.

Faktor pemulihan modal adalah faktor yang digunakan untuk mengkonversikan semua arus kas biaya siklus hidup (LCC) menjadi serangkaian pembayaran atau biaya tahunan dengan jumlah yang sama(Santiari, 2011). Faktor pemulihan modal diperhitungkan dengan rumus sebagai berikut :

$$CRF = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana :

- CRF = Faktor pemulihan modal.
- i* = Tingkat diskonto.
- n* = Periode dalam tahun (umur investasi).

Biaya energi (*Cost Of Energi*) PLTS diperhitungkan dengan rumus sebagai berikut :

$$COE = \frac{LCC \times CRF}{A \text{ kWh}} \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana :

- COE = Cost of Energi atau Biaya Energi (Rp/kWh).
- CRF = Faktor pemulihan modal.
- A kWh = Energi yang dibangkitkan tahunan (kWh/tahun).

## 2.7 Analisis Kelayakan Investasi

### a. *Net Present Value* (NPV)

*Net Present Value* (NPV) menyatakan bahwa seluruh aliran kas bersih dinilaisekarangkan atas dasar faktor diskonto (*discount factor*). Teknik ini menghitung selisih antara seluruh kas bersih nilai sekarang dengan investasi awal yang ditanamkan(Santiari, 2011). Untuk menghitung *Net Present Value* (NPV) dipergunakan rumus sebagai berikut :

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{NFC_t}{(1+i)^t} - II \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana :

- NFC<sub>t</sub> = *Net Cash Flow* periode tahun ke-1 sampai ke-n.
- II = Investasi awal (Initial Investment)
- i* = Tingkat diskonto.
- n* = Periode dalam tahun (umur investasi).

Kriteria pengambilan keputusan apakah usulan investasi layak diterima atau layak ditolak adalah sebagai berikut :

- a. Investasi dinilai layak, apabila *Net Present Value* (NPV) bernilai positif ( $> 0$ ).
- b. Investasi dinilai tidak layak, apabila *Net Present Value* (NPV) bernilai negatif ( $< 0$ ).

**b. Profitability Index (PI)**

*Profitability Index* merupakan perbandingan antara seluruh kas bersih nilai sekarang dengan investasi awal. Teknik ini juga sering disebut dengan model rasio manfaat biaya (*benefit cost ratio*). Teknik *Profitability Index* dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^n NFC_t(1 + i)^{-t}}{II} \dots\dots\dots(2.13)$$

Dimana :

$NFC_t$  = *Net Cash Flow* periode tahun ke-1 sampai ke-n.

$II$  = Investasi awal (*Initial Investment*)

$i$  = Tingkat diskonto.  $n$  = Periode dalam tahun (umur investasi).

Kriteria pengambilan keputusan apakah usulan investasi layak diterima atau layak ditolak adalah sebagai berikut :

- a. Investasi dinilai layak, apabila *Profitability Index* (PI) bernilai lebih besar dari satu ( $>1$ ).
- b. Investasi dinilai tidak layak, apabila *Profitability Index* (PI) bernilai lebih kecil dari satu ( $< 1$ ).

**c. Discounted Payback Period (DPP)**

*Payback Period* adalah periode lamanya waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan nilai investasi melalui penerimaan-penerimaan yang dihasilkan oleh proyek (investasi). Sedangkan *Discounted Payback Period* adalah periode pengembalian yang didiskontokan. *Discounted Payback Period* (DPP) dapat dicari dengan menghitung berapa tahun kas bersih nilai sekarang (PVNCF) kumulatif yang ditaksir akan sama dengan investasi awal.

Kriteria pengambilan keputusan apakah usulan investasi layak diterima atau layak ditolak adalah:

- a. Investasi dinilai layak, apabila DPP memiliki periode waktu lebih pendek dari umur proyek (periode *cut off*).
- b. Investasi dinilai tidak layak, apabila DPP memiliki periode waktu lebih panjang dari umur proyek (periode *cut off*).

**d. Internal Rate of Return (IRR)**

IRR adalah tingkat suku bunga yang menghasilkan nilai NPV sama dengan nol (karena nilai sekarang dari arus kas masuk sama dengan investasi awal).

$$0 = \sum_{t=0}^T \frac{X_t}{(1 + IRR)^t} \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana :

$X_t$  = *Cashflow* di tahun ke-t

IRR = *Rate of Return*

Suatu Proyek investasi dianggap layak apabila nilai IRR investasi tersebut lebih dari pada Apabila IRR digunakan untuk membuat keputusan diterimaditolah, kriteria keputusan adalah sebagai berikut:

- 1. Jika IRR lebih besar dari biaya modal, proyek diterima
- 2. Jika IRR lebih kecil dari biaya modal, proyek ditolak

nilai MARR (*minimum acceptable rate of return*). Nilai MARR ditentukan berdasarkan tingkat bunga bank atau tingkat bunga bank ditambah risk premium yang mencerminkan tingkat resiko dari proyek tersebut serta ditambah tingkat keuntungan yang diharapkan investor. Dalam proyek teknik, biasanya nilai MARR berkisar antara 10%-13%. Sebaliknya, nilai IRR yang berada dibawah nilai MARR menunjukkan bahwa investasi tidak layak (tidak menguntungkan). Adapun nilai IRR = nilai MARR menunjukkan bahwa pengembalian investasi berada pada titik minimum kelayakan atau titik impas (*break-even point*).

## BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian Pemasangan Pembangkit Tenaga Surya Untuk Instalasi Pada *Village Chicken Coop* ini dilakukan Jalan Rambungan 1di Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang Provinsi Sumatera Utara.



Gambar 3. 1. Survei Pemasangan titik-titik Instalasi

Pemasangan Instalasi PLTS Berdasarkan data survei, pemasangan instalasi PLTS dilakukan dengan menggunakan Panel Surya 2 x 50 wp monokristalin yang dirangkai secara seri dan dipasang pada atap salah satu kandang ayam. Untuk menampung listrik yang diproduksi sistem, digunakan Baterai 12 VDC, 65 Ah. Saat siang hari, sistem pada PLTS dirancang mode charge. Sebagai kontroler digunakan Solar charge Controller 12/24volt 10 A.

### 3.2 Alat dan Bahan

Pada penelitian ini alat dan bahan yang digunakan untuk melakukan perancangan alat sebagai berikut :

1. Solder : Menghubungkan antara satu kawat dengan kawat yang lainnya
2. Multimeter : Mengukur arus dan tegangan yang dihasilkan pada pembangkit listrik tenaga surya

3. Tang Potong : Memotong kabel ataupun kawat yang digunakan Pada proses pembuatan alat
4. Tollset : Alat bantu untuk menahan baut yang sedang di dikencangkan
5. Solar Sell : Mengubah cahaya matahari menjadi cahaya listrik
6. Baterai : Menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh Panel surya
7. Inverter : Mengubah arus DC yang dihasilkan panel surya menjadi arus AC
8. Kabel : Media menghantarkan arus listrik
9. MCB : Membatas arus listrik dan pengaman arus ketika ada beban lebih
10. Lampu Plafon Tenaga Surya Matahari *Solar Cell* Teras Gantung LED Taman – 60 LED 50W sebanyak 3 Lampu

