

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1. Pengertian Perencanaan

Berdasarkan pengertiannya, perencanaan atau *planning* (dalam bahas Inggris) adalah hal yang mengacu pada serangkaian kegiatan masa depan. Desain juga bisa dianggap perencanaan. Selain itu, beberapa personal memandang desain sebagai “persiapan” terkait pengambilan keputusan berupa langkah-langkah untuk memecahkan suatu masalah atau pelaksanaan suatu pekerjaan yang diarahkan guna mencapai tujuan maupun target tertentu yang disebut perencanaan dalam aspek ilmu manajemen. Serta menurut argumen William H. Newman dalam bukunya yang berjudul “*Administrative Action Techniques Of Organization And Management*” menyatakan bahwa perencanaan adalah menentukan apa yang akan dilakukan (Hasibuan et al., 2022). Perencanaan mengandung rangkaian-rangkaian putusan yang luas dan penjelasan-penjelasan dari tujuan, penentuan kebijakan, penentuan program, penentuan metode, dan prosedur tertentu serta penentuan kegiatan berdasarkan jadwal sehari-hari. (Suryapermana, 2016)

Dalam tugas akhir ini, perencanaan merupakan susunan dari rumusan yang sistematis dari pelaksanaan penelitian guna menciptakan efisiensi dan efektifitas yang lebih dalam meraih tujuan maupun target penelitian serta mendapatkan hasil pengkajian dan pembahasan penelitian tersusun, terstruktur, dan beraturan. Sehingga dapat membantu mempermudah dalam mengimplementasikan hasil penelitian.

## **2.2. Energi Listrik**

Energi listrik adalah energi yang dihasilkan dari pergerakan partikel bermuatan, seperti elektron, melalui konduktor atau sirkuit listrik. Secara sederhana, energi listrik memungkinkan kita untuk menggerakkan berbagai perangkat elektronik dan menjalankan berbagai macam aktivitas sehari-hari. Pengertian energi listrik adalah kemampuan untuk melakukan atau menghasilkan usaha listrik (kemampuan yang diperlukan untuk memindahkan muatan dari satu titik ke titik yang lain). Energi listrik merupakan penggerak bagi semua komponen listrik yang dipakai pada semua kegiatan di instansi maupun industri. (Melipurbowo, 2016)

Energi listrik merupakan komponen krusial dalam menunjang aktivitas di berbagai sektor, termasuk industri, transportasi, perkantoran, dan rumah tangga. Pada perkantoran, listrik sangat dibutuhkan untuk menjalankan berbagai macam aktifitas. Kebutuhan listrik pada sektor perkantoran sangat beragam, mencakup penerangan, penghawaan (AC), perangkat elektronik seperti komputer dan printer, serta peralatan kantor lainnya. Dalam menghadapi peningkatan kebutuhan energi akibat pertumbuhan populasi dan perkembangan teknologi, pengembangan sumber energi listrik alternatif serta penerapan strategi efisiensi energi menjadi prioritas utama. Langkah ini bertujuan untuk memastikan keberlanjutan pasokan energi listrik sekaligus meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan dan ketergantungan pada sumber energi fosil.

## **2.3. Matahari**

Matahari merupakan salah satu benda langit dengan pengaruh besar sebagai sumber alami dan sumber energi utama cahaya untuk kehidupan seluruh makhluk

dan juga benda di bumi. Benda langit satu ini terdiri dari kelompok gas hidrogen dan helium (kelompok gas berpijar) serta fusi nuklir atau proses peleburan terjadi di dalamnya di mana atom hidrogen bergabung membentuk helium karena suhu dan tekanan yang sangat tinggi. Hal tersebut menyebabkan banyaknya pelepasan energi yang dipancarkan ke bumi dalam bentuk pancaran cahaya dan panas dengan energi yang tinggi. Proses fusi nuklir atom hidrogen yang menghasilkan gas helium di dalam matahari memungkinkan keberlanjutannya selama jutaan tahun. (Sulistari, 2023)

### **2.3.1. Radiasi Matahari**

Radiasi matahari merupakan faktor alam yang sangat penting bagi kehidupan manusia dan memiliki kapasitas yang tidak cepat habis. Intensitas radiasi matahari datanya sangat penting untuk pemodelan cuaca dan iklim karena dapat mengukur jumlah panas yang dipertukarkan antara permukaan dan atmosfer. Perubahan intensitas radiasi matahari yang mencapai permukaan bumi memberikan kontribusi pada pola iklim dalam berbagai rentang waktu. Potensi energi matahari di suatu daerah dapat dilihat dari Lama Penyinaran Matahari (LPM) yang dikenal dengan kolerasi Angstrom. LPM ini merupakan indeks iklim yang memungkinkan untuk mengukur durasi sinar matahari. Radiasi yang masuk ke atmosfer bumi mengalami beberapa proses seperti sebagian radiasi terbau oleh partikel di atmosfer, sebagian dari radiasi diserap oleh partikel-partikel tersebut, dan sebagiannya lagi diserap oleh permukaan bumi. Singkatnya, radiasi matahari dapat dimanfaatkan melalui dua metode, yakni pemanfaatan secara langsung

menggunakan teknologi fotovoltaik dan pemanfaat termal. (Mubiyn & Ilminnafik, 2024)

### **2.3.2. Pemanfaatan Energi Matahari**

Ditinjau dari pemanfaatannya, energi matahari atau seringkali disebut energi surya sanggup menyediakan energi listrik yang dikumpulkan langsung dari cahaya matahari. Dan Indonesia sebagai negara tropis mempunyai karakteristik cahaya matahari yang baik (intensitas cahaya tidak fluktuatif) dibandingkan dengan tenaga angin seperti di negara-negara empat musim. Dan untuk memanfaatkan potensinya, terdapat dapat dua macam teknologi yang sudah diterapkan yaitu: (Put & Sapriansyah, 2020)

1. Teknologi Energi Sel Surya Fotovoltaik, digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik, pompa air, televisi, telekomunikasi, dan informasi.
2. Teknologi Energi Surya Termal, yang umumnya digunakan untuk memasak (kompor surya), mengeringkan hasil pertanian (perkebunan, perikanan, kehutanan, tanaman pangan) dan memanaskan air.

### **2.4. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)**

Pembangkit Listrik Tenaga Surya atau PLTS merupakan pembangkit listrik yang memanfaatkan sumber energi sinar matahari. Pembangkit jenis ini menggunakan sel surya pada panel untuk mengubah energi radiasi matahari atau foton dan yang kemudian diubah menjadi energi listrik serta terdapat lapisan dari silikon murni dan bahan semikonduktor yang terkandung di dalamnya berperan sebagai penyusun utama. PLTS termasuk pembangkit ramah lingkungan, tidak menghasilkan polusi maupun limbah berbahaya bagi lingkungan saat sedang beroperasi. Radiasi matahari, suhu sel surya, orientasi panel surya, dan *shadow*

*leverages* merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi daya keluaran sel surya. (Windarta et al., 2021)

Secara lebih rinci, Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah sebuah sistem yang digunakan untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek *photovoltaic* di mana terjadi fenomena fisika pada permukaan sel surya (*sollar cell*) ketika menerima cahaya. Selanjutnya, cahaya yang diterima tersebut diubah menjadi energi listrik. Hal ini disebabkan karena adanya energi foton cahaya membebaskan elektron-elektron sehingga mengalir dalam sambungan semikonduktor tipe n dan p yang pada akhirnya menimbulkan arus listrik.

