



ANALISA PEMBANGUNAN PEMBANGKIT PLTS DESA TANAMALALA

Afryan Wahyu Nardi

¹²Program studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah

Makassar

e-mail : afryanwn5@gmail.com

ABSTRAK

Abstrak : Afrayan Wahyu Nardi (2023) Analisa Pembangunan Pembangkit PLTS Desa Tanamalala dibimbing oleh Andi Abd Halik Lateko Tj, S.T.,M.T,Ph.D dan Ir. Adriani, S.T.,M.T.,IPM. Tujuan dari kajian ini yakni dalam melihat kapasitas modul surya pada PLTS yang akan dibangun di Desa Tanamalala. Untuk untuk mengetahui kapasitas inverter dan baterai yang akan digunakan dalam Pembangunan PLTS Desa Tanamalala. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif, dengan cara melakukan observasi dan wawancara di Desa Tanamalala. Hasil dari kajian ini menunjukkan bahwa total kebutuhan energi Desa Tanamalala sebesar 435,2 kWh/hari. Untuk konsep Pembangkit Listrik Tenaga Surya Desa Tanamalala adalah kapasitas system : 176,24 kWp. Dan untuk merencanakan PLTS Desa Tanamalala membutuhkan kapasitas inverter sebesar 334 kWh, kapasitas PV modul sebesar 368 kWp, dan kapasitas baterai sebesar 1,768 kWh.

Kata kunci : Kapasitas Inverter, Kapasitas Modul, Kapasitas Baterai dan Pembangkit PLTS

ABSTRACT

Abstract : Afrayan Wahyu Nardi (2023) Analysis of the Development of the Tanamalala Village PLTS Plant supervised by Andi Abd Halik Lateko Tj, S.T., M.T, Ph.D and Ir. Adriani, S.T., M.T., IPM. The aim of this study is to see the capacity of solar modules in the PLTS that will be built in Tanamalala Village. To find out the capacity of the inverter and batteries that will be used in the construction of the Tanamalala Village PLTS. The method used in this research is a quantitative method, by conducting observations and interviews in Tanamalala Village. The results of this study show that the total energy needs of Tanamalala Village are 435.2 kWh/day. The concept for the Tanamalala Village Solar Power Plant is system capacity: 176.24 kWp. And to plan the PLTS Tanamalala Village requires an inverter capacity of 334 kWh, a PV module capacity of 368 kWp, and a battery capacity of 1,768 kWh. Keywords: Inverter Capacity, Module Capacity, Battery Capacity and Power Plant Generatio

I. PENDAHULUAN



Secara geografis, Indonesia berada pada garis khatulistiwa, tepatnya dalam 11°LS - 6°LU serta 95°BT - 141°BB , sehingga potensi energi surya di Indonesia sangat tinggi secara temperature sinar UV kurang lebihnya $4,8 \text{ kWh/m}^2$ tiap harinya pada keseluruhan daerah di Indonesia. Negara Indonesia memiliki 2 cuaca yang yakni kemarau serta hujan dalam penyinaran sinar matahari berlangsung sepanjang tahun di seluruh wilayahnya. Oleh karena itu, disetiap wilayah di indonesai memiliki potensi supaya ditumbuhkan PLTS. Indonesia mempunyai beberapa pulau yang system kelistrikan dibandingkan dengan lokal. Sekarang keperluan listri di wilayah kepulauan memakai LPTD. Bentuk terhadap PLTS serta PLTD itu pada dasarnya dinamakan menjadi microgrid. Microgrid ini bisa diterangkan menjadi suatu system listrik yang terintergrasi terhadap daerah plosok secara sumer pembangkit distribusi. Sekarang adanya berbagai instalasi *microgrid* yang merata di Indonesia, satu diantaranya berupa yang tercatat dalam pulau Tomia. Pulau Tomia memakai skema microgrid, yang mengintegrasikan PLTD pada PLTS. Sebelum dimanfaatkannya pola *microgrid*, penyaluran di pulau ini memakai PLTD yang kemudian BPP makin besar. Pengaplikasian microgrid ini bertujuan agar bisa menurunkan nilai BPP terlebih kemampuan energi surya yang begitu tinggi. Potensi ini harus digunakan secara bagus untuk akselerasi konstruksi PLTS di seluruh Indonesia, baik pada sistem ongrid maupun off-grid.

Sumber daya tenaga surya sangat berlimpah di Indonesia sehingga dapat menghasilkan produksi energi surya yang tinggi. Sistem tenaga surya dapat dibangun dengan cepat dan membutuhkan lebih sedikit pemeliharaan serta tidak menggunakan bahan bakar, sehingga konstruksi dapat dilakukan dengan cepat menggunakan tenaga kerja lokal yang tersedia. Oleh karena itu Proyek listrik Desa PLTS Tanamalala direncanakan dibangun di Desa Tanamalala Pulau Bembe, Sulawesi Selatan. Pembangunan pembangkit ini merupakan upaya untuk meningkatkan kehandalan daya kelistrikan, rasio elektrifikasi, dan pemanfaatan energi terbarukan di Tanamalala . Ketersediaan listrik merupakan hal yang luar biasa urgent. Hal ini agar melengkapi keperluan penduduk, terutamanya pulau serta wilayah terpelosok. Kondisi kelistrikan saat ini masyarakat masih mengandalkan genset pribadi untuk aktivitas tiap harinya. namun, dalam adanya proyek Listrik Desa diharapkan dapat tercapainya kebutuhan listrik masyarakat di Tanamalala.

Jaringan tenaga listrik di Tanamalala diperoleh dari genset mandiri milik warga. Maka, dalam hal ini tentu saja pembangkit masih sangat diperlukan. Kekhawatiran pada perubahan iklim, ketahanan dan keamanan energi telah mendorong berkembangnya industri bertenaga EBT. Satu diantaranya sumber energi terbarukan seperti sinar surya, sangat berlimpah di Indonesia sehingga bisa dijadikan sumber energi untuk sistem PLTS.