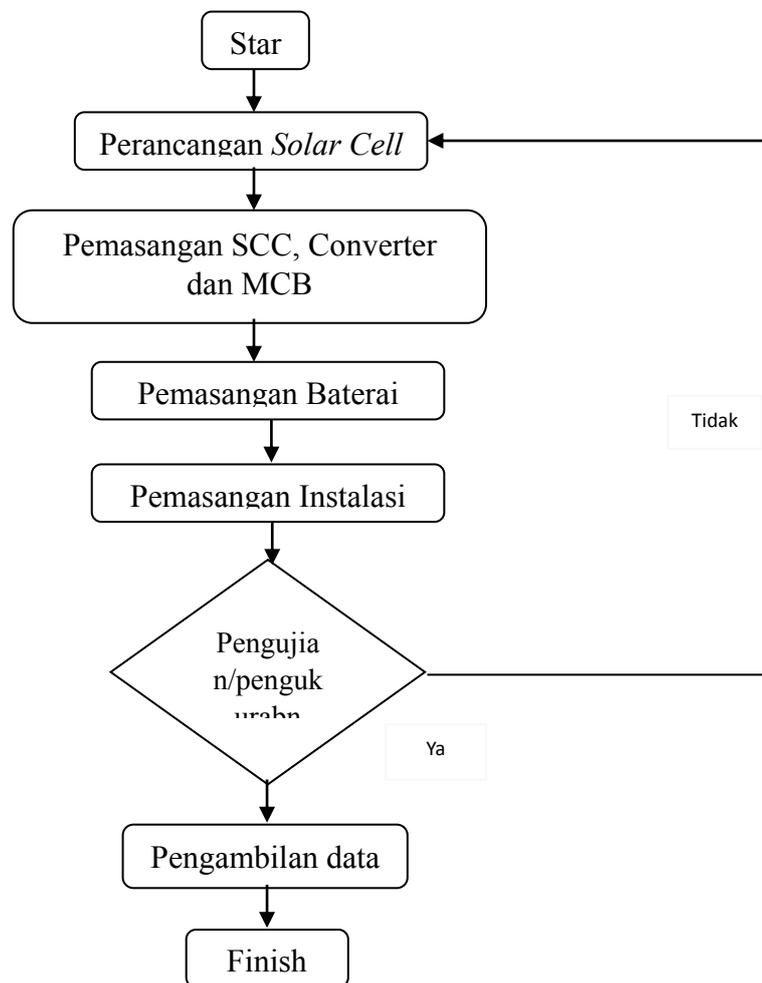
### 3.3 Spesifikasi dan Perhitungan *Solar Cell*

Pada perancangan pemanfaatan *solar cell* dapat disesuaikan dengan kondisi tempat dan area dari kedudukan alat tersebut, setelah melakukan pengukuran dan kecocokan untuk solar cell memerlukan ukuran modul solar cell seluas 1020 mm x 670 mm, dengan ketebalan 30 mm.

**Tabel 3.1.** Spesifikasi komponen

No	Material	Jenis/ Merk	Ukuran	Jumlah	Ket
1	<i>Solar cell</i>	Kawachi (polycrystalline)	100 WP	1 buah	Berat 8 kg
2	<i>Solar Charge Controller</i>	Royal PV (PWM)	12/24 V, 10 A	1 buah	
3	Batterai	Rocket ESH65-12 VDC	12 VDC, 65 Ah	1 buah	
4	Converter Step down Voltage		20A, 300W	1 buah	
5	Modul fast charger USB		Output 3-12 VDC	4 buah	
6	Kabel Power Solar cell		2x 2,5 mm <sup>2</sup>	10 meter	
7	Kabel Instalasi		NYM 1x0,9 mm <sup>2</sup>	50 meter	
8	Kabel USB			4 buah	
9	MCB	2 pole	10 Ampere	1 buah	
10	Lampu	Plafon Tenaga Surya Matahari Solar Cell	60LED 50W	3 Lampu	

Dalam suatu perancangan sistem PLTS pada suatu rangkaian, bagian utama rangkaian tersebut adalah komponen-komponen elektrikal yang akan digunakan dalam perancangan alat tersebut, sehingga memiliki satu kesatuan alat yang dapat dirancang dan telah diperhitungan pemakaian komponen-komponen tersebut. Adapun komponen-komponen alat elektrikal yang digunakan dan perhitungan spesifikasi penggunaan komponen seperti pada Tabel 3.1 merupakan blok diagram alur proses pembuatan alat yang digunakan dalam perancangan pemanfaatan solar cell 100 WP Instalasi pada kandang ayam kampung.



Gambar 3.2 *Flow Chart* Pemasangan Instalasi

Pada data spesifikasi yang ada pada *solar cell*, maka dapat kita hitung berapa Watt/m<sup>2</sup> yang dihasilkan intensitas cahaya untuk diserap pada modul solar cell dengan ukuran 102 cm x 67 cm. Dengan rumus:

$$I_r = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana :

$I_r$  = Intensitas Radiasi cahaya matahari (Watt/m<sup>2</sup>)

$P$  = Daya rata-rata setiap modul (W)

$A$  = Luas penampang modul (m<sup>2</sup>)

Untuk menentukan spesifikasi dan kapasitas SCC (*solar charge controller*) yang paling utama kita sudah mendapatkan output dari pada daya modul *solar cell* yang dihasilkan untuk menjadi input dari pada SCC (*solar charge controller*), sehingga menurut (Hakim, 2017) untuk formula perhitungan kapasitas solar charge controller (SCC) adalah sebagai berikut:

$$ISCC = I_{sc} \text{ panel} \times N \text{ panel} \times 125\% \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan:

ISCC = arus SCC (ampere)

$I_{sc}$  panel = arus hubung-singkat panel surya (ampere)

$N$  panel = jumlah panel surya

125% = Kompensasi

Secara umum sumber listrik utama dalam suatu sistem PLTS terdapat pada kekuatan baterai, untuk baterai yang terpasang berkapasitas 12 V, 65 AH, sebanyak 1 buah, dalam penggunaan daya baterai, agar tidak mudah rusak untuk penggunaannya dengan mekanisme *DoD* (*Depth of Discharge*) yang dibolehkan maksimal sebesar 80% untuk mempertahankan masa baterai deep cycle agar penting untuk mengetahui bahwa semakin sepenuhnya discharge baterai, semakin kemungkinan bahwa itu akan menurunkan dengan cepat, sehingga daya listrik yang terpakai maksimal adalah: 1 buah x 65 Ah x 12 Volt x 80% = 624 WattHour.

Baterai yang digunakan pada perancangan ini merupakan jenis baterai kering dengan merk Rocket type ESH6512 merupakan jenis (MF) Maintenance Free yang masih menggunakan cairan namun tidak perlu diisi ulang, biasanya ketahanan baterai tersebut biasanya tahan sekitar 2 tahun. Untuk mengetahui

berapa lama proses pengisian baterai dapat dihitung dengan menggunakan rumus seperti berikut:

$$T_a = \frac{C}{I} \dots \dots \dots (3.3)$$

dimana:

$T_a$  = Lamanya pengisian baterai (Hours)

$C$  = Besarnya kapasitas baterai (Ampere Hours)

$I$  = Besarnya arus penggunaan ke baterai (Ampere)

Penghantar konduktor yang digunakan dalam sistem PLTS memiliki jenis dan type yang berbeda pada umumnya dengan instalasi listrik rumah, yaitu menggunakan jenis kabel *AWG (American Wire Gauge)*, dalam menentukan kapasitas ukuran diameter penampang kabel yang digunakan pada perancangan pemanfaatan solar cell untuk charger handphone dapat dilihat dengan nilai hubung singkat yang tertera dari solar cell tersebut ( $ISC = 5,94$  Ampere), sehingga sesuai dengan aturan PUIL (peraturan undang-undang instalasi listrik) tahun 2000 maka konduktor yang digunakan adalah berukuran luas penampang  $2,5\text{mm}^2$ , dengan KHA (kemampuan hantaran arus) sebesar 20 A.

