

BAB II LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Untuk menunjang dan mendukung penelitian ini maka mengambil referensi dari jurnal. Pemilihan jurnal tersebut yang mana dilihat dari metode, subjek hingga output penelitian. Berikut 5 jurnal yang dijadikan rujukan dalam penelitian ini.

Gatot Santoso yang tahun 2021 melakukan penelitian dengan memanfaatkan PLTS pada budidaya burung puyuh. PLTS sebagai backup energi yang dilengkapi *Automatic Transfer Switch* (ATS). Pada penelitian ini sumber utama adalah PLN dan backup PLTS. Sehingga saat PLN mati maka akan switch ke emergency yaitu PLTS. ATS akan switching ketika tegangan baterai dibawah 11.5 V. Pemindahan waktu atau time delay dibawah 1 detik saat melakukan cut off tegangan.

Iqbal Aulia Lazuardi, Imam Wahyudi Farid pada tahun 2021 melakukan penelitian berkaitan dengan PLTS on grid dengan PLN namun ada tambahan ATS (*Automatic Transfer Switch*). Pemantauan dilakukan atau ditampilkan melalui website. Tujuan dari adanya sistem ongrid ialah jika PLTS mengalami habis daya dari baterai maka akan pindah ke PLN. Switching akan secara otomatis saat tegangan baterai drop hingga 11.4 V dan akan berpindah sumber ke PLN untuk menyuplai kebutuhan listrik ke beban. Kapasitas baterai saat 11.4 V yaitu 36 – 38%. Cutoff dilakukan oleh ATS untuk pemindahan sumber dari PLTS ke PLN.

Sugeng Purwanto dkk melakukan penelitian tentang PLTS pada tahun 2021 dengan menerapkan PLTS dilingkungan belajar yaitu Di Pesantren Raudhatul Ishlah yang punya tujuan untuk kemandirian energi dilingkungan pendidikan. Sugeng Purwanto melakukan penelitian dengan memanfaatkan PLTS sebagai sumber listrik. Ketika PLN padam maka akan adanya penggunaan PLTS sebagai sumber listrik. Penelitian ini dilakukan di Tangerang Selatan tepatnya di pesantren radhatul Ishlah.

Wahab Dewi Sinaga pada tahun 2018 melakukan penelitian yang berjudul PLTS yang memiliki fungsi untuk memantau nilai tegangan dan arus. Menggunakan sensor tegangan DC dan arus DC yang telah terkalibrasi melalui program agar lebih akurat. Dalam pemantauan digunakan web untuk

menampilkan nilai tegangan dan arus. Hal ini membutuhkan internet dari modul esp8266 yang menggunakan fasilitas wifi. Nilai error yang didapat cukup baik dari hasil pemantauan karena nilai error dibawah 5 %.

Penelitian oleh Deni Wijayanto pada tahun 2022 melakukan penelitian yang berkaitan dengan sistem PLTS on grid PLN. Pemantauan secara online dilakukan dan menggunakan aplikasi telegram. Penelitian dengan membandingkan nilai pengukuran yang menggunakan AVO dan juga nilai yang tampil atau terkirim pada aplikasi telegram. Ada 2 metode yang digunakan dalam pengukuran yaitu dengan beban atau tanpa adanya beban. Nilai kesalahan yang didapat yaitu untuk tegangan 0.14% dan untuk arus didapat 0.094%. Telegram berhasil menerima pesan secara online dan realtime data yang didapat pada pemantauan secara online.

Berdasarkan referensi dari 5 jurnal maka penelitian ini akan mengarah ke penerapan ATS pada sistem PLTS untuk instalasi rumah dengan 2 sumber listrik PLN dan PLTS dimana ATS akan berfungsi sebagai pemindah sumber jika terjadi pemadaman PLN atau kerusakan pada PLTS.

2.2. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

PLTS atau pembangkit listrik tenaga surya berfungsi untuk mengubah energi panas matahari menjadi energi listrik. Komponen utama pada sistem PLTS yaitu panel surya. Hal ini energi yang didapat dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari ataupun sebagai backup energi tergantung skala, baik skala kecil rumahan, industri maupun skala besar (Fidelchristo, 2024).