II. TINJAUAN PUSTAKA



A. Radiasi Energi Matahari Kepermukaan Bumi

Matahari merupakan sumber energi yang jumlahnya tinggi serta bersifat terus menerus sampai siklus alam masih berlangsung. Penggunaan tenaga surya bisa dijalankan dengan metode mengubah sinar matahari dengan langsung sebagai energi panas menjadi energi panas atau listrik. Pemanfaatan energi surya tidak menggunakan pembakaran yang kemudian tidak memperoleh gas bang semacam gas rumah kaca yang berpengaruh negative untuk lingkungan. (Borrego, 2021)

Energi terbarukan adalah energi yang berasal dari sumber daya terbarukan seperti sinar matahari, Energi ini bisa ditumbuhkan pada semua daerah Indonesia yang memiliki lebar 2 juta km² yaitu sebanyak 5,10 mW atau 4,8 kWh/m²/hari serta sama pada 112.000 gWp yang disalurkan. Nya energi surya mempunyai kekuatan daripada energi fosil, sebagaimana:

- Pusat tenaga yang gampang diperoleh.
- Ramah lingkungan.
- Berdasarkan pada dalam beberapa keadaan geografis.
- Instalasi, penjalankan serta penjagaan secara gampang.

PLTS bisa berwujud konsep terpusat, sistem tersebar (stand-alone) serta sistem hibrida (hybrid system).

- Centralized PV sistem merupakan PLTS yang menyetok kelistrikan dengan bersumber dalam beberapa tempat bersifat on grid ataupun off grid.
- Sistem stand alone menyetok kelistrikan terutama dalam keperluan beban yang merata pada tiap-tiap tempat bahkan bersifat off grid.

System hybrid, PLTS dipakai berbarengan secara konsep pembangkit yang lain pada menyalurkan listrik

B. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

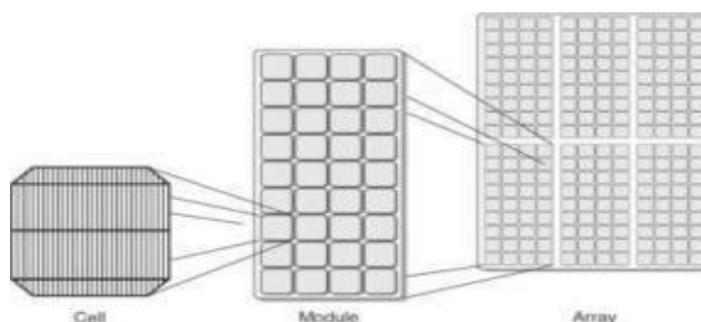
PLTS PV memanfaatkan tenaga surya yang bisa mengganti tenaga surya ke tenaga Listrik. Sementara PLTS solar thermal menyatukan panas dari sinar UV dalam memanaskan Sebagian liquid sampai mendapatkan Uap yang nantinya dimanfaatkan sebagai perolehan Listrik. Prinsip kerja sederhana dari PLTS solar thermal dipakai dalam pemanas air. PLTS PV jauh lebih besar dibanding PLTS solar thermal. (Muslim et al., 2020)

PLTS memiliki sistem yang ringkas. Yakni menggnati sinar UV sebagai energi kelistrikan. Sinar UV adalah satu diantaranya wujud energi oleh SDA. SDA matahari ini telah dipakai dalam menyuplai daya listrik pada satelit interkasi dengan sel surya. Yang mana sel surya ini bisa memperoleh energi listrik secara total yang tak terhingga dan diambil oleh matahari, tidak terdapat area yang berotasi serta tidak membutuhkan bahan bakar. Yang kemudian sistem sel surya kerap dinyatakan lebih praktis daripada generator listrik.

C. Komponen PLTS

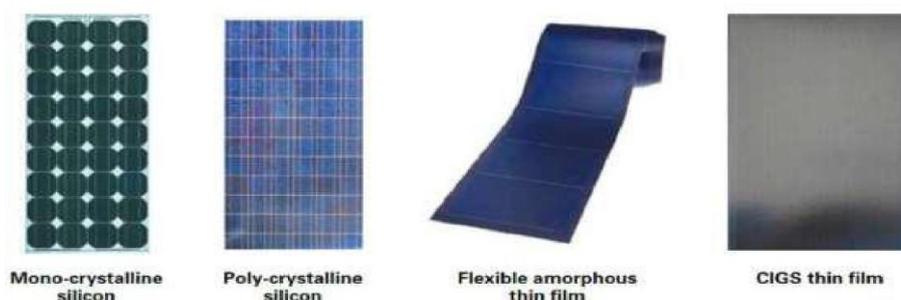
1. Modul surya

Modul surya (fotovoltaic) merupakan keseluruhan sel surya yang disusun dengan paralel ataupun seri, dalam menaikan arus serta tegangan yang diciptakan yang kemudian untuk penggunaan sistem satu daya beban. Dalam memperoleh keluaran energi Listrik yang besar maka dataran modul surya wajib merujuk pada sinar matahari.



Gambar 2.1 Panel surya

Dengan teknologi, beberapa kategori sel photovoltaic sudah ditumbuhkan, akan tetapi dalam skema PLTS Photovoltaic di Indonesia pada dasarnya Cuma tiga kategori sel yang dipakai, yakni Mono Kristal, Poli Kristal dan Thin Film.



2. Inverter

Inverter adalah atribut pokok dalam mengganti Listrik diciptakan oleh moduk sel surya searah sebagai energi Listrik arus bolak-balik (AC) secara bentuk serta mutu yang dibutuhkan sebelum dikiri ke jaringan ataupun digunakan langsung oleh pelanggan. SFI menentukan jalinan diantara daya inverter serta daya modul sel surya SYC semacam dalam persamaan.(Burhandono et al., 2022)

kategori teknis inverter yang ditentukan dari SPLN D3.022-2 2012 yakni sebagaimana:

- a. Alat Pengendali serta Inverter yang dipakai wajib berdasarkan jenis
 - PLTS On Grid memanfaatkan inverter kategori On Grid Inverter;



- PLTS Off Grid memanfaatkan inverter jenis Off Grid Inverter/ Bi-directional inverter;
- PLTS Hibrid memanfaatkan inverter jenis Bi-directional serta digabungkan On Grid Directional nverter.
- b. Arus output Inverter wajib mempunyai mutu gelombang secara THD (Total HarmonicDistortion) optimum tiga persen. THD tegangan dalam grid connected 5%;
- c. Mempunyai sistem pengolahan MPPT secara metode PMW
- d. Siap beroperasi dalam arus area hingga pada 45⁰ C;
- e. *Current Limited Ihsc* 3 kali In (arus hubung singkat tiga kali arus nominal);
- f. Efisiensi > 90% terberat beban penuh;
- g. Memiliki menu PQ mode dalam grid connected serta PV dalam stand alone.