Untuk pengaman MCB (Nasional, 2000) digunakan adalah dengan mengetahui besarnya KHA (kemampuan hantaran arus) sebesar 20A, maka berdasarkan aturan PUIL (peraturan undang-undang instalasi listrik) tahun 2000 menggunakan MCB ukuran 10-16 Ampere menurut (Hakim, 2017).

Agar system Pembangkit Tenaga Listrik Surya dapat bekerja dengan baik dan umur pemakaian system bertahan lebih lama, maka penentuan kapasitas tiap komponen PLTS harus diperhatikan dengan baik, berikut adalah beberapa cara menentukan komponen PLTS:

1. Menentukan kebutuhan daya listrik

Dengan menghitung daya yang dibutuhkan oleh masing- masing peralatan yang akan disupply oleh PV System dan berapa jam per hari pemakaian, hasil dari perhitungan ini menghasilkan daya dalam satuan watt jam perhari.

Untuk menghitung beban dapat menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Beban Total} = (\text{Jumlah Beban} \times \text{Daya (W)} \times \text{Waktu Pemakaian (Jam)}) \dots (3.4)$$

## 2. Kapasitas Baterai

Kapasitas baterai pada umumnya dinyatakan Ah (Ampere Hour) contohnya untuk baterai dengan kapasitas 50 Ah, maka baterai tersebut dapat mencapai arus 50 Ah dalam 1 jam. Kapasitas baterai dalam suatu perencanaan PLTS di pengaruhi oleh faktor autonomy, yaitu keadaan baterai dapat menyuplai beban secara menyeluruh ketika tidak ada energi yang masuk ke panel surya, besarnya kapasitas total baterai (Ah) yang dibutuhkan dalam suatu PLTS dapat dihitung dengan menggunakan persamaan [2]:

$$\text{Ah} = \frac{N \times E_d}{V_s \times \text{DOD}} \dots \dots \dots (3.5)$$

Dengan,

Ah = Kapasitas Baterai

Ed = Konsumsi Energi dalam sehari

N = Jumlah Autonomous Day

Vs = Tegangan Baterai

DOD = *Depth Of Discharge*

Dan untuk mengetahui besarnya jumlah energi yang disimpan dalam baterai (Wh), dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Wh} = V_s \times \text{Ah} \dots \dots \dots (3.6)$$

Dengan,

Wh = Energi yang disimpan dalam baterai

Vs = Tegangan Baterai

Ah = Kapasitas Baterai

## 3. Panel Surya

Panel Surya merupakan komponen utama yang berfungsi untuk merubah energi cahaya matahari dalam bentuk foton menjadi energi listrik dengan menggunakan Efek *fotovoltaik*. Cahaya matahari yang diubah menjadi listrik hanya yang diserap oleh lapisan silikon sedangkan yang lain akan terbuang dalam bentuk pantulan maupun panas.

Kapasitas energi listrik yang dihasilkan oleh sistem PLTS adalah gabungan dari setiap komponen yang ada pada sistem tersebut. Daya maksimum (*wattpeak*) yang dapat dibangkitkan oleh sebuah sistem PLTS dapat dihitung dengan persamaan berikut [8]:

$$E_{\text{energi yang di hasilkan modul}} = E_{\text{Energi Beban}} \times 130\% \dots\dots\dots(3.7)$$

Dengan Asumsi prakiraan kenaikan beban 30%. Maka setelah di dapatkan Total Energi modul, maka kita harus menentukan rata-rata iradiasi harian terendah. Setelah mendapatkan data iradiasi harian terendah, maka dapat di temukan berapa Kapasitas PV yang harus di sediakan dengan persamaan berikut :

$$P_{\text{total}} = \frac{\text{Energi Modul}}{G_{\text{avg}} \times G_{\text{stc}}} \dots\dots\dots(3.8)$$

Dengan,

$$P_{\text{total}} = \text{Daya total kebutuhan (Wp)}$$

$$G_{\text{avg}} = \text{Iradiasi matahari rata rata dalam 1 hari.}$$

$$G_{\text{stc}} = \text{Iradiasi pada kondisi STC (1000 W/m}^2\text{ )}$$

Dalam memilih modul PV yang akan di gunakan dalam analisis perencanaan ini, tingkat efisiensi modul merupakan factor utama yang harus di perhtikan, karena semakin besar efisiensi, maka semakin besar pula daya yang akan di dihasilkan. Adapun untuk menentukan jumlah maksimal PV yang akan di pasang dapat menggunakan rumus beriku :

$$J_{\text{umlah PV}} = \frac{P_{\text{Total}}}{P_{\text{max PV}}} \dots\dots\dots(3.9)$$

#### 4. SCC

Untuk menentukan spesifikasi SCC dalam sistem PLTS, dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$I_{\text{sc}} = I_{\text{sc Panel}} \times \text{Jumlah Panel} \dots\dots\dots(3.10)$$

Dengan,

$$I_{\text{sc}} = \text{Arus SCC (Ampere)}$$

$$I_{\text{sc Panel}} = \text{Arus yang terdapat pada Panel Surya}$$

$$J_{\text{umlah Panel}} = \text{Banyaknya Panel surya}$$

dan untuk menentukan jumlah SCC yang dibutuhkan dalam sistem PLTS, dapat menggunakan persamaan berikut

$$NSCC = \frac{\text{Total Wp}}{\text{Max Output SCC}} \dots\dots\dots(3.11)$$

Dengan,

- Nsc* = Jumlah SCC
- Total Wp* = Jumlah Daya yang dihasilkan Panel
- Maks Output SCC* = Daya keluar Maksimal SCC

### 5. Inverter

Untuk menentukan kapasitas inverter dalam suatu sistem PLTS, dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Kapasitas Inverter} = W_{\text{maks/beban}} + (25\% * W_{\text{maks/beban}}) \quad (3.12)$$

atau dalam artian kapasitas Inverter memiliki Rating 125% dari jumlah daya beban.

### 6. Komponen Proteksi pada PLTS

Pada system PLTS semua komponen berkerja dalam Arus DC, sedangkan system Arus AC berkerja dari Output Inverter hingga distribusi beban AC. Proteksi digunakan untuk meminimalisir resiko kegagalan system PLTS, untuk system DC menggunakan proteksi berupa fuse.

Untuk menentukan fuse yang digunakan pada sambungan panel surya ke SCC, dapat menggunakan persamaan berikut [6]:

$$\text{Rating Tegangan} = 1.2 \times Voc \times \text{Jumlah Panel} \dots\dots\dots (3.13)$$

$$\text{Rating Arus} = 1.4 \times Isc \times \text{Jumlah Panel} \dots\dots\dots(3.14)$$

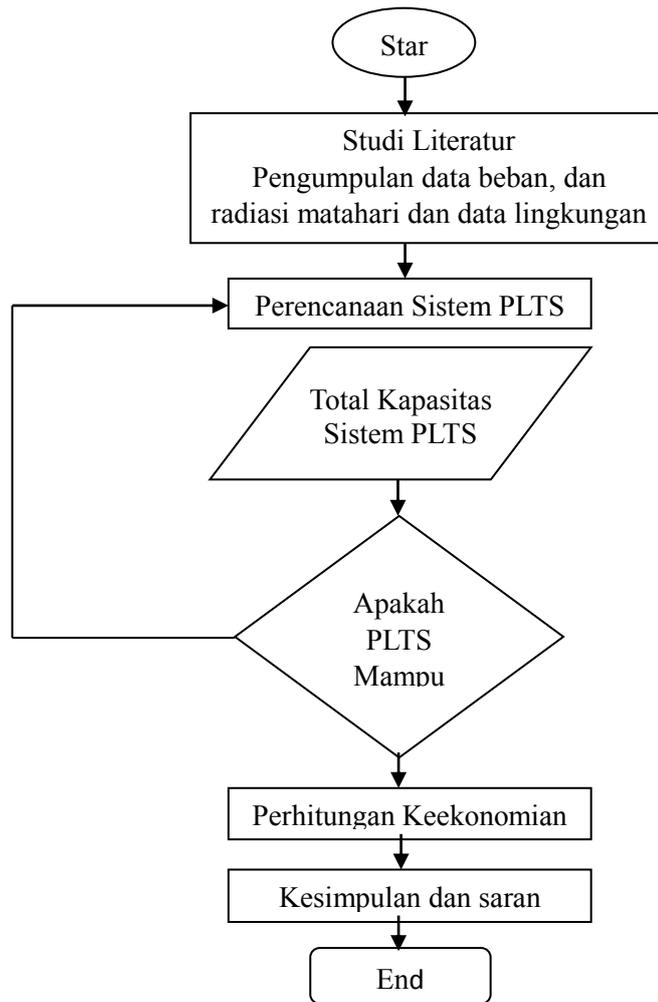
Dengan,

- 1.2 = Nilai Koefisien Rating Tegangan
- 1.4 = Nilai Koefisien Rating Arus
- Isc* = Arus Panel Surya (A)