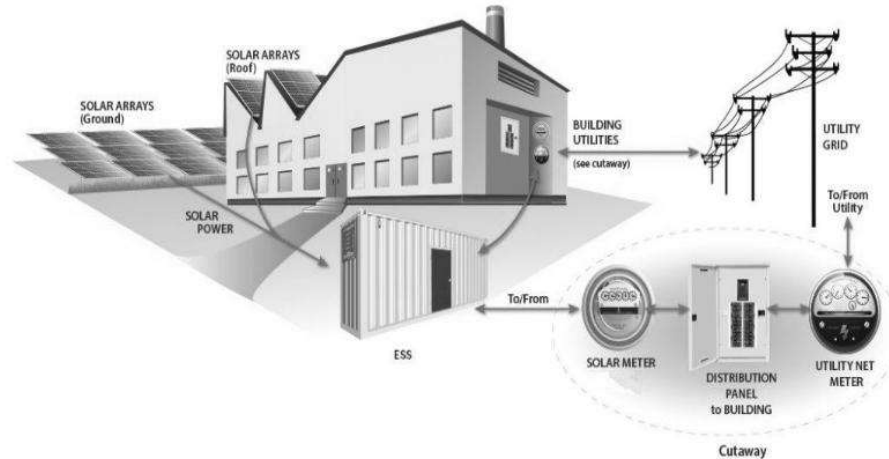
Penggunaan PLTS sebagai salah satu sumber energi ini sejalan dengan Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT PLN (Persero) Tahun 2021 – 2023 di mana rencana pemerintah untuk mendorong kecukuoan tenaga listrik dengan program 35 GW serta kebijakan pengembangan Energi Baru Terbarukan (EBT). Kemudian, jenis PLTS yang saat ini berkembang adalah salah satunya PLTS di atap bangunan atau disebut dengan PLTS *Rooftop* yang telah di atur melalui Peraturan Menteri ESDM No. 49 Tahun 2019 sebagaimana telah diubah melalui Peraturan Menteri ESDM No. 13 Tahun 2019. Dengan adanya peraturan tersebut, implementasi PLTS *Rooftop* mampu mendukung pencapaian target pemanfaatan EBT sekitar 23% pada tahun 2025. (Nurjaman & Purnama, 2022)

## **2.5. Jenis-Jenis Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)**

Pada sistem pembangkit listrik tenaga surya, konfigurasi terhadap jaringan yang terhubung dibedakan menjadi tiga, yaitu PLTS yang dihubungkan langsung

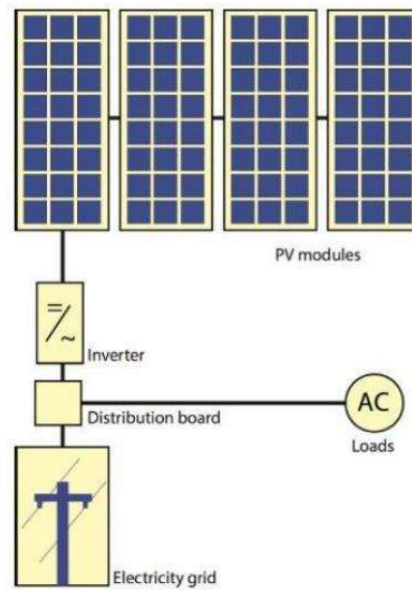
dengan jaringan PLN (PLTS *On-Grid*). Sistem PLTS yang tidak dihubungkan ke jaringan PLN atau yang biasa disebut *Off-Grid* atau *Stand-Alone*. Dan PLTS yang sistemnya digabung dengan jenis pembangkit lain atau biasa disebut sistem PLTS *Hybrid*. (Hasanah et al., 2018)

### 2.5.1. PLTS *On-Grid*



Gambar 2.1. PLTS *On-Grid*  
(Sumber: Hasanah et al., 2018)

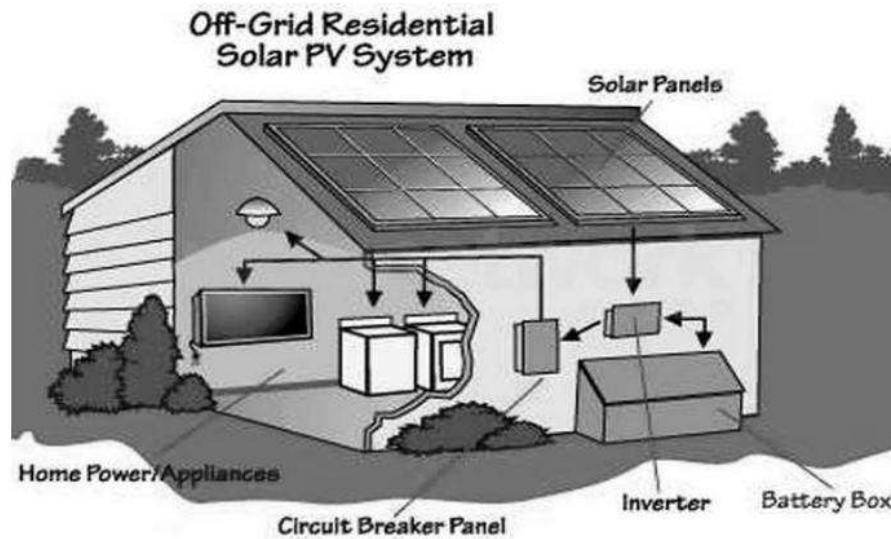
Gambar 2.1. merupakan gambaran dari sistem PLTS terinterkoneksi (*On-Grid*) atau bisa disebut juga dengan *Grid Connection PV System* adalah sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan radiasi matahari untuk menghasilkan listrik dan memiliki sistem terhubung dengan jaringan PLN dengan mengoptimalkan pemanfaatan energi matahari melalui modul surya atau *photovoltaic* modul yang menghasilkan listrik semaksimal mungkin. Pembangkit jenis ini dianggap ramah lingkungan dan bebas emisi. Selain itu, sistem PLTS terinterkoneksi juga merupakan sebuah solusi *green energy* bagi masyarakat perkotaan baik perkantoran maupun perumahan yang bertujuan meminimalkan penggunaan suplai listrik maupun memperkecil tagihan rekening listrik dari PLN serta dapat memberikan nilai tambah kepada pemiliknya.



Gambar 2.2. Skema PLTS *On-Grid*  
(Sumber: Parapa, 2022)

Gambar 2.2. menunjukkan skema implementasi dari PLTS tipe *on-grid*. Dengan kata lain PLTS sistem *on-grid* terhubung ke jaringan melalui inverter yang mengubah daya DC menjadi listrik AC. Pada prinsipnya, sistem ini tidak memerlukan baterai, karena terhubung ke jaringan yang bertindak sebagai penyangga di mana kelebihan pasokan listrik panel surya *photovoltaik* dikirim. (Parapa, 2022)

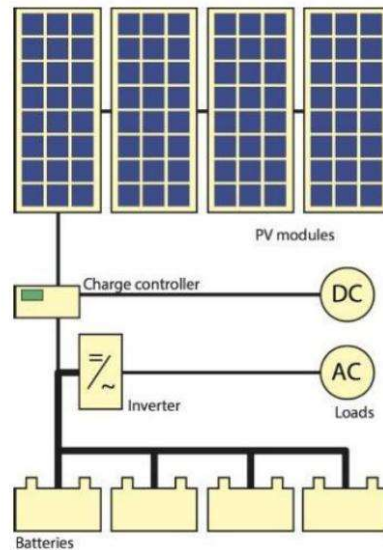
### 2.5.2. PLTS *Off-Grid*



Gambar 2.3. PLTS *Off-Grid*  
(Hasanah et al., 2018)

Gambar 2.3. menunjukkan contoh penggunaan sistem pembangkit listrik tenaga surya terpusat (*Off-Grid*) yang merupakan sistem pembangkit listrik dengan memanfaatkan radiasi matahari tanpa terhubung dengan jaringan PLN atau dengan kata lain satu-satunya sumber pembangkitnya yaitu hanya menggunakan radiasi matahari dengan bantuan panel surya atau *photovoltaic* untuk dapat menghasilkan energi listrik sistem PLTS *Off-Grid* serta hanya dimanfaatkan untuk daerah yang tidak terjangkau pasokan listrik dari PLN seperti daerah pedesaan terpencil.