Dasar dari sistem PLTS yaitu adanya efek fotovoltaiik dimana panel surya yang terbuat dari semi konduktor seperti silikon. Ketika bahan tersebut terkena panas matahari maka elektro akan menciptakan arus listrik yang akan mengalir ke charge controller kemudian ke baterai.

PLTS sendiri terdiri dari berbagai komponen utama yaitu sebagai berikut yang digunakan:

1. Panel Surya

Komponen paling utama yaitu panel surya yang berfungsi untuk mengubah energi matahari dari panas menjadi energi listrik yang akan disimpan pada sistem PLTS.

2. Solar Charge Controller

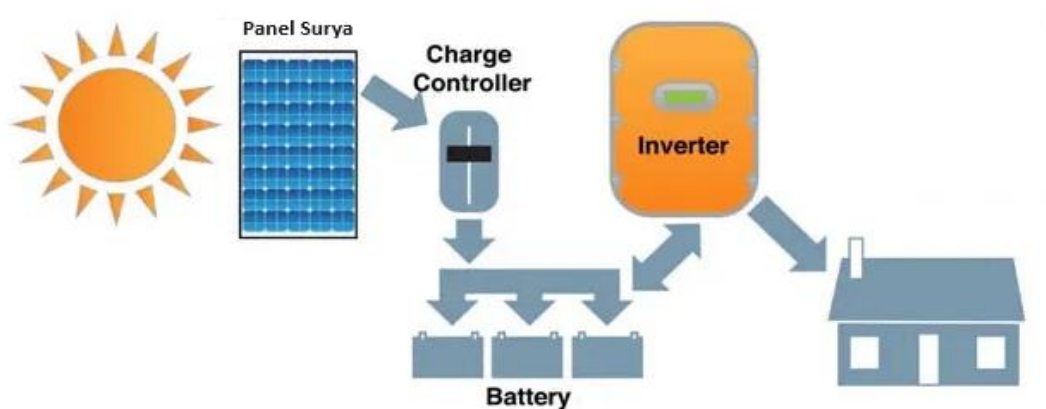
Untuk mengatur aliran listrik dari panel surya ke baterai agar tidak over charge dan overdischarge.

3. Baterai

Sebagai media penyimpanan arus listrik saat malam hari dalam bentuk arus listrik DC

4. Inverter

Digunakan untuk mengubah arus listrik DC dari baterai menjadi AC listrik untuk kebutuhan.



Gambar 2.2 PLTS

Dari alur PLTS dapat dilihat bahwa panel surya akan mengalirkan listrik ke baterai melalui solar charge controller. Kemudian inverter mengubah arus DC menjadi AC untuk kebutuhan.

Namun PLTS juga memiliki kelebihan dan kekurangan, berikut kelebihan sebagai berikut:

1. Kebersihan lingkungan

Tidak adanya polusi udara dari pembakaran batu bara dimana kebanyakan di Indonesia yaitu PLTU.

2. Renewable energi

Sumber energi tak terbatas dari panas matahari dapat terus digunakan.

3. Menjangkau segala bidang

Energi matahari dapat diterapkan disemua bidang hingga pelosok manapun di dunia.

Sedangkan adanya kekurangan dari PLTS yaitu:

1. Bergantung dari matahari

Daerah yang mana sering mendung maka akan kurang tepat memanfaatkan PLTS.

2. Biaya pengadaan PLTS

Untuk investasi awal cukup memakan biaya besar dikarenakan komponen mahal.

3. Kebutuhan lahan

Butuh lahan yang cukup luas untuk PLTS seperti panel surya dan baterai yang digunakan.

4. Pengelolaan Limbah

Banyak komponen yang sulit didaur ulang dalam sistem PLTS seperti panel surya dan baterai.