### 3.4 Diagram Alir

Pada bab ini dijabarkan metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang telah dijabarkan pada BAB I.

Diagram alir yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.3



Gambar 3.3 Diagram Alir

### 3.4.1 Keterangan

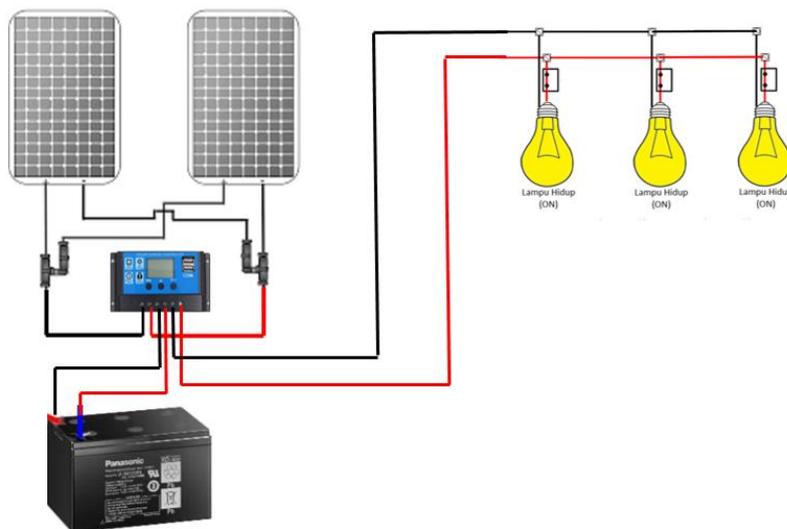
PLTS yang akan dikembangkan diharapkan dapat membantu suplai energi listrik yang sudah ada. Pembangunan PLTS merupakan salah satu upaya untuk melakukan penghematan konsumsi sumber energi fosil. Namun terdapat beberapa kendala yang muncul dalam pembangunan PLTS di Indonesia, salah satunya adalah kendala biaya. Solusi untuk menekan pengeluaran biaya investasi pada pembangunan PLTS yaitu dengan sistem *grid-connected*. Seperti yang telah disebutkan pada BAB II sistem *grid-connected* memiliki karakteristik tidak membutuhkan baterai sebagai media penyimpanan energi dikarenakan selalu terhubung dengan jaringan listrik. Dengan demikian maka biaya investasi dapat ditekan mengingat biaya baterai sampai saat ini masih sangat mahal.

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Menentukan output daya listrik solar cell 100 Wp

Untuk menentukan kapasitas daya listrik yang dihasilkan oleh modul solar cell berkapasitas 100 WP, ada beberapa hal yang akan dilakukan dengan salah satu cara untuk pengukuran langsung terbuka (Open circuit) serta untuk menentukan kapasitas modul solar cell dengan melakukan pengambilan data juga dapat dilakukan dalam kondisi short circuit yaitu dengan menentukan arus listrik yang dihasilkan pada modul solar cell menggunakan alat ukur AVO Meter, dengan mengetahui berapa tegangan listrik yang dihasilkan oleh modul solar cell kondisi cuaca tidak konstat dalam setiap jam, dari pengumpulan data tersebut dapat diketahui pada waktu jam berapa solar cell dapat menghasilkan energi listrik yang maksimal dengan kondisi cuaca tertentu.



Gambar 4.1 Perancangan Instalasi PLTS

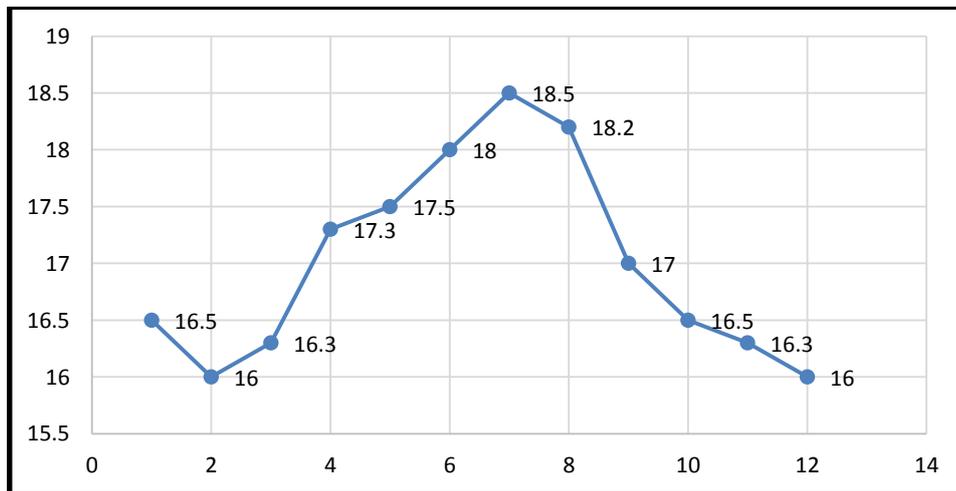
Hasil pengukuran tegangan listrik yang dihasilkan pada modul solar cell 100 WP dalam 1 hari penuh pada hari pertama (1).

Tabel 4.1 Hasil pengukuran tegangan listrik pada hari pertama (1)

Waktu	Tegangan
07.00	16.5
08.00	16

Waktu	Tegangan
09.00	16.3
10.00	17.3
11.00	17.5
12.00	18
13.00	18.5
14.00	18.2
15.00	17
16.00	16.5
17.00	16.3
18.00	16

Didapat tegangan rata-rata perhari dari hasil pengukuran pada tegangan listrik pada solar cell sebesar 17 Volt.