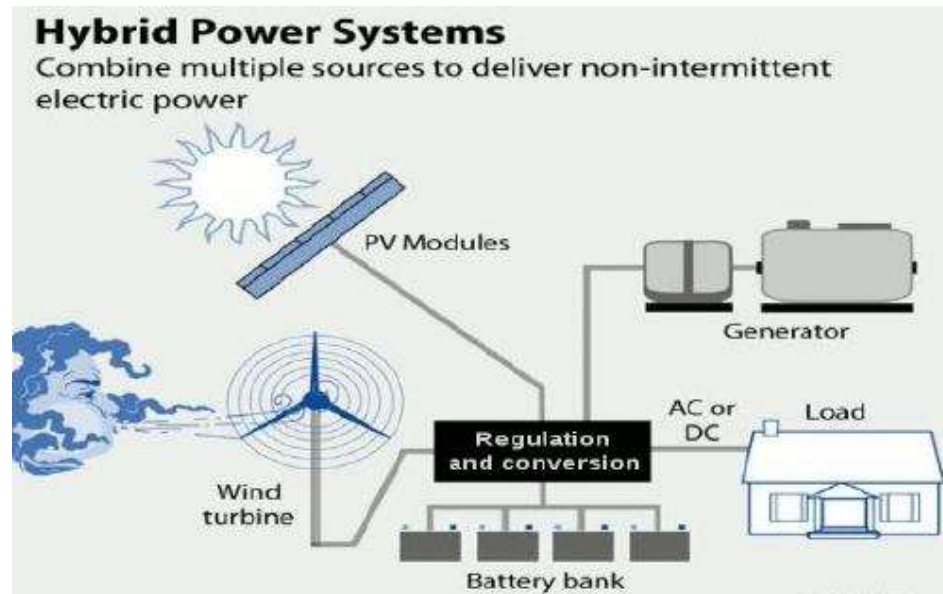




Gambar 2.4. Skema PLTS *Off-Grid*  
(Sumber: Parapa, 2022)

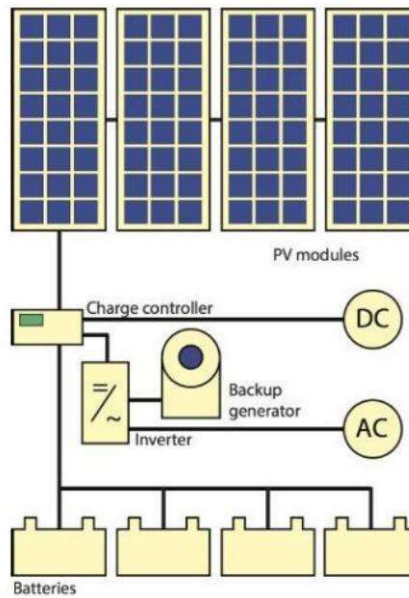
Gambar 2.4. menunjukkan skema PLTS tipe *off-grid* dimana PLTS jenis ini hanya mengandalkan tenaga surya yang terdiri dari modul *photovoltaic* (PV) dan beban saja atau dapat mencakup baterai untuk penyimpanan energi. Saat menggunakan pengontrol pengisian baterai disertakan, yang memutuskan baterai dari modul PV saat terisi penuh, dan dapat memutuskan sambungan beban untuk mencegah baterai habis di bawah batas tertentu. Baterai yang digunakan harus memiliki kapasitas yang cukup untuk menyimpan energi yang dihasilkan pada siang hari untuk digunakan pada malam hari dan selama periode cuaca buruk, misalnya pada kondisi musim hujan atau cuaca mendung di mana modul PV tidak cukup mendapat sinar matahari. (Parapa, 2022)

### 2.5.3. PLTS *Hybrid*



Gambar 2.5. *Hybrid Power System*  
(Sumber: Safitri et al., 2019)

Gambar 2.5. menampilkan implementasi dari penggunaan PLTS jenis *hybrid* atau sering dikenal sebagai *hybrid power system* dimana sistem hibrida menggabungkan modul PV dengan mode kelistrikan yang saling melengkapi dengan pembangkit listrik lainnya seperti diesel, gas, atau turbin angin. Untuk mengoptimalkan berbagai suplai listrik, sistem hibrida biasanya memerlukan kontrol yang lebih canggih daripada sistem yang berdiri sendiri atau sistem PV yang terhubung ke jaringan. Misalnya, dalam kasus sistem PV/diesel, mesin diesel harus dihidupkan ketika baterai mencapai tingkat pelepasan tertentu, dan berhenti ketika baterai mencapai status memadai. Generator cadangan dapat digunakan untuk mengisi ulang baterai saja atau untuk memasok beban juga. (Parapa, 2022)



Gambar 2.6. Skema PLTS *Hybrid*  
(Sumber: Parapa, 2022)

Gambar 2.6. merupakan skema PLTS tipe *hybrid* secara sederhana yang memperlihatkan bahwa sumber listrik tidak hanya berasal dari sel surya tetapi juga terdapat sumber lainnya yaitu generator sebagai *back-up*.

## 2.6. Komponen Utama Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

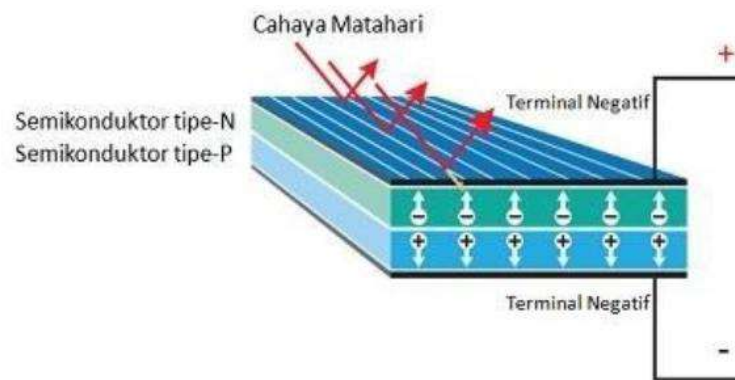
Pembangkit listrik tenaga surya merupakan rangkaian dari beberapa komponen yang disatukan guna menciptakan suatu sistem pembangkit listrik dengan sumber pembangkitan tenaga surya atau tenaga matahari. Adapun komponen utamanya adalah sebagai berikut:

### 2.6.1. Sel Surya Dan Panel Surya

*Photovoltaic cell* merupakan sebuah *semiconductor device* yang memiliki permukaan luas, terdiri dari rangkaian diode tipe P dan N. Cahaya sinar matahari yang mengenai sel surya menghasilkan elektron dengan muatan positif dan *hole* mengalir membentuk arus listrik searah, elektron akan meninggalkan sel surya dan mengalir pada rangkaian luar, sehingga timbul arus listrik, dan prinsip ini dikenal

sebagai *photoelectric*. Kapasitas arus yang dihasilkan tergantung pada intensitas cahaya maupun panjang gelombang cahaya yang jatuh pada sel surya.

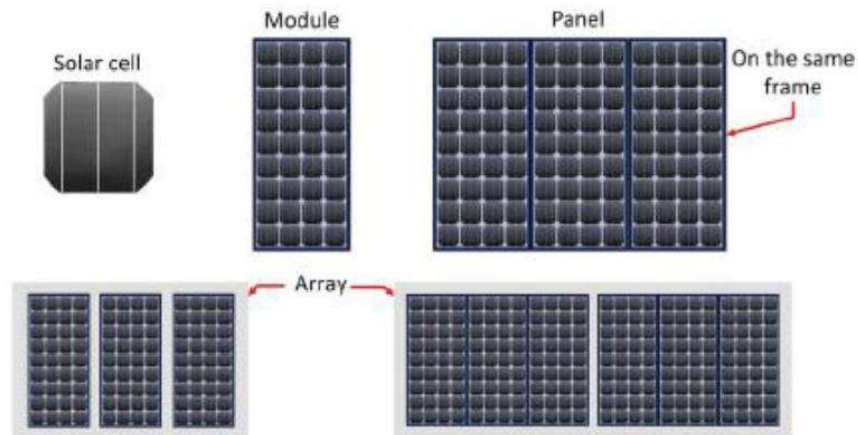
Intensitas cahaya menentukan jumlah foton, makin besar intensitas cahaya yang mengenai permukaan sel surya makin besar pula foton yang dimiliki sehingga makin banyak pasangan elektron dan *hole* dihasilkan yang mana dapat mengakibatkan besarnya arus yang mengalir. Sedangkan makin pendek panjang gelombang cahaya maka makin tinggi energi foton sehingga makin besar energi elektron yang dihasilkan, dan berimplikasi pada makin besarnya arus yang mengalir. Sel surya dapat tereksitasi karena terbuat dari material semikonduktor yang mengandung unsur silikon. Silikon terdiri atas dua jenis lapisan sensitif yakni lapisan negatif yaitu tipe N dan lapisan positif yaitu tipe P.