Tabel 2.1 Kapasitas Inverter

Kapasitas (kWp)	Jumlah String	Kapasitas per unit (kW/string)
≤100	2-3	40-50
101-200	2-4	50-100
201-300	3-6	50-100
>300	≥3	100-300

a) Jenis dan Tipe Konverter

Untuk mengontrol atau mengolah arus output penyearah agar bisa dijalankany yaitu dengan memakai susunan pensakelaran yang memperkirakan dalam mengolah arus ketika keluar. Arus keluar ini bisa di atur atau dikontrol dengan menggabungkan tingginya area perlambatan layanan pada susunan.

Berdasarkan sumber sumber tegangannya maka konverter dibagi menjadi 2 bagian:

1) Konverter 1 Fasa

Konverter 1 fasa adalah konverter dengan sumber tegangan inputnya merupakan tegangan bolak - balik (AC) 1 fasa yang terdiridari :

- Konverter ac-dc semi terkendali (semiconverter)
- Konverter ac-dc terkendali penuh (fullconverter)
- Konverter ac-dc ganda (dual converter)
- Konverter ac-dc seri (series converter)

2) Konverter 3 Fasa

Konverter 3 fasa adalah konverter dengan sumber tegangan inputnya merupakan tegangan bolak - balik (AC) 3 fasa yang terdiri dari :

- Konverter ac - dc setengah gelombang (Half-wave converter)
- Konverter ac - dc semi terkendali (semiconverter)
- Konverter ac - dc terkendali penuh (full converter)

- Konverter ac - dc ganda (Dual Converter)

b) Jenis dan Tipe Inverter

Berdasarkan keseluruhan fasa keluaran tegangannya, inverter dapat diklasifikasikan dalam dua jenis:

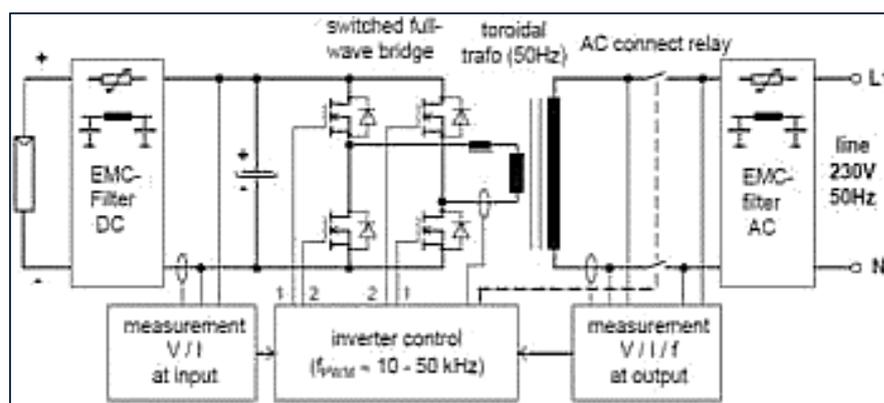
- 1) Inverter 1 fasa yakni inverter secara keluaran tegangannya 1 fasa,
- 2) Inverter 3 fasa yakni inverter secara keluaran tegangannya 3 fasa.

c) Inverter Dengan Trafo

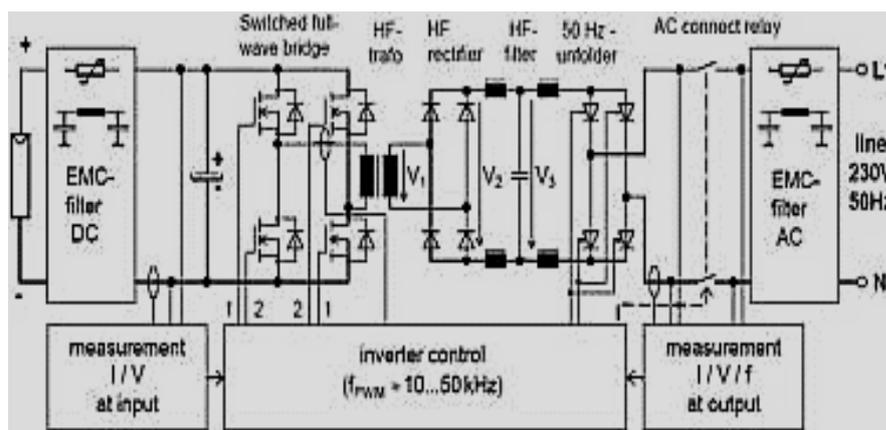
Transformer elektronik yang digunakan dalam sirkuit inverter sering disebut inverter transformer. Teknologi utama inverter dengan trafo adalah dalam desain inverter dimana trafo dipasang setelah inverter untuk memperoleh tegangan AC yang sesuai dengan beban. Sistem penyimpanan energi DC (baterai) dalam desain inverter dengan trafo dihubungkan langsung dengan DC bus dimana merupakan masukan dari inverter, dengan sistem ini maka inverter akan menambah kontinuitas pelayanan keluaran daya jika sumber utama mengalami gangguan. Inverter dengan trafo relatif lebih sederhana komponen semikonduktornya, baik dan kuat. Inverter dengan trafo dapat berupa:

- Inverter dengan trafo frekuensi rendah (LF transformer), diperlihatkan pada gambar 3
- Inverter dengan trafo frekuensi tinggi (HF transformer), diperlihatkan pada gambar 4

Ada beberapa keuntungan inverter dengan trafo diantaranya keandalannya tinggi, DC injeksinya mudah didapat. Sedangkan kerugiannya adalah ukurannya besar, efisiensinya rendah, harganya lebih mahal, temperatur operasinya lebih tinggi