2.3. Standar dan Peraturan Instalasi PLTS

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap adalah proses pembangkitan tenaga listrik dengan menggunakan modul fotovoltaik yang dipasang dan diletakkan pada atap, dinding, atau elemen bangunan lainnya oleh pemilik PLTS serta menyalurkan listrik melalui sambungan listrik pelanggan PLTS atap (Bab I, Pasal 1). Sistem PLTS Atap mencakup inverter, modul surya, sistem pengaman, dan Meter kWh Ekspor-Impor. Dengan tetap memenuhi persyaratan keselamatan ketenagalistrikan, sistem PLTS dapat dilengkapi dengan baterai atau media penyimpanan energi listrik lainnya (Bab II, Pasal 3, Permen ESDM No. 26/2021)

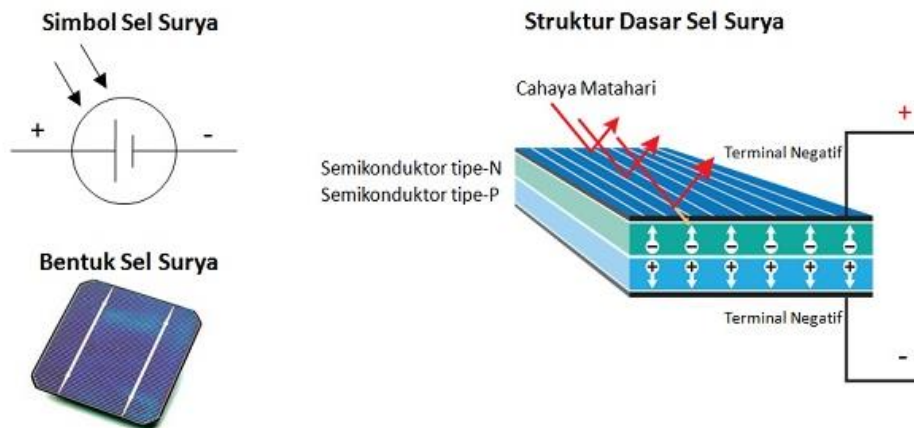
2.4. Panel Surya

Sistem pada PLTS yang terutama dan pertama yaitu panel surya. Panel surya memiliki fungsi untuk menerima panas dari matahari menjadi energi listrik. Bahan utama dari panel surya yaitu semikonduktor seperti silicon. Saat silicon ini mendapatkan panas matahari maka akan mengubah menjadi listrik untuk dialirkan ke baterai melalui solar charge controller. Pada penelitian ini menggunakan panel surya dengan kapasitas 550 WP dengan tipe mono. Dipilih tipe mono karena efisiensi dari panas menjadi listrik lebih baik,



Gambar 2. 5 Panel Surya

Radiasi yang didapat diubah menjadi listrik oleh semikonduktor. Lapisan ini pada silicon murni yang terdapat hole tipe P dan N. Semikonduktor tipe N akan terhubung ke terminal negatif dan tipe P akan terhubung ke terminal P.



Gambar 2. 1 Cara kerja Panel Surya

Pada dasarnya terciptanya energi listrik dari matahari yaitu sebagai berikut:

1. Pada matahari menghasilkan foton yang ditangkap semikonduktor pada panel surya
2. Elektron negatif melewati semikonduktor untuk menghasilkan listrik.
3. Beberapa kombinasi panel surya mengubah foton jadi listrik

Berikut ini adalah jenis-jenis panel surya yang biasa digunakan adalah sebagai berikut (Fakhri, 2020):

1. Mono-crystalline

Modul surya monokristalin ini terdiri dari silikon kristal tunggal. Dapat ditemukan secara alami, namun sangat jarang atau juga dapat tumbuh dibuat di laboratorium. Karena proses yang disebut recrystallising, pembuatan dan biaya modul jenis ini sangat mahal. Panel modul monokristalin ini lebih halus daripada panel modul polykristalin. Panel monocrystalline memiliki efisiensi 15% pada suhu 250 °C dan turun menjadi 12 hingga 15 persen pada suhu 500 °C. Salah satu kelemahan jenis ini adalah tidak berfungsi dengan baik di daerah dengan intensitas cahaya matahari yang rendah (bergantung pada cuaca).

2. Poly-crystalline

Modul surya jenis polycrystalline terbuat dari kristal silikon block-cast. Panel polycrystalline kurang efisien jika dibandingkan panel monocrystalline karena elektron pada panel polycrystalline terjebak dalam batas butir kristal individu. Modul jenis ini hanya memiliki efisiensi 13,5% pada suhu 250 °C dan dapat menurun hingga 15-25% pada suhu 50 °C. Jenis ini dipilih untuk perancangan PLTS berbasis hybrid karena memiliki kemampuan untuk menghasilkan energi meskipun cuaca berawan atau mendung.