Gambar 2.7. Struktur Dasar Sel Surya  
(Sumber: Arifin et al., 2022)

Gambar 2.7. memperlihatkan struktur dasar sel surya sekaligus gambaran kinerja sel surya terhadap matahari. *Photovoltaic cell* terbuat dari material mudah pecah dan juga berkarat, sehingga perlu dilapisi dengan lapisan kaca atau plastik yang kedap air. Sel dibuat dalam bentuk panel-panel dengan ukuran sekitar 10 sampai dengan 15 cm<sup>2</sup>, sehingga untuk bisa mendapatkan cakupan daya yang besar,

modul surya dapat dihubungkan baik secara seri atau paralel, dalam beberapa modul membentuk *array*. (Handani et al., 2023)



Gambar 2.8. Skema Sel Dan Panel Surya  
(Sumber: Handani et al., 2023)

Gambar 2.8. menunjukkan skema sel serta gambaran rangkaian sel yang terdapat pada panel surya. Panel surya terdiri atas dua jenis yang biasanya terdapat di pasaran yaitu:

1. Tipe *Poly Crystalline*, merupakan tipe panel surya yang memiliki bahan dasar *silicon* kristal banyak.



Gambar 2.9. Panel Surya *Polycrystalline*  
(Sumber: Handani et al., 2023)

Gambar 2.9. memperlihatkan panel surya jenis *polycrystalline* dimana tipe *poly* lebih sering digunakan karena harganya yang relatif murah. Namun kelemahan tipe jenis ini adalah nilai efisiensinya yang rendah sehingga membutuhkan lebih banyak panel surya untuk bisa menghasilkan energi listrik yang sama dengan tipe *mono*. Tetapi kelebihan dari tipe ini adalah dapat menghasilkan energi listrik yang maksimal ketika kondisi cuaca berawan atau mendung.

2. Tipe *Mono Crystalline*, merupakan tipe sel surya yang bahan dasarnya terbuat dari *silicon* kristal tunggal.



Gambar 2.10. Panel Surya *Monocrystalline*  
(Sumber: Handani et al., 2023)

Gambar 2.10. menunjukkan panel surya tipe *monocrystalline* dimana tipe mono memiliki harga yang relatif lebih mahal. Kekurangan dari tipe mono ini yaitu tingkat efisiensinya turun apabila kondisi cuaca mendung atau berawan, hal ini berbanding terbalik dengan tipe *poly*. Kelebihannya

yaitu jumlah panel surya yang dibutuhkan lebih sedikit untuk menghasilkan energi listrik yang cukup besar.

3. Tipe *Thin Film Solar Cell* , jenis sel surya ini diproduksi dengan cara menambahkan satu atau beberapa lapisan material sel surya yang tipis ke dalam lapisan dasar.



Gambar 2.11. *Thin Film Solar Cell*  
(Sumber: Safitri et al., 2019)

Gambar 2.11. menunjukkan jenis panel surya berbahan *thin film*. Sel surya jenis ini sangat tipis karenanya sangat ringan dan fleksibel. Jenis ini dikenal juga dengan nama TFPV (*Thin Film Photovoltaic*). (Safitri et al., 2019)

Dalam implementasinya, setiap kenaikan temperatur udara sebesar 1°C pada panel surya berakibat pada daya yang dihasilkan panel surya berkurang sebesar 0,5%. Sehingga besar daya yang berkurang dari panel surya dapat dihitung menggunakan persamaan 2.1 berikut ini: (Rahman et al., 2021)

$$P_{mpp}^{\circ C} = 0,5\% \times P_{mpp} \times \Delta t \quad (2.1)$$

Dimana  $P_{\circ C}$  merupakan daya pada saat naik dari suhu standar dengan satuan watt,  $P_{mpp}$  adalah daya keluaran maksimal dari panel surya dengan satuan watt, dan  $\Delta t$  yaitu kenaikan suhu dengan satuan derajat celcius (°C).

Kemudian untuk menentukan penentuan daya keluaran maksimum panel surya pada saat temperatur panel surya naik di nilai suhu maksimum kondisi lapangan terdeteksi, dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.2 berikut:

$$P_{mpp \text{ suhu maksimum terdeteksi } ^\circ C} = P_{MPP} - P_{\circ C} \quad (2.2)$$

Dengan keterangan bahwa  $P_{MPP}$  merupakan *rated power max* atau  $P_{max}$  dari spesifikasi panel yang digunakan dengan satuan *watt peak* (Wp).

Kemudian dilanjutkan dengan penentuan nilai faktor koreksi temperatur/TCF (*Temperature Correction Factor*) yang dapat diperhitungkan dengan menggunakan permasamaan 2.3 seperti berikut ini:

$$TCF = \frac{P_{mpp^{\circ C}}}{P_{MPP}} \quad (2.3)$$

Selanjutnya untuk menentukan luas PV area dilakukan perhitungan dengan persamaan 2.4 berikut ini:

$$PV \text{ Area} = \frac{E_b}{G_{sr} \times TCF \times \eta_{PV} \times \eta_{ef}} \quad (2.4)$$

Dengan keterangan sebagai berikut:

PV Area = Luas permukaan panel surya ( $m^2$ )

$E_b$  = Energi yang dibangkitkan (kWh/hari)

$G_{sr}$  = Intensitas matahari harian ( $kW/m^2/hari$ )

TCF = *Temperature Coefficient Factor* (%)

$\eta_{PV}$  = Efisiensi panel surya (%)

$\eta_{ef}$  = Efisiensi keluaran (%)

Besar daya yang dibangkitkan oleh PLTS ( $P_{wp}$  dengan satuan watt) dapat diperhitungkan dengan persamaan 2.5 berikut ini:

$$P_{wp} = PV \text{ Area} \times PSI \times \eta_{PV} \quad (2.5)$$



PSI merupakan *peak solar insolation* dengan satuan  $W/m^2$ . Sehingga dapat dilakukan perhitungan jumlah panel surya menggunakan persamaan 2.6 berikut ini:

$$\text{Jumlah Panel Surya} = \frac{P_{wp}}{P_{mpp}} \quad (2.6)$$

### 2.6.2. Solar Charger Controller (SCC)

*Solar charger controller* (SCC) merupakan alat yang digunakan untuk menyalurkan energi dari panel surya ke dalam baterai yang berfungsi juga untuk mencegah terjadinya *over charging* pada baterai. Penggunaan SCC ditujukan agar umur baterai bisa lebih panjang.

Selain kemampuan proteksi *over charging*, SCC juga memiliki kemampuan untuk mengatur arus *charging* yang dihasilkan panel surya. Ketika proses *charging* baterai berlangsung, di mana ketika tegangan baterai mendekati batas maksimal yang diatur pada SCC, maka *controller* akan menurunkan nilai *arus charging*.