Gambar 2.3 inverter dengan trafo frekuensi rendah

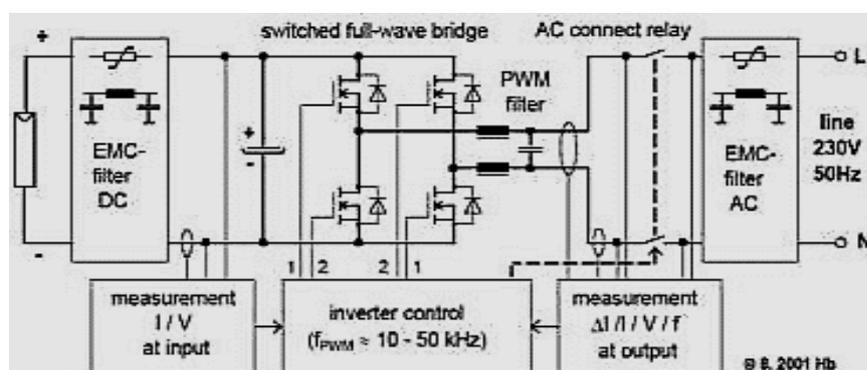


Gambar 2.4 inverter dengan trafo frekuensi tinggi

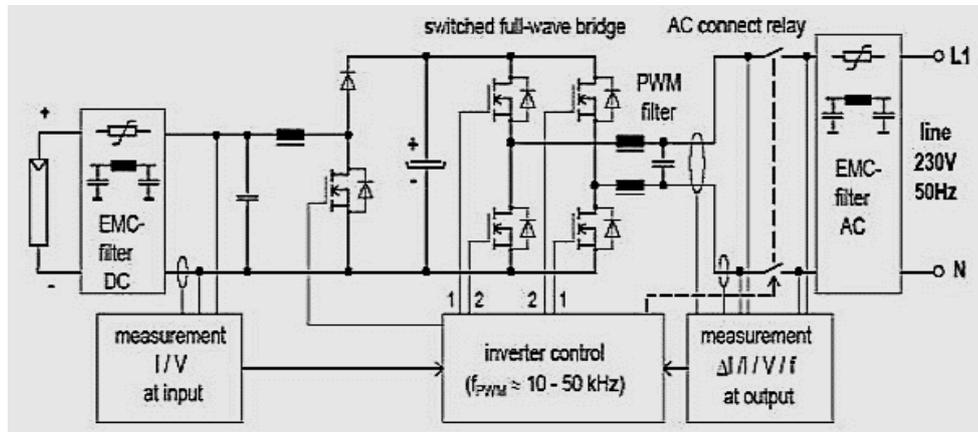
d) Inverter Tanpa Trafo

Inverter tanpa trafo didesain dengan menggunakan perkembangan teknologi elektronika daya dan kontrol, dimana teknologi ini dapat menggantikan trafo isolasi pada keluaran inverter. Kemajuan kontrol dan semikonduktor daya juga memungkinkan peralatan seperti PWM (Pulse Width Modulation) melakukan sistem pengsaklaran (switching) untuk melakukan pengaturan frekuensi dan tegangan keluaran inverter. Bagaimanapun dalam memilih suatu inverter perlu mempertimbangkan biaya dan manfaat dari teknologi inverter tanpa trafo dibandingkan dengan inverter dengan trafo. Inverter tanpa trafo terdiri dari 2 macam diantaranya:

- Inverter tanpa trafo tanpa dc Chopper diperlihatkan pada gambar 5
- Inverter tanpa trafo dengan DC Chopper diperlihatkan pada gambar 6



Gambar 2. 1 Inverter tanpa Trafo tanpa DC Chopper



Gambar 2. 2 Inverter tanpa Trafo dengan DC Chopper

e) Komponen Sistem Inverter

Komponen utama Unit Inverter terdiri atas :

- 1) Digital Signal Processor card (DSP)
- 2) Multi Interface Card (MIC)
- 3) *Input Extender Card (IEC)*
- 4) *Keypad & Display Interface (KDI)*
- 5) *Kartu IGBTDriver Power (DRV-1, 2,3)*

3. Baterai

Baterai merupakan susunan PLTS yang berguna dalam menyimpan energi Listrik yang diperolehkan dari surya di siang hari, sehingga dimanfaatkan dalam malam hari bahkan ketika kondisi mendung. Baterai yang dipakai dalam PLTS terjadi proses siklus charg bahkan pengosongan, menyesuaikan ada ataupun tidaknya sinar UV. Jumlah baterai suatu komponen PLTS diakibatkan dari aspek DOD dan TFC

a) Perbandingan Teknologi Baterai Pada PLTS

Tabel 2. 2 Baterai yang digunakan pada PLTS

Teknologi	Singkatan	Type Baterai
Lithium-Ion	Li-ion	Sealed
Sodium-sulphur	NaS	Zebra
Nickel-cadmium	NiCd	Flouded
Nickel-metal hydride	NiMH	Sealed
Lead-acid	PbA	Flouded
Polysulfide-bromida	PSB	Redox flow



Vanadium-redoks	VRB	Redox flow
Zink-bromide	ZnBr	Redox flow

Teknologi baterai yang telah ditunjukkan pada tabel di atas, umumnya PbA dan NiCd baterai yang paling banyak digunakan pada aplikasi PLTS. Baterai NiCd dan PbA untuk PLTS biasanya menggunakan electrolyte tipe flooded yang berfungsi untuk memberikan performa terbaik pada temperature yang tinggi. Pada temperature di atas 30 C, biasanya electrolyte jenis gel dapat mengering dimana cell yang jenis flooded mendapat service life yang lebih panjang karena kehilangan panas oleh dekomposisi air. Tetapi baterai PbA ber-electrolyte gel sekarang sudah lebih canggih dan mendapat kan performa yang lebih baik dalam iklim yang ekstrim pada temperature yang tinggi.

b) Penghitungan kapasitas/energy baterai

Jumlah nominal ataupun Nominal Capacity, CNBat : total daya optimal yang bisa didapat oleh baterai yang berisi full. Ini digambarkan pada Ah serta Watt-jam (Wh). Tingginya daya yang dapat diperoleh pada baterai menyesuaikan terhadap durasi panjang nantinya memperoleh banyaknya daya daripada secara mengeluarkan daya baterai pada kurun waktu yang cepat. Kemampuan baterai maka dari itu dikategorikan ketika waktu pengeluaran daya yang beda. Supaya aplikasi fotovoltaik, durasinya harus panjang dibandingkan 100 jam (C100). Kemampuan baterai menjadi tingginya tegangan listrik, baterai yang bisa disalurkan pada susunan luar, pada kurun waktu khusus, agar membagikan arus lain.

Memory energi baterai baterai bisa dikatakan pada kilowatt-jam (kWh), yang bisa didekati secara menyalurkan kapasitas baterai ketika ampere-hours pada arus baterai nominal serta membelah secara 1000. Berikut Rumus kapasitas baterai:

$$C = I \times t \quad (2.1)$$

Dimana : c= Kapasitas baterai dalam ampere-jam (Ah)

I= Besar arus yang mengalir (A)

t= Waktu

4. Menentukan Komponen Utama PLTS

Walaupun harga modul surya sebagai komponen utama PLTS mengalami penurunan pada tahun terakhir, biaya investasi PLTS masih lebih mahal dari biaya investasi jenis pembangkit lainnya. Oleh karena itu, perlu melakukan perhitungan yang hati-hati dalam menentukan kapasitas PLTS tidak akan beroperasi sesuai yang diharapkan. Bagian suatu PLTS sering dikelompokkan sebagai berikut:

- S komponen pokok yakni panel surya, baterai bahkan inverter.