2.5. *Inverter*

Hasil tegangan dari sistem PLTS yaitu tegangan DC yang tersimpan pada baterai. Sehingga dibutuhkan pengubah tegangan DC menjadi AC agar dapat digunakan dalam sehari-hari. Inverter ini mengubah tegangan DC baterai 12V menjadi 220 V AC. Output dari baterai terhubung ke beban seperti lampu 10 Watt (Ray Mundus, 2019).



Gambar 2. 2 *Inverter*

Untuk pemilihan inverter disesuaikan dengan beban. Pada penelitian ini beban lampu yaitu 10 Watt sehingga cukup dengan kapasitas inverter 300 Watt. Dalam pemilihan inverter perlu memerhatikan sebagai berikut :

1. Beban AC disesuaikan dengan kapasitas inverter
2. *Sine* atau *square wave inverter*
3. Tegangan DC 12V, 24V atau 48V.

Tiga kategori utama inverter yang biasa digunakan dalam PLTS yaitu : inverter kisi, inverter vertikal, dan inverter khusus.

1. Inverter Kisi

Inverter ini tidak memerlukan baterai karena berfungsi untuk mengubah arus searah yang dihasilkan oleh modul fotovoltaik menjadi arus lain, lalu mengalirkannya langsung ke jaringan PLN.

2. Inverter Vertikal

Inverter ini biasanya bekerja mengkonversi dari baterai. Modul fotovoltaik awalnya mengisi baterai sebelum arus diubah menjadi sesuatu yang lain. Inverter ini biasanya digunakan untuk penerangan jauh atau pulau.

3. Inverter Khusus

Inverter yang dibuat khusus untuk tujuan tertentu atau dimasukkan ke dalam sistem penggunaan. Inverter ini langsung terhubung ke modul photovoltaic karena tidak menggunakan baterai. Selain itu, inverter ini dapat dihubungkan ke peralatan AC untuk mengaktifkan peralatan AC dengan tegangan DC. Penggunaan paling umum dari inverter ini adalah untuk menyediakan pasokan lampu neon.

2.6. Solar Charge Controller

Komponen solar charge controller berguna mengatur listrik yang lewat dari panel surya ke baterai. Sehingga sebagai pengatur, solar charge controller akan mencegah overcharge ataupun overdischarge. Jenis solar charge controller diantaranya PWM (Pulse Width Modulation) atau MPPT (Maximum Power Point Tracking). Pada penelitian ini menggunakan PWM dikarenakan lebih baik dengan

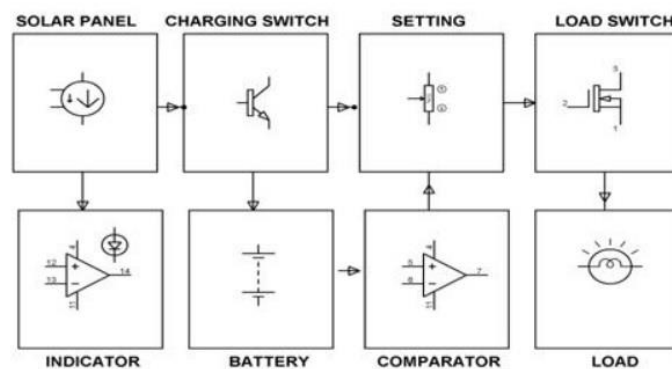
panas maksimal dari matahari. Kapasitas yang dipakai yaitu 10A (Bakhtiar, 2020).