Untuk pemilihan kapasitas SCC yang digunakan perlu diperhatikan kemampuan dari arus *charging* yang dimiliki SCC. Dan untuk pengaturan tegangan *charging* harus memperhatikan jenis baterai yang digunakan sehingga nantinya sesuai dengan jenis baterainya. Apabila memilih tegangan *charging* yang tidak sesuai dengan jenis baterai akan berakibat pada kerusakan atau degradasi baterai. (Handani et al., 2023)

Kapasitas *charger controller* dapat ditentukan dengan perhitungan menggunakan persamaan 2.7 berikut ini:

$$C_{SCC} = \frac{D_w \times S_f}{V_{mpp}} \quad (2.7)$$

Dengan keterangan:

$C_{SCC}$  = Kapasitas dari *charger controller* (A)

$D_w$  = *Demmand* (W)

$S_f$  = *Safety Factor* / faktor keamanan yang ditentukan sebesar 1,25

### 2.6.3. Baterai

Penyimpanan baterai menggunakan cara elektro-kimia adalah bentuk energi semi-teratur. Listrik yang dihasilkan dari penyimpanan baterai mudah diubah menjadi panas atau cahaya, tetapi proses konversi dalam baterai relatif tidak efisien. Jenis baterai dikategorikan sebagai primer dan sekunder. Baterai primer tidak dapat dibalik. Dengan kata lain baterai jenis ini tidak dapat diisi ulang dan dibuang setelah energi dikonsumsi. Sel baterai sekunder dapat diisi ulang. Efisiensi baterai sekunder biasanya berkisar pada 70 hingga 80% untuk siklus pulang-pergi (pengisian dan pengosongan). (Safitri et al., 2019)

Baterai memiliki fungsi untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya dalam bentuk energi arus searah. Energi yang disimpan pada baterai berfungsi sebagai cadangan (*back up*), yang dipergunakan saat panel surya tidak menghasilkan energi listrik, contohnya saat malam hari atau saat cuaca mendung. Selain itu, tegangan keluaran cenderung lebih stabil. Satuan kapasitas energi yang disimpan pada baterai adalah *ampere hour* (Ah), yang diartikan bahwa arus maksimum yang dapat dikeluarkan baterai selama satu jam.

Namun, dalam proses pengosongan (*discharge*), baterai tidak boleh dikosongkan hingga titik maksimumnya. Hal ini dikarenakan agar baterai bertahan lebih lama umur pakainya, atau minimal tidak mengurangi umur pakai yang ditentukan. Batas pengosongan dari baterai disebut dengan istilah *depth of discharge* (DOD), dinyatakan dalam satuan persen, biasanya sebesar 80%. (Handani et al., 2023)

Kapasitas baterai dapat ditentukan atau diketahui dengan melakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan 2.8:

$$C = \frac{D_N \times E_{day}}{V_s \times DOD \times \eta_{ef}} \quad (2.8)$$

Dengan keterangan:

$C$  = Kapasitas baterai ( $Ah$ )

$D_N$  = Jumlah hari otonomi (hari)

$E_{day}$  = Konsumsi energi harian (kWh)

$V_s$  = Tegangan baterai (volt)

$DOD$  = Maksimum pengosongan baterai (%) dengan ketentuan 80% atau 0,8

#### 2.6.4. Inverter

Inverter adalah alat elektronika yang berfungsi untuk mengubah dari sumber tegangan arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC) dengan besaran tegangan dan frekuensinya dapat diatur. *Input* dari inverter ialah sumber-sumber arus DC seperti baterai (*accu*) atau sel surya (*solar cell*). Dalam memilih inverter perlu memperhatikan beberapa hal yaitu memperhatikan kapasitas daya beban yang terpasang, pemilihan input DC yang harus sama dengan sumber, bentuk gelombang keluaran inverter, *sine wave* maupun *square wave* untuk tegangan *output* AC dimana pemilihan ini disesuaikan dengan nilai efisiensi inverter.

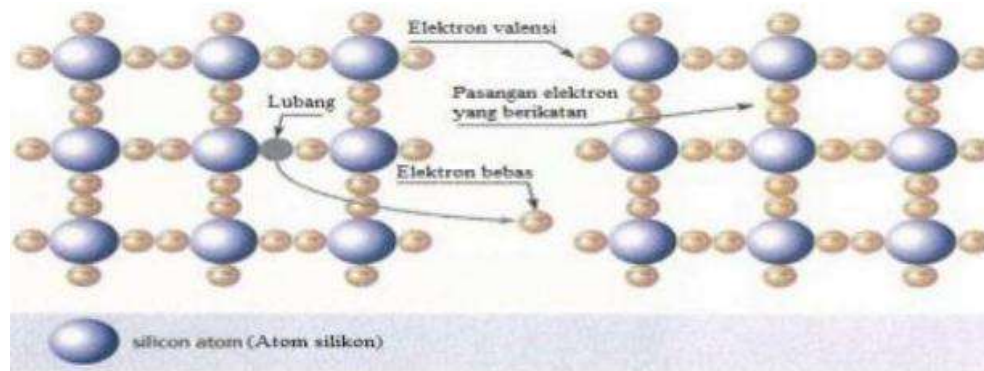
Rugi-rugi / *losses* yang terjadi pada inverter biasanya berupa dissipasi daya dalam bentuk panas. Pada umumnya nilai efisiensi inverter berkisar pada 50-90% tergantung dengan beban *output*nya. Bila beban *output* semakin mendekati beban kerja inverter, maka nilai efisiensi pada inverter akan semakin besar dan sebaliknya. (Handani et al., 2023)

Kapasitas inverter ( $CI_v$ ) dengan satuan watt dapat diperhitungkan dengan menggunakan persamaan 2.9:

$$CI_v = D_w \times S_f \quad (2.9)$$

## 2.7. Sistem Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Diawali dengan kerja panel surya (*solar cell*) di mana sel surya yang memainkan peran utama dalam memaksimalkan potensi besar energi matahari mencapai bumi. Persimpangan P-N atau persimpangan semikonduktor tipe P dan tipe N, adalah cara kerja sel surya konvensional. Elektron adalah komponen dasar ikatan atom yang membentuk semikonduktor ini. Struktur atom semikonduktor tipe N memiliki kelebihan elektron atau muatan negatif, sedangkan semikonduktor tipe P memiliki kelebihan lubang atau muatan positif. Doping bahan dengan atom dopan dapat menyebabkan kondisi memiliki terlalu banyak elektron dan lubang.



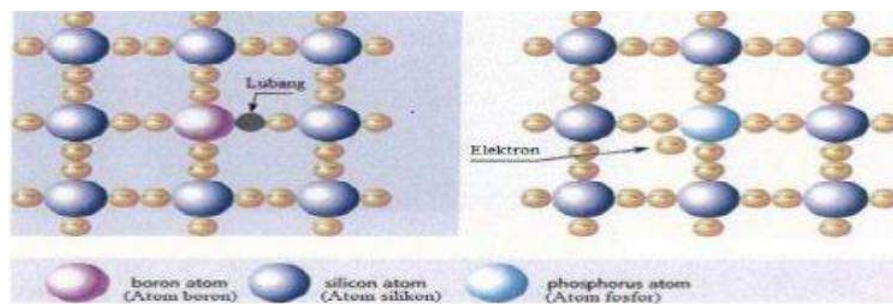
Gambar 2.12. Kondisi Struktur Kristal Silikon Dan Konduktivitas Intrinsik Elektron

(Sumber: Hasibuan et al., 2022)

Gambar 2.12. menunjukkan kondisi struktur silikon dan konduktivitas intrinsik elektron dimana sambungan P-N menghasilkan listrik medan sehingga bahan kontak dapat mengekstrak elektron dan lubang untuk menghasilkan listrik. Ketika semikonduktor tipe P dan tipe N bersentuhan, kelebihan elektron akan berpindah dari tipe N ke tipe P, masing-masing menciptakan kutub positif dan

negatif pada semikonduktor tipe N. Ketika sinar matahari mengenai P-N *junction*. Susunan elektron dan *hole* ini menciptakan medan listrik yang menyebabkan *hole* bergerak menuju kontak positif sembari menunggu elektron datang. Hal ini menyebabkan elektron berpindah dari semikonduktor ke kontak negatif, di mana mereka diubah menjadi listrik.