Gambar 4.1 Grafik hasil pengukuran tegangan

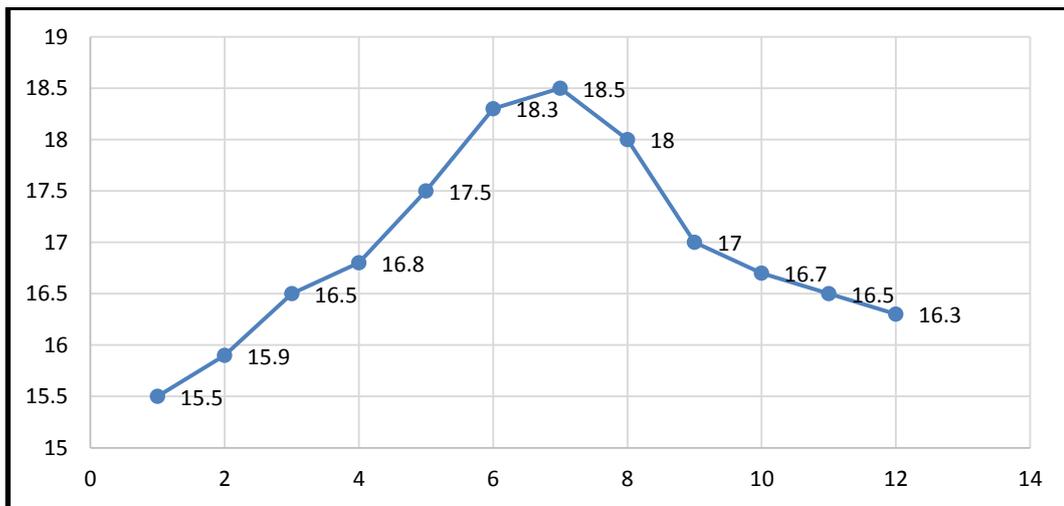
Gambar 4.1 merupakan grafik hasil pengukuran pada tegangan listrik pada solar cell pada hari pertama. Dan dari pengukuran tersebut didapatkan bahwa tegangan output pada solar cell sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca pada pancaran intensitas radiasi matahari ke bumi, pada saat pengukuran cuaca cerah.

Hasil pengukuran tegangan listrik yang dihasilkan pada modul solar cell 100 WP dalam 1 hari penuh pada hari ke dua (2).

Tabel 4.2 Hasil pengukuran tegangan listrik pada hari kedua (2)

Waktu	Tegangan
07.00	15.5
08.00	15.9
09.00	16.5
10.00	16.8
11.00	17.5
12.00	18.3
13.00	18.5
14.00	18
15.00	17
16.00	16.7
17.00	16.5
18.00	16.3

Didapat tegangan rata-rata perhari dari hasil pengukuran pada tegangan listrik pada solar cell sebesar 16,9 Volt.



Gambar 4.2 Grafik hasil pengukuran tegangan

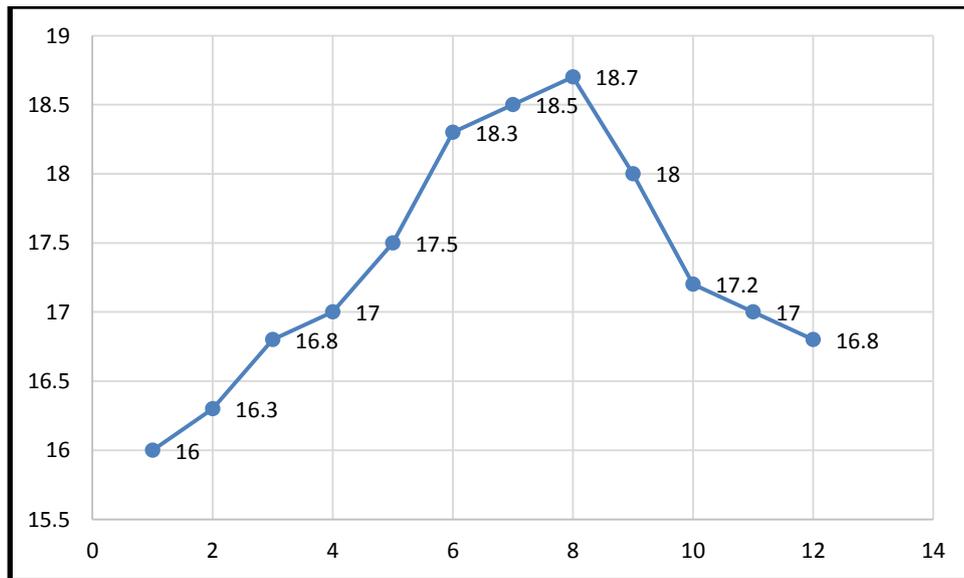
Gambar 4.2 Merupakan grafik hasil pengukuran pada tegangan listrik pada solar cell pada hari kedua. Dan dari pengukuran tersebut didapatkan bahwa tegangan output pada solar cell sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca pada pancaran intensitas radiasi matahari ke bumi., pada saat pengukuran cuaca cerah.

Hasil pengukuran tegangan listrik yang dihasilkan pada modul solar cell 100 WP dalam 1 hari penuh pada hari ketiga (3).

Tabel 4.3 Hasil pengukuran tegangan listrik pada hari ketiga (3)

Waktu	Tegangan
07.00	16
08.00	16.3
09.00	16.8
10.00	17
11.00	17.5
12.00	18.3
13.00	18.5
14.00	18.7
15.00	18
16.00	17.2
17.00	17
18.00	16.8

Didapat tegangan rata-rata perhari dari hasil pengukuran pada tegangan listrik pada solar cell sebesar 17.3 Volt.



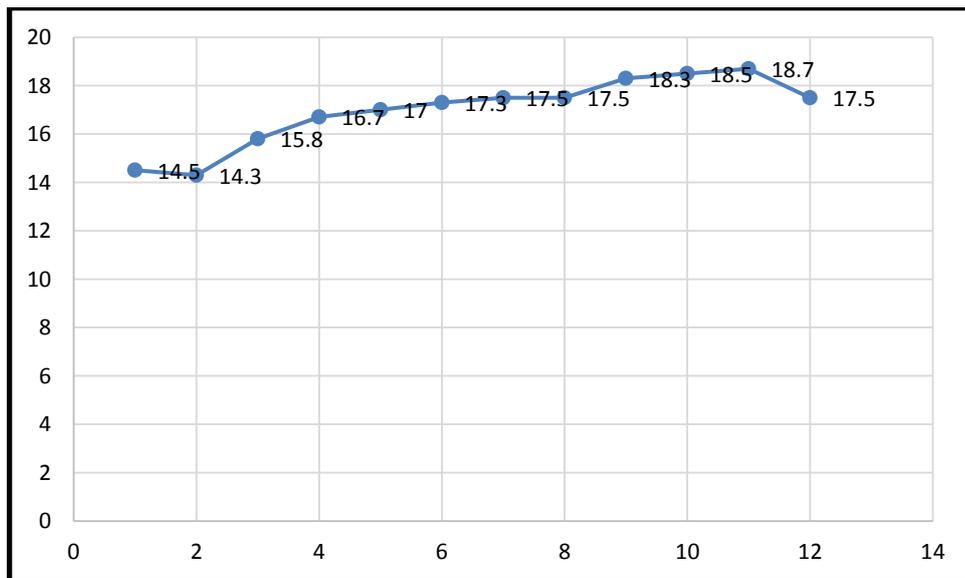
Gambar 4.3 Grafik hasil pengukuran tegangan

Gambar 4.3 Merupakan grafik hasil pengukuran pada tegangan listrik pada solar cell pada hari ketiga. Dan dari pengukuran tersebut didapatkan bahwa tegangan output pada solar cell sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca pada pancaran intensitas radiasi matahari ke bumi, pada saat pengukuran cuaca cerah.

Tabel 4.4 Hasil pengukuran tegangan listrik pada hari keempat (4)

Waktu	Tegangan
07.00	14.5
08.00	14.3
09.00	15.8
10.00	16.7
11.00	17
12.00	17.3
13.00	17.5
14.00	17.5
15.00	18.3
16.00	18.5
17.00	18.7
18.00	17.5

Didapat tegangan rata-rata perhari dari hasil pengukuran pada tegangan listrik pada solar cell sebesar 16.9 Volt.