Gambar 2. 3 *Solar Charge Controller*

Fungsi dari *Solar Charger Controller* adalah:

1. Mengalirkan arus ke baterai
2. Pengaman dari overcharge dan overdischarge
3. Mengatur tegangan drop baterai



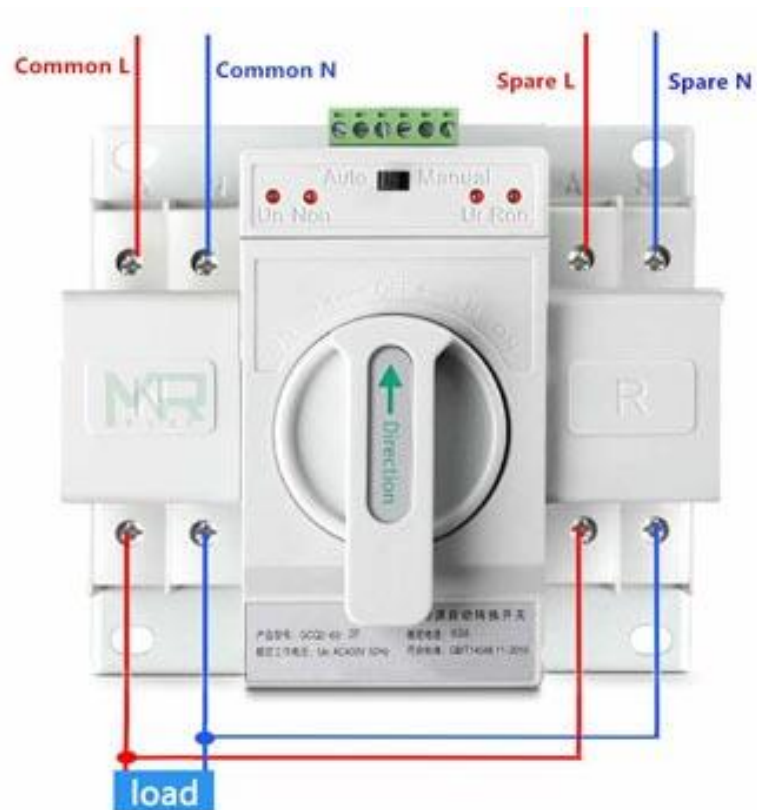
Gambar 2. 8 Diagram Blok Pengontrol Pengisian Tenaga Surya

(sumber : elprocus.com)

Dari contoh di atas, panel surya digunakan untuk mengisi daya baterai. Satu set amplifier digunakan untuk memantau tegangan panel dan arus beban secara terus-menerus. Jika baterai terisi penuh, indikasi akan diberikan oleh LED hijau. Untuk menunjukkan kondisi pengisian daya yang kurang, kelebihan beban, dan discharge, satu set LED digunakan. MOSFET digunakan sebagai daya switch semikonduktor oleh SCC untuk memastikan pemutusan beban dalam kondisi rendah atau kelebihan beban. Energi surya dilewati menggunakan transistor ke beban tiruan saat baterai terisi penuh. Ini akan melindungi baterai dari pengisian daya yang berlebihan.

2.7. *Automatic Transfer Switch*

Komponen dalam dunia listrik yang berfungsi sebagai pemindah saluran listrik salah satunya *automatic transfer switch* atau ATS. ATS dengan 2 pole maksudnya bahwa hanya ada 2 sumber dengan 2 kabel power pada tiap pole yaitu sumber netral dan sumber backup. Sumber netral berada sebelah kiri yang menjadi sumber utama sedangkan sumber backup berada sebelah kanan sebagai sumber cadangan. Pada bagian bawah dari masing-masing sumber akan terhubung paralel sehingga akan terhubung pada beban. Jenis dari *automatic transfer switch* yang dipakai memakai jenis penggerak motor melalui relay dan limit switch. Terdapat juga mode baik auto ataupun manual. Automatic berarti perpindahan sumber listrik otomatis jika sumber utama mati maka akan switch ke backup dan akan kembali ke sumber utama apabila telah on kembali (Eko Susanto, 2013).



Gambar 2. 4 Automatic Transfer Switch

Pada ATS terdapat mode yaitu auto dan manual. Jelas untuk auto maka pemindahan switching secara otomatis mengambil prioritas sumber utama dibanding sumber emergency. Untuk mode manual pemindahan switching sumber listrik dilakukan secara manual oleh operator.