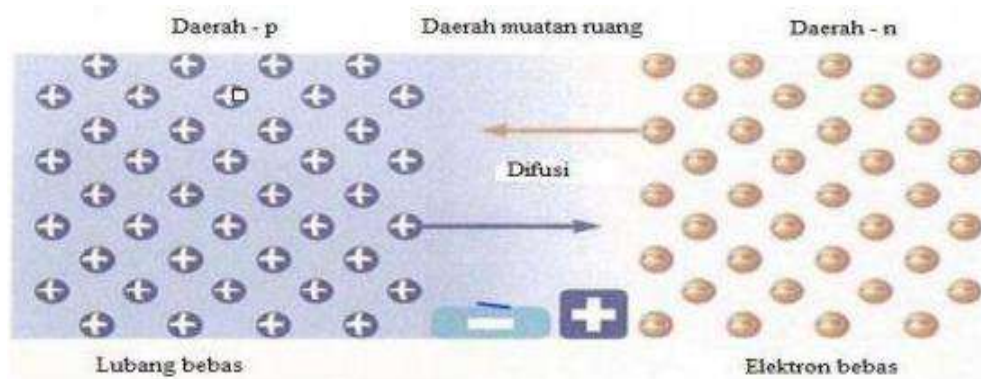
Listrik tidak dapat dihasilkan dengan menggunakan konduktivitas intrinsik. Doping kisi kristal dilakukan dengan sengaja agar bahan silikon dapat digunakan untuk menghasilkan energi. Doping atom mengaju pada praktik ini. Kulit elektron terluar dari atom-atom ini memiliki satu elektron lagi (*fosfor*) atau satu elektron lebih sedikit (*boron*) daripada silikon. Dalam kisi kristal, “atom” pengotor dihasilkan oleh doping atom.



Gambar 2.13. Kondisi Ekstrintik Di Dalam Silikon Dengan Doping P Dan N (Sumber: Hasibuan et al., 2022)

Gambar 2.13. menunjukkan kondisi ekstrinsik silikon dengan doping P dan N. Setiap atom fosfor dalam kisi memiliki kelebihan elektron ketika fosfor didoping N. karena mereka dapat bergerak di sekitar kristal dengan bebas, elektron ini membawa muatan listrik. Setiap atom boron dalam kisi memiliki lubang, atau ikatan elektron yang hilang, ketika boron digunakan sebagai P doing. Lubang ini dapat diisi oleh elektron dari atom silikon yang terdekat. Konduksi pengotor dan konduksi ekstrinsik adalah istilah untuk metode konduktivitas berdasarkan atom

doping. Muatan bebas tidak dapat bergerak ke arah yang benar mengingat bahan doping P atau N. Persimpangan P-N (positif – negatif) dibuat ketika lapisan semikonduktor yang didoping P dan N digabungkan bersama-sama. Kelebihan elektron dari lapisan semikonduktor N berdifusi ke dalam lapisan semikonduktor P di persimpangan ini. Akibatnya, sebuah daerah dengan beberapa pembawa muatan bebas dibuat. Daerah muatan ruang adalah nama yang diberikan untuk daerah ini. Selama tran periode posisi, atom doping bermuatan positif tetap di daerah N dan atom doping bermuatan negatif tetap di daerah P. Karena gerakan pembawa muatan berlawanan dengan medan listrik yang diciptakan, difusi tidak berlanjut terus menerus.



Gambar 2.14. Daerah Ruang Muatan Sambung P-N  
(Sumber: Hasibuan et al., 2022)

Gambar 2.14. menunjukkan bentuk daerah ruang muatan pada P-N *junction*. Foton diserap oleh elektron dalam sel surya yang terbuat dari semikonduktor P-N ketika terkena cahaya. Elektron yang dilepaskan ditarik melalui medan listrik ke daerah N sebagai akibat dari energi yang masuk memutuskan ikatan antara elektron. Untuk sampai ke daerah P, lubang yang baru terbentuk bermigrasi ke arah yang berlawanan. Efek *photovoltaic* mencakup semua proses ini. Sel surya mengalami tegangan dengan hasil penyebaran pembawa muatan ke dalam kontak listrik. Sel

surya yang menghasilkan tegangan rangkaian terbuka ( $V_{OC}$ ) ketika tidak ada beban. Arus listrik akan mengalir jika rangkaian listrik di tutup. (Hasibuan et al., 2022)

Sebuah generator yang mengubah energi matahari menjadi energi listrik dikenal sebagai PLTS atau pembangkit listrik tenaga surya. Sel surya di panel surya mengalami transformasi ini. PLTS menghasilkan listrik DC (*Direct Current*) melalui penggunaan sinar matahari, yang kemudian dapat diubah menjadi AC (arus listrik bolak-balik). PLTS pada hakikatnya adalah pembangkit listrik yang dapat diatur untuk memenuhi kebutuhan listrik skala kecil hingga besar baik secara mandiri maupun *hybrid*. (Putra & Rangkuti, 2016)

Panel surya akan mengambil dan menggunakan energi yang di keluarkan matahari. BCU (*Battery Control Unit*), yang mengontrol atau mengatur pengisian baterai yang dihasilkan panel surya adalah komponen PLTS lainnya. Energi yang tersimpan kemudian akan ditransferkan ke beban, yang dapat berupa beban DC atau AC. Namun, beban AC harus terlebih dahulu dialihkan dari arus dan tegangan baterai menggunakan inverter. Inverter berfungsi untuk mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC, yang kemudian dihubungkan ke peralatan bertenaga listrik. (Ramadhan & Rangkuti, 2016)

## **2.8. Menentukan Kapasitas Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Surya**

Agar sistem pembangkit listrik tenaga surya dapat bekerja dengan baik dan umur pemakaian sistem bertahan lebih lama, maka penentuan kapasitas tiap komponen PLTS wajib diperhatikan dengan baik, berikut adalah beberapa cara menentukan komponen PLTS: (Fernanda et al., 2021)

a. Menentukan Kebutuhan Daya Listrik

Dengan menghitung daya yang dibutuhkan oleh masing-masing peralatan yang akan disuplai oleh PV *system*. Perhitungan dapat dilakukan menggunakan persamaan 2.10:

$$Beban\ Total = \Sigma Beban \times P \times t \quad (2.10)$$

Beban total dengan satuan watt/hari didapat dari jumlah beban terpasang dikalikan dengan besar daya beban (P) dengan satuan watt dan waktu pemakaian (t) dalam satuan jam.

b. Kapasitas Baterai

Kapasitas baterai dalam suatu perencanaan PLTS dipengaruhi oleh faktor otonomi, yaitu keadaan baterai dapat menyuplai beban secara menyeluruh ketika tidak ada energi yang masuk ke panel surya. Besarnya kapasitas total baterai yang dibutuhkan dalam suatu PLTS dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.11:

$$Ah = \frac{N \times E_d}{V_s \times DOD} \quad (2.11)$$

Dengan,

Ah = Kapasitas Baterai (*ampere hour*)

E<sub>d</sub> = Konsumsi Energi Dalam Sehari (*joule/hari*)

N = Jumlah *Autonomous Day*

V<sub>s</sub> = Tegangan Baterai (*volt*)

DOD = *depth of discharge* (%)

Dan untuk mengetahui besarnya jumlah energi yang disimpan dalam baterai dengan satuan *watt-hour* (Wh) dapat digunakan persamaan 2.12:

$$W_h = V_s \times Ah \quad (2.12)$$



c. Panel Surya

Panel surya merupakan komponen utama yang berfungsi untuk merubah energi cahaya dalam bentuk foton menjadi energi listrik dengan menggunakan efek *photovoltaic*. 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 dapatkan dibangkitkan oleh sebuah sistem PLTS dapat dihitung dengan persamaan 2.13:

$$E_{modul} = E_{beban} \times 130\% \quad (2.13)$$

Dengan asumsi prakiraan kenaikan beban 30%. Maka setelah didapatkan total energi modul, maka harus ditentukan rata-rata iradiasi harian terendah dengan menggunakan persamaan 2.14:

$$P_{total} = \frac{E_{modul}}{G_{avg} \times G_{stc}} \quad (2.14)$$

Dengan,

$P_{total}$  = Daya Total Kebutuhan (*watt peak*)