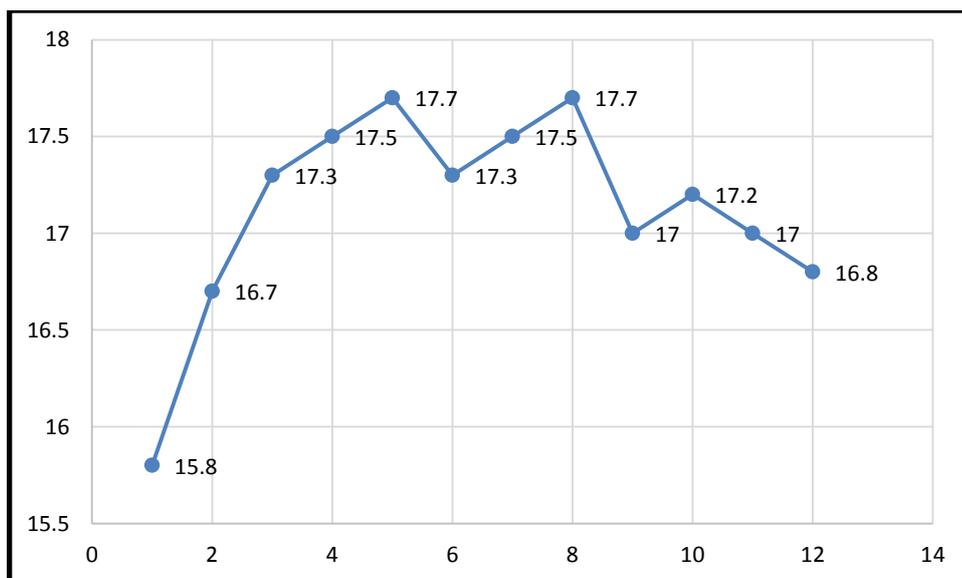
Gambar 4.4 Grafik hasil pengukuran tegangan

Gambar 4.4 Merupakan grafik hasil pengukuran pada tegangan listrik pada solar cell pada hari keempat. Dan dari pengukuran tersebut didapatkan bahwa tegangan output pada solar cell sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca pada pancaran intensitas radiasi matahari ke bumi, pada saat pengukuran cuaca mendung dan berawan.

Tabel 4.5 Hasil pengukuran tegangan listrik pada hari kelima (5)

Waktu	Tegangan
07.00	15.8
08.00	16.7
09.00	17.3
10.00	17.5
11.00	17.7
12.00	17.3
13.00	17.5
14.00	17.7
15.00	17
16.00	17.2
17.00	17
18.00	16.8

Didapat tegangan rata-rata perhari dari hasil pengukuran pada tegangan listrik pada solar cell sebesar 17.1 Volt.



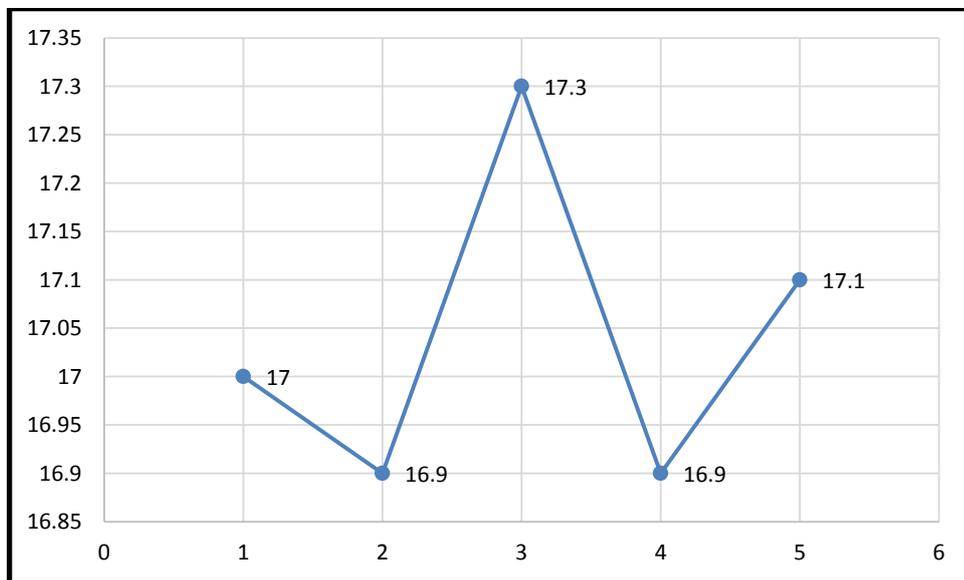
Gambar 4.5 Merupakan grafik hasil pengukuran pada tegangan listrik pada solar cell pada hari kelima. Dan dari pengukuran tersebut didapatkan bahwa tegangan output pada solar cell sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca pada pancaran intensitas radiasi matahari ke bumi, pada saat pengukuran cuaca cerah.

Dari hasil pengukuran selama lima hari di ambil rata-rata tegangan listrik pada solar cell pada table 4.6 di bawah ini.

Tabel 4.6 Hasil pengukuran rata-rata tegangan listrik pada solar cell

Hari	Tegangan Rata-rata perhari
1	17
2	16.9
3	17.3
4	16.9
5	17.1

Didapat tegangan rata-rata selama lima hari dari hasil pengukuran pada tegangan listrik pada solar cell selama lima hari sebesar 17.04 Volt.



Gambar 4.6 Merupakan grafik hasil pengukuran pada tegangan listrik pada solar cell pada selama lima hari.

#### 4.2 Hasil Perhitungan Daya Output Solar Cell 100 Wp

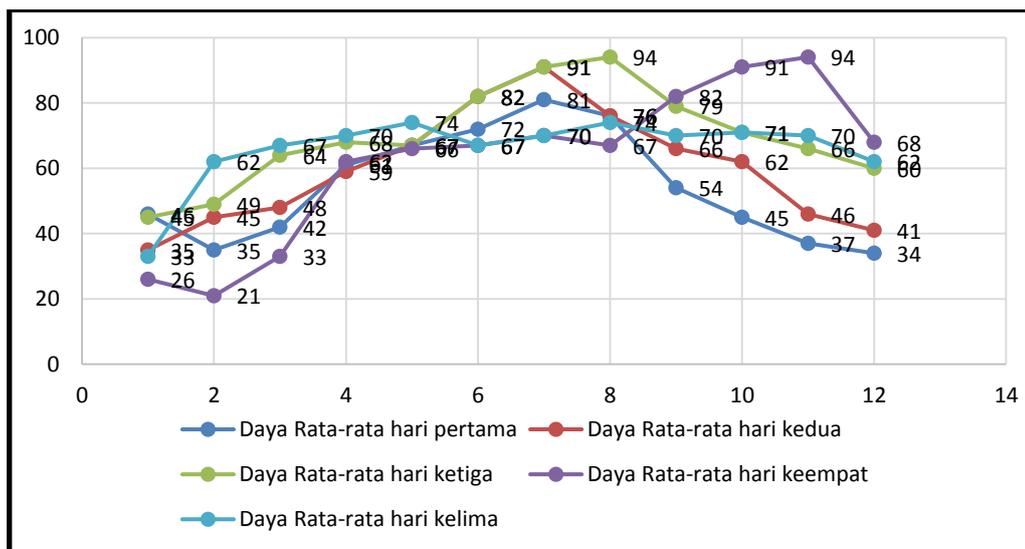
Setelah melakukan perhitungan daya rata-rata perhari selama 5 hari, maka didapatkan hasil daya listrik yang dihasilkan oleh modul solar cell 100 WP, pada table 4.7 dibawah ini.