- S komponen pendukung (Balance of system; BoS) yaitu: penyokong modul surya, kabel dan konektor, pensaklaran, lemari bagi, peralatan pengaman, bangunan control, dan lainnya

a) Menentukan Kapasitas Panel Surya

Modul surya terbagi dalam komponen seri paralel surya. Dengan fakta PLTS merupakan pembangkit yang bisa dinyatakan tidak mempunyai intensitas radias matahari. PLTS sebenarnya sangat cepat dinaytakan menjadi saluran energi untuk jangka waktu tertentu, karena untuk emenrapkan jumlah panel suatu PLTS total energi yang ingin dibandingkan pada suatu periode khusus yang sebagai dasar kalkulasi. Jumlah panel dipengaruhi dari model operasi PLTS. Sebagian keadaan yang bisa mempengaruhi kalkulasi kapasitas panel surya ini diantaranya :

- Temperatur
- Derajat radiasi
- Kecerahan iklim
- Derajat keandalan atau pemyediaan system

Untuk menghitung kapasitas suatau PV digunakan rumus:

$$W_p = W \times \text{Rasio DC/AC} \quad (2.2)$$

Dimana:

W_p : Kapasitas PV

W : Kapasitas inverter

Rasio DC/AC

b) Menentukan Kapasitas Baterai

Baterai adalah alat penyimpanan sementara energi listrik yang dalam suatu PLTS berfungsi mengkompensai ketidaksesuaian (unmet) suplai energi listrik terhadap energi listrik yang dibutuhkan. Kapasitas baterai yang dibutuhkan suatu PLTS tergantung pada pola operasai PLTS, operasi akan menentukan jumlah energi yang akan disimpan dan siap disalurkan oleh baterai saat diperlukan.

Ketika menentukan kapasitas baterai untuk sebuah PLTS hal-hal berikut ini diperhatikan yaitu:

- Temperatur
- Charge atau discharge rate
- Cycle
- Depth of discharge
- Autonomy days

Sistem Batere pada PLTS off akan secara periodik mengalami proses charge dan discharge yang rutin setiap harinya. Untuk kondisi ini, sistem PLTS dengan pola operasi seperti ini disarankan muatan batere discharge maksimum 60% dari

kapasitas penuhnya atau dengan DOD = 60%. Untuk menghitung kapasitas batere dapat digunakan sebagai berikut:

$$\text{Kapasitas Baterai} = \text{Reserve Factor} \times \left(\frac{\text{Energy konsumsi malam}}{\text{DoD} \times \eta_{\text{batt}} \times \eta_{\text{inv batt}}} + \text{Day of autonomy} \times \frac{\text{energy konsumsi 24 jam}}{\text{DoD} \times \eta_{\text{batt}} \times \eta_{\text{inv batt}}} \right) \quad (2.3)$$

keterangan :

Reserve Factor : Faktor cadangan.

Energi Konsumsi Malam : Jumlah energi yang dipakai dari jam 18:00 sampai jam 05:00.

DoD : Tingkat kedalaman kekosongan baterai.

η_{batt} : Ketahanan baterai.

$\eta_{\text{inv batt}}$: Kemampuan merubah tegangan masuk DC menjadi AC atau sebaliknya.

Day of Autonomy : Jumlah hari tanpa matahari.

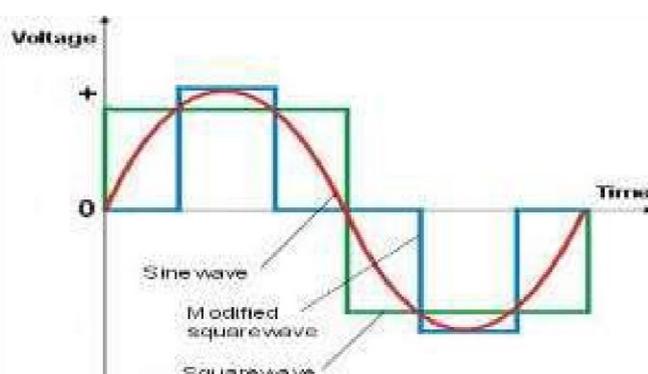
Energi konsumsi 24 jam : Jumlah energi yang dipakai dalam 1 hari.

c) Menghitung Kapasitas Inverter

Inverter berfungsi untuk merubah arus dan tegangan DC (direct current) yang duhasilkan PV array menjadi arus dan tegangan listrik AC (alternating current) dengan frekuensi 50Hz/60Hz. Pemilihan inverter yang tepat untuk aplikasi tertentu, tergantung pada kebutuhan beban dan tergantung pada apakah inverter akan menjadi bagian dari sistem yang terhubung ke jaringan listrik atau sistem yang berdiri sendiri. Berdasarkan bentuk gelombang yang dihasilkan, inverter. (Burhandono et al., 2022)

Berdasarkan kualitas tegangan keluarannya, inverter dapat dibagi 3 jenis yaitu:

- Sine wave inverter.
- Modified square wave inverter
- Square Wave Inverter



Gambar 2. 3 Beberapa bentuk Gelombang AC hasil Inverter



Kapasitas inverter dapat ditentukan sebagai berikut:

$$W = \frac{EC}{PSH \times \eta_{system}} \quad (2.4)$$

Dimana:

W : Kapasitas inverter

EC : Konsumsi energi yang dibutuhkan

PSH : Waktu efektif untuk mendapatkan sinar matahari

η_{system} : Perkalian efisiensi system pv dan inverter

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Makassar pada PT PLN (Persero) UID Sulselrabar pada tanggal 20-24 Juli 2023.



Gambar 3. 1 Kantor PT PLN (Persero) UID Sulselrabar

B. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian “Analisa Pembangunan Pembangkit PLTS Desa Tanamalala” antara lain yaitu:

1. Leptop



2. Microsoft Word 2021
3. Alat Tulis

C. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian kali ini adalah metode kuantitatif dengan melakukan wawancara. Ada beberapa tahapan metode yang dilakukan seperti Teknik pengumpulan data, Teknik Analisa dan alur penelitian.