$G_{avg}$  = Iradiasi matahari rata-rata dalam 1 hari ( $Wh/m^2/hari$ )

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

Dalam memilih modul PV yang akan digunakan dalam analisis perencanaan ini, tingkat efisiensi modul merupakan faktor utama yang harus diperhatikan, karena semakin besar efisiensi, maka semakin besar pula daya yang akan dihasilkan. Adapun untuk menentukan jumlah maksimal PV yang akan dipasang dapat diperhitungkan dengan menggunakan persamaan 2.15:

$$\Sigma PV = \frac{P_{total}}{P_{maxPV}} \quad (2.15)$$

Dengan  $\Sigma PV$  merupakan jumlah panel yang akan dipasang dan  $P_{maxPV}$  merupakan daya maksimal dari PV yang digunakan (*watt*).

d. SCC

Untuk menentukan spesifikasi SCC dalam sistem PLTS, dapat menggunakan persamaan 2.16 berikut ini:

$$I_{SCC} = I_{SC \text{ Panel}} \times \Sigma PV \quad (2.16)$$

Dengan,

$I_{SCC}$  = Arus SCC (*ampere*)

$I_{SC \text{ Panel}}$  = Arus yang terdapat pada panel surya (*ampere*)

$\Sigma PV$  = Banyaknya panel surya

Dan untuk menentukan jumlah SCC yang dibutuhkan dalam sistem PLTS, dapat dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan 2.17:

$$N_{SCC} = \frac{\text{Total } W_P}{\text{Maks Output SCC}} \quad (2.17)$$

Dengan,

$N_{SCC}$  = Jumlah SCC

Total  $W_P$  = Jumlah daya yang dihasilkan panel (*watt*)

Maks *Output* SCC = Daya keluaran maksimal SCC (*watt*)

e. Inverter

Untuk menentukan kapasitas inverter dalam suatu sistem PLTS, dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.18:

$$\text{Kapasitas Inverter} = W_{maks/beban} + (25\% \times W_{maks/beban}) \quad (2.18)$$

Atau dalam artian kapasitas inverter memiliki *rating* 125% dari jumlah daya beban.

f. Komponen Proteksi Pada PLTS

Pada sistem PLTS semua komponen bekerja dalam arus DC. Sedangkan sistem arus AC bekerja dari *output* inverter hingga distribusi beban AC. Proteksi digunakan untuk meminimalisir resiko kegagalan sistem PLTS, untuk sistem DC menggunakan proteksi berupa *fuse*.

Untuk menentukan *fuse* yang digunakan pada sambungan panel surya ke SCC dapat dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan 2.19 dan 2.20:

$$\text{Rating Tegangan} = 1,2 \times V_{OC} \times \Sigma PV \quad (2.19)$$

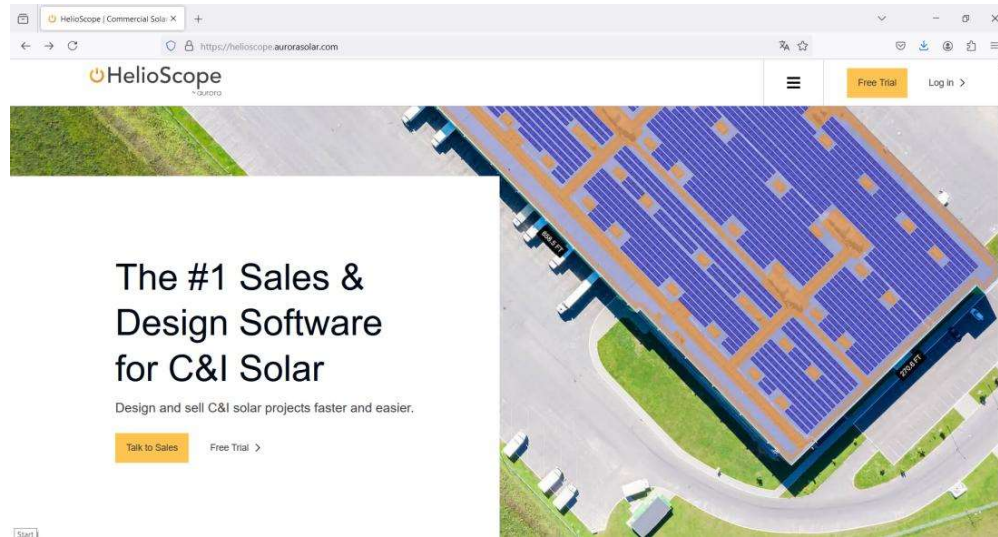
$$\text{Rating Arus} = 1,4 \times I_{SC} \times \Sigma PV \quad (2.20)$$

Dengan keterangan bahwa 1,2 merupakan nilai koefisien *rating tegangan*, 1,4 merupakan nilai koefisien *rating arus*,  $I_{SC}$  merupakan arus panel surya (*ampere*), dan  $V_{OC}$  merupakan tegangan panel surya (*volt*). Selain itu, untuk menentukan *fuse* yang digunakan pada sambungan SCC ke baterai, dapat dilakukan perhitungan menggunakan persamaan 2.21:

$$I_{fuse} = I_{SCC} \times 100\% \quad (2.21)$$

$I_{fuse}$  merupakan *rating arus* dengan satuan *ampere* (A).

## 2.9. HelioScope



Gambar 2.15. Tampilan Awal HelioScope *Website*

Gambar 2.15. menunjukkan tampilan dari *website* HelioScope yang merupakan sebuah perangkat lunak berbasis web yang dikembangkan oleh Folsom Labs dan memungkinkan penggunanya untuk melakukan simulasi atau perencanaan berupa tampilan 3D sehingga pengguna dapat mengetahui potensi bayangan ataupun performa masing-masing PV yang akan ditempatkan (Karuniawan, 2021).

## 2.10. *State Of The Art*

Penelitian mengenai Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) telah dilakukan berbagai pihak dengan perbedaan *variable* yang digunakan. Hasil dari penelitian tersebut dituangkan dalam penulisan sehingga dapat dijadikan referensi guna menjadi pembanding atau pemahaman lebih lanjut mengenai penelitian yang diteliti. Di bawah ini Tabel 2.1. merupakan studi yang berkaitan dengan penelitian yang sedang dilakukan.

Tabel 2.1. Jurnal Terkait Penelitian

No.	Judul Jurnal	Nama Peneliti	Tempat, Tahun Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Analisis Teknis Dan Ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Surya <i>Off-Grid</i> Menggunakan <i>Software</i> PVYSyst Usaha Mikro Kecil Dan Menengah (UMKM) <i>Coffeeshop Remote Area</i>	Jaka Windarta, Susatyo Handoko, Khilmi Nafadinanto Irfani, Sunan Muqtasida Masfuha, dan Candra Halim Itsnareno	Universitas Diponegoro – Semarang, 2021	Sistem PLTS <i>Off-Grid</i> yang di rancang pada penelitian ini memiliki kombinasi variasi panel surya dengan baterai menggunakan dua merk panel surya dan dua merk baterai. Listrik yang dihasilkan dari PLTS berkisar antara 672 – 675 kWh per tahun dan di mana masing-masing variasi ini dianggap tidak layak karena memiliki nilai NPV kurang dari 0, namun nilai investasi PLTS pada penelitian ini masih jauh lebih hemat dan murah bila dibandingkan menggunakan sumber listrik genset maupun sistme <i>charging</i> baterai dari PLN. Nilai NPV terbesar dari hasil penelitian ini adalah sebesar Rp -19.201.195.
2.	Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif	Bambang Hari Purwoto, Jatmiko, Muhamad Alimul F, dan Ilham Fahmi Huda	Universitas Muhammad Iyiah Surakarta, 2024	Penelitian ini bertujuan memberikan gambaran jelas mengenai efisiensi penggunaan panel surya sebagai sumber energi alternatif jika dibandingkan dengan penggunaan generator/genset sebagai sumber energi untuk peralatan listrik. Dimana hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan panel surya sebagai sumber energi alternatif untuk menyuplai beban listrik lebih efisien