Automatic transfer switch yang dipakai yaitu 63A 2P yang mempunyai makna bahwa 63A maksimal arus yang lewat dengan jumlah 2 pole pada tiap sumber listrik. Pada dasarnya konsep ATS terdiri dari relay, motor akuator, limit switch sehingga apabila terdeteksi arus listrik maka akan mengambil sumber yang tersedia.

Terdapat 2 sumber di dalam ATS yaitu netral dan emergency. Sumber utama yaitu netral apabila gangguan maka akan pindah ke emergency hingga pulih sumber listrik netral akan kembali ke posisi semula.

2.8. *Miniature Circuit Breaker*

Sebuah komponen yang disebut Pemutus Sirkuit Miniatur merupakan komponen yang berfungsi sangat vital dalam pengamanan. Komponen ini dikenal luas yaitu MCB dimana singkatan dari *Miniature Circuit Breaker*. Fungsi utama komponen ini adalah sebagai pembatas arus dan pengaman ketika terjadi arus lebih. Hal ini terjadi secara otomatis saat arus yang melewati suatu beban melebihi batas arus dari spesifikasi dari MCB tersebut sehingga pemilihan kapasitas arus MCB sangatlah penting (I Ketut Wijaya, 2007).



Gambar 2. 5 *Miniature Circuit Breaker*

Kapasitas dari MCB tergantung dari kapasitas daya yang digunakan. Dasar perhitungan berdasarkan arus, tegangan dan daya. Kapasitas dalam ampere menandakan maksimal yang aman oleh MCB untuk melewatkan arus. Kapasitas ampere MCB seperti 6A, 10A hingga 50A.

2.9. **Baterai 12 V 100 Ah**

Komponen penting dalam sistem PLTS adalah baterai. Baterai ini berfungsi untuk menyimpan listrik yang dihasilkan panel surya. Baterai pasti dibutuhkan

terutama pada malam hari. Pada baterai terdapat kapasitas dalam istilah Ah atau ampere hour (Mardianto, 2023).

Ampere Hour (Ah) merupakan salah satu ukuran kapasitas baterai yang diukur dalam satuan ampere (A). Ukuran ini menjelaskan bahwa arus listrik dihasilkan dan disimpan pada baterai dalam sejam. Semakin besar kapasitas baterai, semakin besar pula arus listrik yang dapat dihasilkan dalam waktu satu jam.



Gambar 2. 6 Baterai

Pada dasarnya baterai yang dipakai dalam sistem PLTS memiliki fungsi sebagai berikut:

1. Menyimpan energi listrik saat charging baterai atau siang hari
2. Cadangan energi ketika malam hari dikarenakan tidak ada panas hari
3. Penyedia listrik apabila siang hari mendung atau hujan.

Proses pengosongan baterai (discharge) tidak boleh sampai habis karena

akan memperpendek usia pakainya. Batasan pengosongan baterai (DOD) adalah tingkat pengosongan baterai dalam persen. Untuk baterai dengan DOD 80%, hanya 80% energi yang tersedia dapat digunakan, dan 20% tetap berada dalam cadangan. Terdapat beberapa jenis baterai yang umum digunakan pada panel surya diantaranya :

1. Baterai Lithium

Baterai jenis ini merupakan jenis baterai paling umum dan populer digunakan dalam panel surya karena selain lebih awet, baterai lithium punya tingkat efisiensi yang lebih tinggi dan membutuhkan perawatan yg minim.

2. Baterai VRLA (Valve Regulated Lead Acid)

Baterai VRLA merupakan jenis baterai industri yang dirancang khusus agar cairan elektrolit di dalamnya tidak bocor atau menguap. Baterai VRLA sendiri dibagi menjadi 2 jenis, yakni baterai VRLA Absorbent Glass Matt (AGM) dan Baterai VRLA Gel. Baterai VRLA jenis AGM umumnya digunakan dalam instalasi panel surya skema off-grid karena tahan dalam segala kondisi, cuaca, dan juga tahan terhadap guncangan. Kelebihan baterai jenis ini adalah efisiensinya yang tinggi. Baterai VRLA jenis gel juga diklaim sebagai baterai yang awet dan tahan dalam segala kondisi cuaca. Kelebihan utama baterai jenis ini adalah penggunaannya lebih aman karena elektrolitnya berbentuk gel dan tidak mengandung asam cair.