1. Teknik Pengumpulan Data

Ada beberapa Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini seperti yang dibawah ini

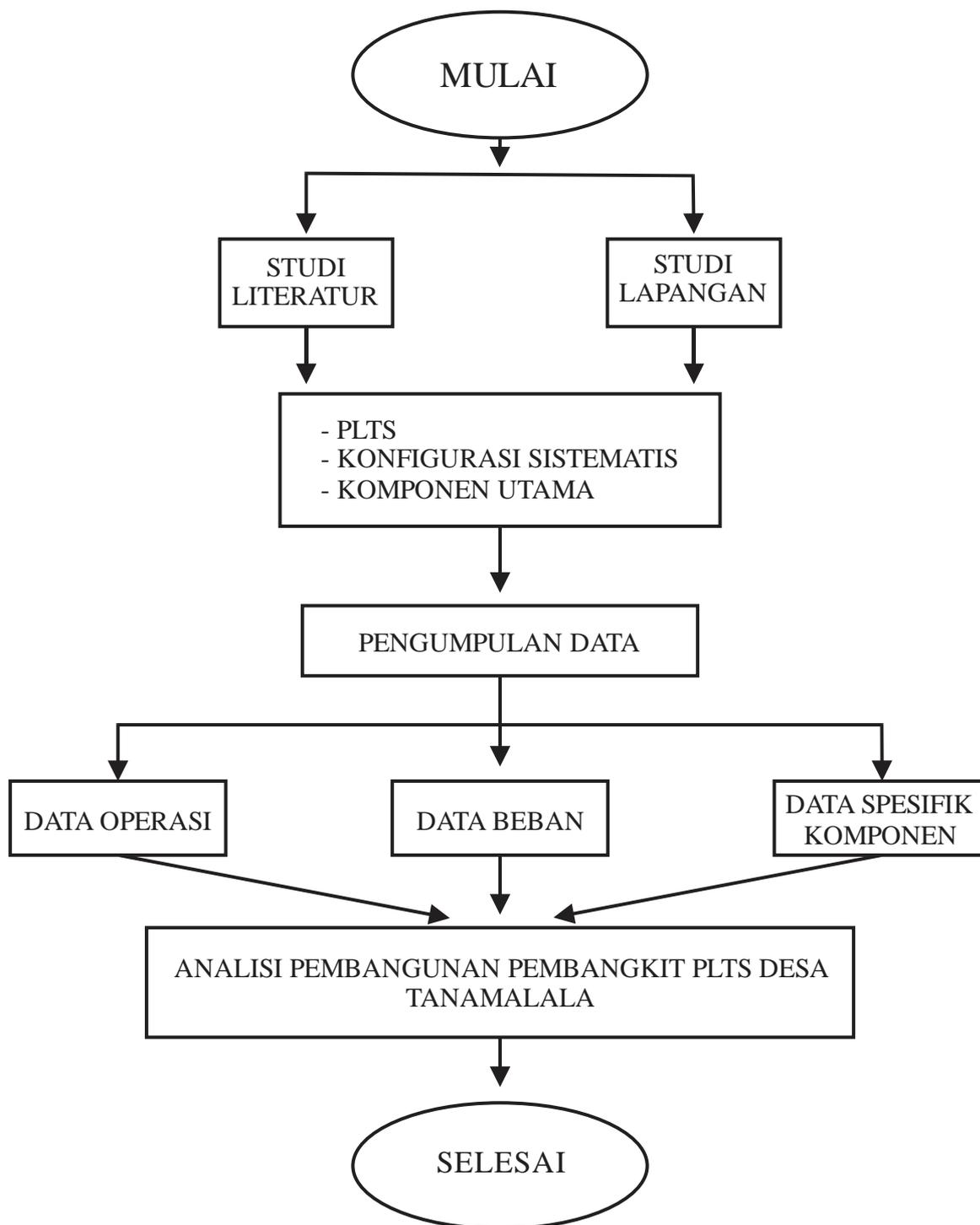
- a) Wawancara, yaitu teknik pengumpulan data dengan cara melakukan wawancara dengan pihak PT PLN (Persero).
- b) Data sekunder yaitu Teknik pengumpulan data yang diambil dengan cara perantara seseorang dan dokumen serta laporan yang ada.

2. Teknik Analisa Data

Teknik analisa data pada penelitian ini dilakukan setelah pengumpulan data di PT PLN (Persero) UID Sulselrabar. Adapun data yang akan dikumpulkan berupa data ausmsi langgan beban Desa Tanamalala, jumlah calon pelanggan, dan estimasi kebutuhan energi per rumah dan fasilitas umum. Data yang ada akan diolah secara kuantitatif. Kemudian di Analisa sesuai dengan rumusan masalah yang ada agar mendapatkan hasil yang sesuai. Penelitian ini menggunakan beberapa rumus perhitungan sehingga data yang dihasilkan dari penelitian berupa kesimpulan dari rumusan masalah yang ada.

3. Alur Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini terdapat alur penelitian yang harus dilakaukan, berikut gambar 3.3 adalah gambaran umum alur penelitian atau flowcart yang akan dilakukan:



Gambar 3.1 Alur Penelitian Atau Flow Chart

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kebutuhan Energi Harian



Tanamalala belum memiliki profil beban harian karena suplai listrik eksisting masih berupa genset mandiri. Namun terdapat data profil beban tipikal dari daerah yang memiliki karakteristik yang sama dengan Tanamalala. Kurva beban tersebut dapat digunakan sebagai referensi kurva beban di Tanamalala seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.1 dibawah.

Tabel 4. 1 Tabel Asumsi Langgan Beban Harian di Tanamalala

Beban Harian Asumsi Langgan Beban Tanamalala	
Jam	Beban Harian (kW)
23:00-00:00	18
00:00-01:00	19
01:00-02:00	18
02:00-03:00	18
03:00-04:00	18
04:00-05:00	18
05:00-06:00	18
06:00-07:00	17
07:00-08:00	16
08:00-09:00	16
09:00-10:00	16
10:00-11:00	15
11:00-12:00	17
12:00-13:00	15
13:00-14:00	15
14:00-15:00	15
15:00-16:00	15
16:00-17:00	16
17:00-18:00	20
18:00-19:00	23
19:00-20:00	22
20:00-21:00	22
21:00-22:00	21
22:00-23:00	20
Total Produksi	428
Max	23

(Sumber. PT PLN (Persero) IUW Sulselbar)

Kebutuhan energi harian di Desa Tanamalala terdiri atas dua kelompok, yaitu kebutuhan energi rumah tangga dan kebutuhan energi fasilitas umum.