Tabel 4.7 Hasil pengukuran daya listrik rata-rata pada solar cell

Waktu	Daya Rata-rata hari pertama	Daya Rata-rata hari kedua	Daya Rata-rata hari ketiga	Daya Rata-rata hari keempat	Daya Rata-rata hari kelima
07.00	46	35	45	26	33
08.00	35	45	49	21	62

Waktu	Daya Rata-rata hari pertama	Daya Rata-rata hari kedua	Daya Rata-rata hari ketiga	Daya Rata-rata hari keempat	Daya Rata-rata hari kelima
09.00	42	48	64	33	67
10.00	61	59	68	62	70
11.00	67	67	67	66	74
12.00	72	82	82	67	67
13.00	81	91	91	70	70
14.00	76	76	94	67	74
15.00	54	66	79	82	70
16.00	45	62	71	91	71
17.00	37	46	66	94	70
18.00	34	41	60	68	62

Didapat daya rata-rata selama lima hari dari hasil perhitungan daya listrik pada solar cell selama lima hari sebesar 68 Watt.



Gambar 4.7 Grafik Hasil Daya Output Solar cell

Dari hasil pengukuran selama 5 hari terdapat pada gambar grafik diatas didapatkan hasil kurang maksimal karena kondisi cuaca memasuki musim penghujan, dengan kapasitas modul solar cell 100 WP, jadi total energy yang disimpan dalam baterai adalah 240 Wh.

### Analisa perhitungan pemakai energy listrik

#### 1. Perhitungan Kapasistas Komponen Baterai

Dalam menentukan total kapasitas baterai yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan beban, berikut adalah rumus yang digunakan berasal dari persamaan 3.5 berikut :

Dengan,

$$N = \text{Back up baterai (1 Hari)} \quad V_s = 12 \text{ Volt}$$

$$E_d = \text{Jumlah Beban (200 W)} \quad \text{DOD} = 80 \%$$

$$Ah = 1 \times 200 \times 12 \times 0.8$$

$$Ah = 20$$

jadi kapasitas baterai yang dibutuhkan sebesar 20 Ah.

Untuk mengetahui besarnya jumlah energi yang disimpan dalam baterai (Wh), dapat dihitung menggunakan persamaan 3.6:

Dengan,

$$V_s = 12 \text{ V}$$

$$Ah = 20 \text{ Ah Wh}$$

$$= 12 \times 20 \text{ Wh}$$

$$= 240$$

jadi total energy yang disimpan dalam baterai adalah 240 Wh.

## 2. Menghitung Jumlah Panel

$$\text{Energi modul} = \text{Energi Beban} \times 130\%$$

Energi beban adalah energi harian sebesar 100 W, maka:

$$\text{Energi modul} = \text{Energi Beban} \times 130\%$$

$$\text{Energi modul} = 100 \times 130\%$$

$$\text{Energi modul} = 130 \text{ Wh}$$

Untuk menentukan Kapasitas PV, di perlukan data rata rata iradiasi Harian terendah dalam satu bulan dan harus mengetahui berapa besar energi yang di bangkitkan oleh modul. Setelah mendapatkan data rata-rata iradiasi harian terendah dalam satu bulan dan mengetahui berapa besaran energi Modul, maka dapat di temukan berapa Kapasitas PV yang harus di sediakan dengan persamaan (3.7).

Untuk data irradiasi dalam sebulan dapat terlihat bahwa rata rata Radiasi Hariannya dalam satu bulan dengan nominal sebesar 4.637 Wh/m<sup>2</sup> /days.

Maka untuk Kapasitas total PV yang di butuhkan adalah sebagai berikut:

$$P_{total} = Energi Modul G_{avg} \times G_{stc}$$

$$P_{total} = 2604637 \times 1000$$

$$P_{total} = 56.07 \text{ Wp}$$

Adapun untuk menentukan jumlah maksimal PV yang akan di pasang dapat menggunakan persamaan (3.9), karena kapasitas PV telah ditentukan menggunakan PV dengan kapasitas satuan maximal 50 Wp, maka P<sub>max</sub> PV satuan adalah 50 Wp.

$$Jumlah PV = P_{total} / P_{max PV}$$

$$Jumlah PV = 56.07 / 50$$

$$Jumlah PV = 1.12$$

Jadi jumlah PV yang di butuhkan untuk supply bagi baterai adalah sebanyak 1.12 Modul PV, dibulatkan menjadi 2 Modul PV.

### 3. Menentukan Kapasitas SCC (*Solar Charge Contoller*)

Dalam menentukan SCC, perlu diketahui berapa kapasitas panel surya yang digunakan. Karena kapasitas panel surya adalah 100 Wp, maka dibutuhkan SCC yang dapat menerima Daya 100 W dalam Tegangan kerja sistem (12V). Untuk menentukan Kapasitas Arus SCC, dapat menggunakan persamaan (3.10):

Diketahui:

$$I_{sc} \text{ Panel} = 3,23 \text{ A}$$

$$\text{Jumlah Panel} = 2 \text{ Buah}$$

$$I_{sc} = 3,23 \times 2$$

$$I_{sc} = 6,46 \text{ A}$$

jadi Spesifikasi yang dibutuhkan adalah SCC yang dapat menerima Arus 6,46 A dan dapat menerima daya 100 W dalam Tegangan Kerja 12V.

### 4. Menentukan Kapasitas Inverter

Dalam menentukan Inverter yang digunakan, harus memilih inverter yang tegangan kerjanya sama dengan tegangan kerja baterai. Menghitung kapasitas Inverter dapat menggunakan persamaan (3.11):

$$Kapasitas Inverter = W_{maks/beban} + (25\% * W_{maks/beban})$$

$$= 200 + (25\% * 200)$$

$$= 250 \text{ W}$$

karena terdapat Safety Factor sebesar 125%, maka rekomendasi spesifikasi Inverter yang dibutuhkan minimal 250 W.

#### 5. Menentukan Spesifikasi Sistem Proteksi

Untuk menghitung spesifikasi *fuse* dapat menggunakan persamaan berikut: menentukan fuse yang digunakan pada sambungan panel surya ke SCC (3.13) :

$$\begin{aligned} \text{Rating Arus} &= 1.4 \times I_{sc} \times \text{Jumlah Panel surya} \\ &= 1.4 \times 3.23 \times 2 \\ &= 9.004 \text{ A, dibulatkan menjadi } 10 \text{ A.} \end{aligned}$$

menentukan fuse yang digunakan pada sambungan SCC ke Baterai (3.14):

$$\begin{aligned} I_{fuse} &= I_{SCC} \times 100\% \\ &= 10 \times 100\% \\ &= 10 \text{ A} \end{aligned}$$

## **BAB 5**

### **KESIMULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Untuk memenuhi kebutuhan energy di peternak ayam kampung sangat bergantung pada listrik, salah satunya dibutuh untuk penerangan agar dapat menyelesaikan pekerjaan secara efektif.

1. Dari hasil pengukuran dan perhitungan didapat rata-rata selama lima hari dari hasil perhitungan daya listrik pada solar cell selama lima hari sebesar 68 Watt.
2. Sistem PLTS yang digunakan adalah sistem *Off-Grid* dimana sumber energi hanya diperoleh dari kapasitas panel dan energi disimpan dibaterai untuk digunakan pada saat malam hari. Dalam Sistem Off-Grid ini menggunakan komponen berupa Panel Surya, Solar Charge Controller, Baterai, dan beban serta menggunakan fuse sebagai proteksi.
3. Sesuai dengan perhitungan beban yang dibutuhkan, didapatkan bahwa untuk komponen Folating Photovoltaic dibutuhkan baterai dengan kapasitas 20 Ah yang dapat diisi oleh panel dengan spesifikasi 50 Wp berjumlah 2 buah yang disusun parallel dengan Effisiensi panel 18.53%. Dengan rekomendasi kapasitas invverter 250 W dan komponen proteksi yaitu fuse berkapasitas 10 A.