3. Baterai FLA (Flooded Lead Acid)

Berbeda dengan baterai VRLA yang dirancang khusus agar cairan elektrolitnya tetap terjaga, baterai FLA yang lebih dikenal dengan aki atau accu ini didesain agar cairan elektrolitnya bisa diakses dengan mudah. Baterai FLA cenderung lebih ekonomis, menjadikannya sebagai pilihan ekonomis bagi pengguna panel surya.

2.10. Perhitungan PLTS

Sebelum dilakukan simulasi pada Software PVsyst, akan dilakukan perhitungan teoritis terkait jumlah komponen berdasarkan dengan jumlah beban harian. Adapun perhitungannya sebagai berikut :

2.10.1 Perhitungan Luas Array panel surya

Dalam perencanaan pembangkit listrik tenaga surya, penting untuk mengetahui rencana luasan yang akan dibangunnya pembangkit listrik. Sebelum menentukan komponen lainnya, hal utama adalah menentukan luas area yang digunakan untuk mendapatkan penyusunan array yang tepat dan tidak memakan tempat yang berlebihan.

Efisiensi modul surya ditentukan berdasarkan spesifikasi pabrikan atau tipe modul surya yang ditentukan/diinginkan (yang telah ada dipasaran saat ini adalah modul surya dengan efisiensi 14-22%). Untuk mengetahui luas array (PV area) dari modul surya dapat digunakan persamaan berikut (Hajir,2021):

$$\text{PV area} = \frac{EL}{G_{av} \times \eta_{PV} \times FKT \times \eta_{out}} \quad (2.1)$$

Keterangan :

PV area	= Luas permukaan array panel surya (m ²)
EL	= Pemakaian energi (kWH/hari)
G _{av}	= Intensitas Radiasi Matahari (kWh/m ² /hari)
η _{PV}	= Efisiensi Panel Surya (%)
η _{Out}	= Efisiensi Keluaran Sistem (%)
FKT	= Faktor koreksi temperature (%)

Sebagai pertimbangan luas area efektif yang dihasilkan dengan Cara ini dapat dibandingkan dengan spesifikasi dimensi modul surya pabrikan, berdasarkan modul surya yang dipilih.

2.10.2 Perhitungan Daya Keluaran dan Jumlah Panel Surya

Kapasitas daya dari panel dapat ditentukan berdasarkan beberapa faktor yang sudah ada, seperti rata rata total kebutuhan energi, nilai intensitas radiasi matahari untuk setiap wilayah berbeda-beda, dimana dapat diperoleh melalui dua cara yaitu pengukuran langsung dan melalui data sekunder.

Data sekunder diperoleh dari badan atau otoritas yang memiliki kewenangan untuk menerbitkan data radiasi. Misalnya, NASA, Solargis maupun data dari Meteonorm (ICED,2020)

Setelah memperoleh nilai luas area array modul surya, nilai PSI di Indonesia dan nilai efisiensi panel surya yang akan digunakan. Untuk mengetahui besar kapasitas daya maksimum pembangkit yang dapat dibangkitkan, digunakan persamaan berikut (Hajir,2021):

$$P \text{ wattpeak} = \text{Luas Array} \times \text{PSI} \times \eta_{\text{PV}} \quad (2.2)$$

Keterangan :

$P \text{ wattpeak}$ = Daya yang akan dibangkitkan PLTS (Wp)

PSI = Peak solar insulation ($1000\text{W}/\text{m}^2$)

Kapasitas daya maksimal panel surya ditentukan berdasarkan spesifikasi pabrikan untuk tipe modul surya yang diinginkan. Untuk mengetahui jumlah panel surya yang dibutuhkan agar dapat memasok daya maksimal yang dapat dibangkitkan dengan menggunakan persamaan berikut (Hajir, 2021) :

$$\text{Jumlah panel} = \frac{P \text{ wattpeak}}{P_{\text{max}}} \quad (2.3)$$

Keterangan :

P_{max} = Kapasitas daya maksimal panel surya (Wp)