Kebutuhan total dari dua kelompok tersebut menjadi penentu besar kapasitas PLTS yang perlu disediakan di Tanamalala.

Desa Tanamalala terdiri atas 194 calon pelanggan. Estimasi kebutuhan energi per rumah sebesar 2.200 Wh. Ini berarti kebutuhan energi rumah tangga di Desa Tanamalala sebesar 426,8kWh/hari. Perhitungan kebutuhan energi rumah tangga dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Peralatan Kebutuhan Energi Rumah Tangga

No	Peralatan	Jumlah	Daya (Watt)	Jam Nyala (h)	Energi (Wh)
1	Lampu LED	3	10	12	360
2	TV LED	1	100	4	400
3	Kulkas	1	100	12	1200
4	Peralatan lain	1	60	4	240
Total					2.200
Total Calon Pelanggan			194	Pelanggan	426,800

Sedangkan kebutuhan energi fasilitas sarana umum diestimasi sebesar 600 Wh per unit. Sehubungan dengan masih minimnya fasilitas umum yang terdapat pada desa Tanamalala, sehingga diasumsikan desa tersebut memiliki empat belas unit fasilitas umum, yaitu Balai Desa, PJU, fasilitas Kesehatan, fasilitas Pendidikan dan tempat ibadah. Ini berarti kebutuhan fasilitas kebutuhan umum Desa Tanamalala sebesar 8.400 Wh/hari. Perhitungan kebutuhan energi fasilitas umum Desa Tanamalala dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4. 3 Kebutuhan Energi Fasilitas Umum

No	Jenis Fasum	Jumlah	Enrgi (Wh)
1	Balai Desa	4	2.400
2	PJU	4	2.400
3	Fasilitas Pendidikan	2	1.200
4	Fasilitas Kesehatan	2	1.200
5	Tempat Ibadah	2	1.200
Total load profile fasum			8,400

Berdasarkan Tabel 4.2 dan Tabel 4.3 tersebut, dapat diketahui total kebutuhan energi Desa Tanamalala sebesar 435,2 kWh/hari.

B. Konfigurasi PLTS Tanamalala



Konsep pembangkit Listrik Tenaga Surya Tanamalala adalah: Kapasitas Sistem: 176,24 kWp. Spesifikasi Canadian solar CS3U-370MS-AG dan SMA Sunny Tripower, 20000TL sebagai moodul surya dan inverter pada pemodelan PLTS Tanamalala karena Canadia Solar CS3U-370MS-AG memiliki efesiensi relative tinggi (18,65%) pada kelasnya.

Dalam rencana pembagunan ini data iradiasi matahari juga di butuhkan. Data iradiasi matahari di ambil dari sumber data SolarGis. Pada PLTS Tanamalala kami memilih 1 sumber data meteorologi untuk penilaian. Tabel 4.4 memberikan informasi mengenai sumber data meteorologi dari lokasi yang akan dilakukan penilaian.

Tabel 4. 4 Informasi Sumber Lokasi Data Meteorologi

No	Lokasi	G. Lintang (Derajat)	G. Bujur (Derajat)	Sumber Data	Global Horizontal Irradiation (kWh/m2)
1	Tanamalala	-7.058664°	120.547917°	SolarGis	1945.5

Tabel 4. 5 Peak Sun Hour

Parameter	Nilai	Unit	Keterangan
GHI	1945,5	kWh/m2	GHI adalah niali konstanta yang didapatkan dari Global Solar Atlas setelah memasukkan titik koordinat loakasi
Jumlah hari	365	Hari	
PSH	5,3	Hour	Peak Sun Hour adalah rasio pebandingan antara GHI dengan jumlah hari

Berdasarkan tabel 4.5 hasil perhitugan PSH ini diperoleh dari rasio perbandingan antara GHI dengan jumlah hari dalam 1 tahun. Yang mana diketahui GHI 1945,5 kWh/m2 dan jumlah hari 365. Untuk menentukan PSH :

$$PSH = GHI : \text{Jumlah Hari} \quad (4.1)$$

$$= 1945,5 \text{ kWh/m2} : 365 \text{ Hari}$$

$$= 5,3 \text{ Hour}$$

Jadi PSH atau kondisi ketika radiasi sinar matahari maksimal adalah 5,3 Jam.



1. Perhitungan Kapasitas PV

Tabel 4. 6 Kapasitas PV

Parameter	Nilai	Unit	Keterangan
Energy Consumption	1455	kWh	Diambil dari produksi asumsi dalam 1 tahun
Effisiensi Sistem	82%	%	Merupakan perkalian antaraeffisiensi sistem PV dan Inverter
Effisiensi Sistem PV	85%	%	Update referensi Global Solar Atlas
Effisiensi Inverter	97%	%	
Effisiensi Jaringan	99%	%	
PSH	5,3	Hour	
Kapasitas Inverter	334	kW	
Rasio DC/AC	1,1		
Kapasitas PV	368	kWp	

Berdasarkan hasil perhituga pada tabel 4.6 :

Efisiensi sistem dapat diperoleh dari pebandingan anatra Effisiensi Sistem PV, Effisiensi Inverter dan Effisiensi Jaringan. Dan untuk menentukan Effisiensi Sistem :

$$\begin{aligned} \text{Effisiensi Sistem} &= \text{Effisiensi Sistem PV} \times \text{Inverter} \times \text{Jaringan} \quad (4.2) \\ &= 85\% \times 97\% \times 99\% \\ &= 82\% \end{aligned}$$

Jadi efisiensi sistem adalah 82%

C. Menentukan Kapasitas Inverter

Mengacu pada tabel 4.6 untuk menentukan kapasitas inverter dengan EC 1455, PSH 5,3 Jam dan Effisiensi sistem 82%. Maka dari itu kapasitas inverter:

$$\text{Kapasitas Inverter} : \frac{EC}{PSH \times \eta_{system}} \quad (4.3)$$

Keterangan :

Energy Comsumtion : Konsumsi energi yang dibutuhkan.

Peak Sun Hours : Waktu efisien untuk mendapatkan sinar matahari.

η_{system} : Efisiensi sistem PV



Penyelesaian : $\frac{1455}{5,3 \times 82\%}$
 : 334 kWh

Jadi untuk merencanakan PLTS pulau Tanamalala yang membutuhkan kapasitas inverter sebesar 334 kWh.