#### **5.2 Saran**

1. Tugas Akhir ini masih perlu dikembangkan sampai mencapai daya yang lebih besar lagi.
2. Untuk penelitian selanjutnya perlu dianalisa soal biaya supaya diketahui total biaya yang digunakan untuk membuat PLTS.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anibta, E. D., Hasan, H., Syukriyadin, S., Teknik, J., & Kuala, U. S. (n.d.). *Perancangan Sistem Monitoring dan Switching Kontrol Hubungan Seri-Paralel Panel Surya*. 66–71.
- Boedoyo, M. S. (2013). Potensi Dan Peranan Plts Sebagai Energi Alternatif Masa Depan Di Indonesia. *Jurnal Sains Dan Teknologi Indonesia*, 14(2). <https://doi.org/10.29122/jsti.v14i2.919>
- Budiarta, A. D., Handoko, S., & Zahra, A. (2021). *Tenaga Surya Sistem Hybrid Pada Atap Kandang Ayam Closed House Di Tualang Kabupaten Serdang Bedagai*. 10(2), 345–353.
- Burhan, P., Wibowo, S. H., & Watoni, M. A. (2022). *STUDI PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DENGAN KAPASITAS 250 WP Pengajar Jurusan Teknik Elektro , Politeknik Negeri Banjarmasin*. 22(2), 108–115.
- Darma, S., 2017. analisa perkiraan kemampuan daya yang dibutuhkan untuk perencanaan PLTS. *Jurnal Ampere*, 2, no.1, 18.
- Elektro, T., Teknik, F., Muhammadiyah, U., & Utara, S. (2018). *Harmonisa Pada Rangkaian Inverter Satu Fasa*. 1(1).
- Fattah, A. H., Faridah, R., Harnita, A., & Amalia, N. (2023). *Pengaruh Pengaturan Suhu dan Kelembaban di Kandang Closed House Terhadap Performa Broiler*. 6(1), 12–20.
- H Kara, O. A. M. A. (2014). Pengertian dan Fungsi SCC (Solar Charge Controller). *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*, 7(2), 107–115.
- Hamid, R. M., Rizky, R., Amin, M., & Dharmawan, I. B. (2016). Rancang Bangun Charger Baterai Untuk Kebutuhan UMKM. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 4(2), 130. <https://doi.org/10.32487/jtt.v4i2.175>
- Hakim, M. F., 2017. Perancangan Rooftop Off Grid Solar Panel Pada Rumah Tinggal. *Jurnal Dinamika Dotcom*, 8(1), 1–11.
- Ing.Bagus Ramadhani, M. S., 2018. Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya : Dos & Don' ts. In *Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya* (p. 277).
- Jatmiko, P., Prasetyo, D., dan Wulandari, N., 2016. Rancang Bangun Mobil Surya V-1CT0RY- POLINERI. *Jurnal Teknik Mesin*, 5, 1–15.

- Julisman, A., Sara, I. D., & Siregar, R. H. (2017). Prototipe Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Pada Sistem Otomasi Atap Stadion Bola. *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, Dan Elektro (KITEKTRO)*, 2(1), 35–42.
- Kierby, J., 2012. Pengisian Baterai Handphone dengan Solar cell. 1(1), 2011–2012. Retrieved from [https://repository.usd.ac.id/5042/2/105114043\\_full.pdf](https://repository.usd.ac.id/5042/2/105114043_full.pdf)
- Marom, A. T., Kalsum, U., & Ali, U. (2017). Evaluasi Performans Broiler pada Sistem Kandang Close House dan open house dengan altitude berbeda. *Dinamika Rekasatwa*, 2(2), 1–10.
- Muchammad, H. S. (2016). Peningkatan Efisiensi Modul Surya 50 Wp Dengan Penambahan Reflektor. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Ke-2*, A.45–A.50.
- Oktavia, H., Rochmi, S. E., Suprayogi, T. W., & Legowo, D. (2021). Weight Gain and Feed Conversion of Broiler Chickens in Reviewed from Cage Temperature and Humidity. *Journal of Applied Veterinary Science And Technology*, 2(1), 5. <https://doi.org/10.20473/javest.v2.i1.2021.5-9>
- Palembang, U. (2017). Analisa Perkiraan Kemampuan Daya Yang Dibutuhkan Untuk Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts). *Jurnal Ampere*, 44(8), 1689–1699.
- Partaonan Harahap, Benny Oktrialdi, Rimbawati, Balisranislam, Muhammad Adam, & Zaharuddin. (2023). Installation of PLTS as a Source of Electricity for Enhancement of Chicken Farming Business in Percut Sei Tuan Sub-District Deli Serdang District. *Dinamisia : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(4), 1111–1117. <https://doi.org/10.31849/dinamisia.v7i4.15353>
- Pedaging, A., Di, B., Karya, G., & Pontianak, T. (n.d.). 1), 2), 3).
- Putra, G. S., & Yuhendri, M. (2020). Implementasi Sistem Kendali MPPT Panel Surya Berbasis Algoritma Incremental Conductance. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 1(2), 218–223.
- Rusliansyah. (2019). Analisa Mcb 2 Ampere Pada Kwh Meter 30 Rumah Di Desa Jambat Balo Kec. Pagaralam Selatan Kota Pagaralam. *Politeknik Negeri Samarinda*, 91(5), 1689–1699.
- Santoso, G., Hani, S., Abdullah, S., & Pratama, Y. I. (2021). Pemanfaatan

- Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Sumber Energi Listrik Cadangan Budidaya Burung Puyuh Dilengkapi Dengan Automatic Transfer Switch (Ats). *Jurnal Elektrikal*, 8(2), 45–52.
- Santoso, P. P. A., Nopriandy, F., Ningsih, I. F. B., Anjiu, L. D., & Kurniawan, I. (2022). Pengaruh Bentuk Rangkaian Panel Surya Terhadap Kuat Arus, Tegangan dan Daya. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, Dan Material*, 6(1), 26. <https://doi.org/10.30588/jeemm.v6i1.996>
- Suherman, A., Tri Priane, W., & Salmah, A. (2017). Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida Di Pulau Panjang. *Gravity: Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Fisika GRAVITY*, 3(1).
- Teknik, F., & Elektro, J. T. (2020). *Perancangan dan Pembuatan Sistem Monitoring Suhu Ayam , Suhu dan Kelembaban Kandang untuk Meningkatkan Produktifitas Ayam Broiler*. 17(1), 33–39.
- Warsito, A., Adriono, E., Nugroho, M. Y., & Winardi, B. (2013). Dipo Pv Cooler, Penggunaan Sistem Pendingin Temperatur Heatsink Fan Pada Panel Sel Surya (Photovoltaic) Sebagai Peningkat Kerja Eergi Listrik Baru Terbarukan Metode. *Teknik Elektro*.
- Wicaksana, A., & Rachman, T. (2018). 濟無No Title No Title No Title. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 3(1), 10–27.
- Yusfika. (2022). *Rancangan Sistem Plts Untuk Peterenakan*.



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### DATA PRIBADI

Nama Lengkap : Sandi Purnnawan  
Alamat : Jl. Kutalimbaru Desa Tuntungan Gg. Bina Karsa  
Npm : 1907220071  
Tempat/Tanggal Lahir : Medan, 07 September 2002  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
Agama : Islam  
Status : Belum Menikah  
No Telepon/Whatsapp : 085950001875  
Email : sandipurnnawan88@gmail.com  
Tinggi/Berat Badan : 175 cm/65 kg  
Kewarganegaraan : Indonesia

### DATA ORANG TUA

Nama Ayah : Gunawan  
Nama Ibu : Purwati  
Alamat Orang Tua : Jl. Kutalimbaru Desa Tuntungan Gg. Bina Karsa

### RIWAYAT PENDIDIKAN

2007-2013 : SD Swasta Budi Agung Medan  
2013-2016 : SMP Negeri 38 Medan  
2016-2019 : SMK Sinar Husni Medan  
2019-2023 : S1 Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah  
Sumatera Utara