2.10.3 Perhitungan Kebutuhan *Solar Charger Controller* (SCC)

Untuk menghitung kebutuhan solar charge controller, maka harus diketahui terlebih dahulu karakteristik dan spesifikasi dari panel surya

yang ingin digunakan. Berikut rumus untuk menghitung kapasitas solar charge controller (Hajir, 2021) :

$$\text{Kapasitas SCC} = \frac{P_{mpp} \times \text{safety factor}}{V_{mpp}} \quad (2.4)$$

Keterangan :

P_{mpp} = Daya keluaran maksimum panel surya (W)

V_{mpp} = Tegangan keluaran maksimum panel surya (V)

Safety factor = Faktor keamanan (1,25 atau 125%)

2.10.4 Perhitungan Kapasitas Inverter

Untuk menghitung kapasitas inverter yang akan digunakan, total kebutuhan maksimum dikali dengan 125% atau 1,25. Inverter bekerja pada kondisi normal, rata rata maupun dalam kondisi daya puncak. maka dari itu perlunya safety factor sebagai pengaman jika terjadi beban puncak dan sebagai daya cadangan untuk memenuhi kebutuhan starting listrik.

Pertimbangan memilih inverter supaya sesuai dengan daya yang Dibutuhkan dilakukan menggunakan persamaan berikut (Hajir,2021) :

$$\text{Kapasitas inverter} = P_{mpp} \times \text{Safety factor} \quad (2.5)$$

Keterangan :

P_{mpp} = Daya keluaran maksimum panel surya (W)

Safety Factor = Faktor keamanan (1,25 atau 125%)

2.10.5 Perhitungan Jumlah dan Kapasitas Baterai

Perlu menentukan terlebih dahulu tegangan (Vdc), Ampere Hour (AH), dan DOD baterai sesuai spesifikasi pabrikan serta menentukan hari otonomi dari baterai, yang artinya jumlah hari yang dapat dilayani oleh baterai untuk mensuplai energi ke beban tanpa adanya energi dari PLTS. Adapun persamaannya sebagai berikut (Hajir, 2021) :

$$C = \frac{EL \times N}{V_s \times DoD \times \eta} \quad (2.6)$$

Keterangan :

C = Kapasitas baterai yang dibutuhkan (Ah)

N = Jumlah hari otonom (hari)

EL = Pemakaian rata-rata energi (kWh)

V_s = Tegangan sistem (V)

DoD = Depth of discharge (%)

η = Efisiensi baterai (%)

Untuk mengetahui banyaknya baterai yang disusun seri dan paralel untuk mendapatkan tegangan sistem yang diinginkan dapat menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Baterai seri} = \frac{\text{Tegangan Kerja Sistem (Vdc)}}{\text{Tegangan kerja unit baterai (Vdc)}} \quad (2.7)$$

$$\text{Baterai paralel} = \frac{\text{Kapasitas yang dibutuhkan}}{\text{Kapasitas baterai}} \quad (2.8)$$

$$\text{Jumlah Baterai} = \text{Baterai seri} \times \text{Baterai paralel}$$

2.10.6 Perhitungan Energi yang Dihasilkan PLTS

Hasil keluaran maksimum dari panel surya dapat ditentukan sesuai rating kapasitas dari panel surya yang dipasang. Sedangkan energi input panel surya yang terpasang dapat dihitung dengan persamaan (Mahesa, dkk., 2021) :

$$P_i = N_{\text{panel}} \times P_{\text{max}} \quad (2.9)$$

Keterangan :

P_i = Daya input panel surya (W)

Energi yang dihasilkan oleh panel surya sangat berpengaruh terhadap insolasi matahari yang ada. Setiap insolasi harian matahari sama dengan lama penyinaran efektif matahari per hari. Maka energi yang dihasilkan PLTS selama satu hari dapat dihitung dengan persamaan

(Mahesa,dkk., 2021) :

$$E_{out} = P_i \times \text{insolasi matahari} \quad (2.10)$$

Keterangan : Energi yang dihasilkan panel surya (Wh)

Untuk mengetahui besar energi yang dihasilkan selama satu tahun dapat menggunakan persamaan :

$$E_{out \text{ tahunan}} = E_{out} \times \text{jumlah hari selama satu tahun} \quad (2.11)$$