No.	Judul Jurnal	Nama Peneliti	Tempat, Tahun Penelitian	Hasil Penelitian
				jika dibandingkan dengan menggunakan genset sebagai sumber dayanya. Hal tersebut berkaitan dengan biaya investasi dan biaya operasional panel surya yang lebih murah.
3.	Kajian Kualitas Daya Listrik PLTS Sistem <i>Off-Grid</i> Di STT-PLN	Aas Wasri Hasanah, Tony Koerniawan Yuliansyah	Sekolah Tinggi Teknik – PLN, 2018	Penelitian ini mengkaji kualitas daya listrik PLTS <i>Off-Grid</i> dengan beban motor tiga fasa berdaya 1,5 kW dan tiga buah lampu pijar dengan daya 100 W. Nilai THD dari masing-masing beban hasil penelitian dinyatakan bahwa nilai total distorsi arus dan nilai distorsi tegangan, masih di atas batas standar yang ditetapkan IEEE 519-1992 sebesar 5%. Sedangkan hasil pengukuran tegangan listrik pada masing-masing beban dinyatakan masih sesuai batas acuan yang diijinkan SPLN 1:1995 yakni +5% dan -10%.
4.	Nilai Ekonomis Penggunaan Solar Cell Terhadap Genset Sebagai Catu Daya Pada <i>Base Transceiver Station</i> (BTS) Telkomsel Di Lokasi Kelapa Dua Kabupaten Banyuasin	Dian Eka Putra dan Higus Sapriansyah	Universitas Palembang, 2020	Kegiatan penelitian yang dilakukan adalah penelitian aspek ekonomi dalam penggunaan <i>solar cell</i> pada BTS komunikasi dibandingkan menggunakan bahan bakar minyak untuk operasionalnya. <i>Cost saving</i> yang didapatkan dengan menggunakan <i>solar cell</i> terhadap biaya operasional genset CDC per tahun mencapai Rp 160.704.750. Dengan kebutuhan <i>photovoltaic</i> di objek penelitian adalah

No.	Judul Jurnal	Nama Peneliti	Tempat, Tahun Penelitian	Hasil Penelitian
				Modul PV hubungan seri sebanyak 40 buah dan <i>solar charge controller</i> sebanyak 3 unit.
5.	Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem <i>Off-Grid</i> Di Desa Bungku Kecamatan Bajubang Kabupaten Batanghari Jami	Iyan Torag Hasibuan	Universitas Jambi, 2022	Penelitian ini melakukan perencanaan anggaran biaya untuk menciptakan PLTS <i>Off-Grid</i> dengan total butuh energi listrik pada fasilitas umum di objek kajian sebesar 25.126 Wh, kebutuhan inverter sebesar 8000 W, baterai dengan kapasitas 2.800 Ah, panel sebesar 6.000, dan <i>solar charge controller</i> 40 A sebanyak 3 unit untuk memenuhi kebutuhan suplai listrik fasilitas umum di lokasi objek kajian untuk penggunaan di Masjid, Sekolah Dasar, dan Polides.
6.	Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Secara Mandiri Untuk Rumah Tingg	Sandro Putra, Ch. Rangkuti	Universitas Trisakti, 2016	Pelaksanaan penelitian ini bertujuan untuk melakukan perencanaan PLTS guna memenuhi kebutuhan listrik secara mandiri pada rumah tinggal tuoe 36 dengan totoal kebutuhan daya listrik per harinya sebesar 2876 Wh. Panel surya yang digunakan dalam perencanaan dapat menghasilkan daya sebesar 300 Wp. Dengan asumsi 1 hari tanpa sinar matahari, sehingga diperoleh biaya investasi awala sebesar Rp 98.946.000 dan biaya tahunan PLTS selama umur pakai 25 tahun sebesar Rp 11.637.840.

No.	Judul Jurnal	Nama Peneliti	Tempat, Tahun Penelitian	Hasil Penelitian
7.	Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Atap Gedung Harry Hartanto Universitas Trisakti	S.G., Ramadhana, Ch. Rangkuti	Universitas Trisakti, 2016	Hasil penelitian ini berupa perancangan PLTS atap dengan total area 855 m <sup>2</sup> di dapat panel yang digunakan berkapasitas 300 Wp sebanyak 312 buah dan inverter berkapasitas 20 kW sebanyak 5 buah. Daya yang dihasilkan sebesar 131.323,1 kWh/tahun dengan investasi awal sebesar Rp 2.869.777.544 dan biaya pemeliharaan Rp 28.697.775/tahun. <i>Pay Back Period</i> akan tercapai selama 8 tahun 5 bulan dan nilai NPV investasi menghasilkan nilai positif. Jika dibandingkan rata-rata umur pemakaian panel surya yang mencapai 25 tahun, maka dapat disimpulkan bahwa pembuatan PLTS dengan menggunakan rancangan ini akan menghasilkan <i>income</i> yang baik untuk masa yang akan datang.
8.	Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Untuk Suplai Daya Sistem Pemberian Pakan Ikan Otomatis	Galuh Prawestru Citra Handani, Binar Surya Gumilang, Afidah Zuroida	Politeknik Negeri Malang, 2022	Penelitian ini mencakup perancangan PLTS <i>Off-Grid</i> dengan analisis beban untuk sistem pemberian pakan ikan lele otomatis. Hasil perancangan dengan beban sebesar 1867 watt/jam diperoleh tipe modul <i>polycrystalline</i> sebanyak 1 buah dengan kapasitas 50 Wp, <i>solar charge controller</i> rating 2A dengan model Tracer2206AN, kapasitas baterai VRLA 200 Ah, 12 V KIJO, dan inverter



No.	Judul Jurnal	Nama Peneliti	Tempat, Tahun Penelitian	Hasil Penelitian
				dengan tipe <i>smart inverter</i> Homay Schneider 850 VA.
9.	Penentuan Komponen Sitem PLTS 100 Wp Pada <i>Floating Photovoltaic</i> Sebagai Sumber Energi Lampu Penerangan 20 W Pada Kolam Politeknik Negeri Jakarta	Muhammad Farhan Fernanda, Benhur Nainggolan, dan Indra Silanegara	Politeknik Negeri Jakarta, 2021	Penelitian ini mendapatkan hasil bahwa komponen <i>floating photovoltaic</i> 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 disuasn paralel dengan efisiensi panel sebesar 18,53%. Dengan rekomendasi kapasitas inverter 250 W dan komponen proteksi yaitu <i>fuse</i> berkapasitas 6,46 A dan 10 A dengan menggunakan sistem PLTS <i>off-grid</i> .
10.	Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Solusi Energi Terbarukan Rumah Tangga	Hendi Baja Nurjaman dan Trisna Purnama	Universitas Sangga Buana, 2022	Penelitian ini memperhitungkan keandalaan dari PLTS <i>off-grid</i> dan juga <i>on-grid</i> dan terbukti bahwa PLTS menjadi salah satu solusi suplai energi terbarukan untuk bangunan rumah tinggal tipe 36. Tipe PLTS <i>on-grid</i> mampu menghasilkan arus sebesar 0,7A dengan radiasi matahari sebesar 859,9/m <sup>2</sup> . Estimasi beban bangunan rumah tinggal tipe 36 ini besar 5,4 kWh/hari dan PLTS yang diteiti dapat menghasilkan 5,5 kWh/hari. Maka, PLTS dinyatakan mampu mencukupi kebutuhan daya listrik tersebut dengan memperhitungkan daya

No.	Judul Jurnal	Nama Peneliti	Tempat, Tahun Penelitian	Hasil Penelitian
				cadangan selama 1 hari jika terjadi cuaca mendung / intensitas cahaya yang kurang. Penggunaan PLTS mampy melakukan penghematan Rp 236.493 / bulan. Dengan kata lain, setiap rumah dengan tipe 36 berdaya 1.300 kVA mampy melakukan penghematan biaya penggunaan listrik sebesar Rp 2.837.916 / tahunnya.