D. Menentukan Kapasitas PV

Mengacu pada daya yang direncanakan pada PLTS, daya yang ditawarkan 368 kWp sehingga persamaan sebagai berikut :

Kapasitas PV : Kapasitas Inverter PV x Rasio DC/AC (4.4)

Penyelesaian : $334 \text{ W} \times 1,1$
 : 367,4 atau 368 kWp (dibulatkan)

Jadi untuk merencanakan PLTS pulau Tanamalala yang membutuhkan kapasitas P_v Modul sebesar 368 kWp.

Tabel 4. 7 Energi yang Harus disuplai Baterai

Parameter	Nilai	Unit	Keterangan
Total Beban	255	kWh	Diambil dari langgan beban malam

Pada tabel 4.7 dengan total beban 255 kWh yang mana data tersebut mengacu pada tabel 4.1 yang diambil dari Jam 18:00 sampai dengan Jam 06:00.

E. Menentukan Kapasitas Baterai

Energi listrik pada baterai tidak 100% dapat digunakan karena pada di inverter potensi kehilangan energinya bisa 5%. Untuk menentukan kapasitas baterai kita dapat mengacu data pada tabel 4.1 untuk energi konsumsi 24 jam, 4.7 untuk energi konsumsi malam dan 4.8 untuk Reserve factor, DoD, η batt, η inv batt, dan Day of Autonomy, sehingga menggunakan persamaan berikut:

Kapasitas Baterai : Reserve Factor x $\left(\frac{\text{Energy konsumsi malam}}{\text{DoD} \times \eta_{\text{batt}} \times \eta_{\text{inv batt}}} + \right)$ (4.6)

Day of autonomy x $\frac{\text{energy konsumsi 24 jam}}{\text{DoD} \times \eta_{\text{batt}} \times \eta_{\text{inv batt}}}$

Keterangan :

Reserve Factor : Faktor cadangan.

Energi Konsumsi Malam : Jumlah energi yang dipakai dari jam 18:00 sampai jam 05:00.

DoD : Tingkat kedalaman kekosongan baterai.

η_{batt} : Ketahanan baterai.

$\eta_{\text{inv batt}}$: Kemampuan merubah tegangan masuk DC menjadi AC atau sebaliknya.

Day of Autonomy : Jumlah hari tanpa matahari.

Energi konsumsi 24 jam : Jumlah energi yang dipakai dalam 1 hari.

Penyelesaian : $1,1 \times \left(\frac{255}{80\% \times 90\% \times 95\%} + 2 \times \frac{428}{80\% \times 90\% \times 95\%} \right)$

: 1.786,70 kWh



Jadi untuk merencanakan PLTS pulau Tanamalala yang membutuhkan kapasitas Baterai sebesar 1.786 kWh

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Bedasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan oleh peneliti, maka dapat disimpulkan bahwa total kebutuhan energi Desa Tanamalala sebesar 435,2 kWh/hari. Untuk konsep Pembangkit Listrik Tenaga Surya Desa Tanamalala adalah kapasitas system: 176,24 kWp.

Spesifikasi canadian solar CS3U-370MS-AG dan SMA Sunny Tripower, 20000TL sebagai modul surya dan inverter pada modelan PLTS Tanamalala karena Canadian solar CS3U-370MS-AG memiliki efisiensi relative tinggi (18,65%) pada kelasnya.

Dan untuk merencanakan PLTS Desa Tanamalala membutuhkan kapasitas inverter sebesar 334kWh, kapasitas PV modul sebesar 368 kWp, dan kapasitas baterai sebesar 1,786 kWh.

B. Saran

1. Untuk melakukan penelitian dengan menganalisa pembangunan pembangkit listrik tenaga surya, perlu diketahui terlebih dahulu spesifikasi dan pola operasi dari PLTS yang ingin di buat.
2. Perlunya pemeliharaan komponen PLTS baik skala besar (pembangkit) maupun skala kecil (rumah) agar pengoperasiannya optimal.
3. Dalam menyelesaikan tugas akhir, diperlukan lebih banyak referensi untuk memudahkan penulisan. Dan perlunya disiplin waktu serta semangat untuk menyelesaikan tugas akhir tepat waktu.



DAFTAR PUSTAKA

- Pramana, P. A., Harsono, B. B., & Mangunkusumo, K. G. (2021). Revitalitas Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada Sistem Microgrid Pulau Tomia. *Jurnal Technopreneur (JTech)*, 28-37.
- PT PLN (persero) UID Sulselrabar. 2021. Final Report Feasibility Study. Makassar: PT Prima Layanan Nasional Enjiniring.
- Diantari, R. A., Erlina, & Widyastuti, C. (2017). Studi Penyimpanan Energi Pada Baterai PLTS. *Jurnal Ilmiah*.
- Suprianto. (2021). Analisa Perhitungan untuk Pemasangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk Solar Home System. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro*, 61-67.
- Yusuf, F. (2014). Makalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya. <https://elektro2013.blogspot.com/2014/12/makalah-pembangkit-listrik-tenaga-surya.html>
- Aflan, & Rocky. (2015). *Rancang Bangun Penyediaan Energi Listrik Tenaga Hibrida (PLTSPLTB-PLN) Untuk Membantu Pasokan Listrik Rumah Tinggal*. Banten: Universitas Sultan Ageng Tritayasa.
- Borrego, A. (2021). *Studin Sistem Tenaga Listrik Hybrid Untuk Penerapan Daerah Terisolir*. Title.10,6.
- Burhandono, A., Windarta, J., & Sinaga, N. (2022). Perencanaan PLTS Roof Top On-Grid Untuk Gedung Kantor PLTU Amurang Sebagai Upaya Mengurangi Auxiliary Power dan Memperbaiki Nilai Nett Plant Heat Rate Pembangkit. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 3(2), 61-79. <https://doi.org/10.14710/jebt.2022.13051>
- Muslim, S., Khotimah, K., & Azhiimah, A. N. (2020). *ANALISIS KRITIS TERHADAP PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) TIPE PHOTOVOLTAIC (PV) SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF MASA DEPAN*. 3(1). <https://doi.org/10.31869/rtj.v3i1.1638>
- Rahardjo, I., & Fitriana, I. (2016). Strategi Analisi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Indonesia. *Article, March 2016*, 43-51
- Winardi, B., Nugroho, A., & Dolphina, E. (2019). Perencanaan Dan Analisis Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat Untuk Desa Mandiri. *Jurnal Tekno*, 16(2),1-11. <https://doi.org/10.33557/jtekno.v16i1.603>