

PERANCANGAN INSTALASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA KAPASITAS 450 WATT

Salomo Silaban¹, Tri Nona Damanik², Rahmawaty, S.T., M.T.³
Teknik Konversi Energi^{1,2,3}, Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan
salomosilaban@students.polmed.ac.id¹, tridamanik@students.polmed.ac.id²,
rahmawati@polmed.ac.id³

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan satu jenis yang dihasilkan dari energi surya. Energi surya yang mudah di dapatkan dari alam. Pada umumnya seluruh masyarakat di dunia rata rata mempunyai tempat tinggal masing masing, pada tempat tinggal tersebut masuk daya listrik dari PLN, adapun sebagian masyarakat yang belum mendapatkan subsidi listrik dari PLN, adapun mungkin tidak terjangkau dari tiang pembagian daya listrik terutama para petani terpencil. Kendala tersebut dapat ditanggulangi sehingga proses penerangan bagi para petani dapat digunakan untuk kebutuhan sehari hari. Untuk menanggulangi kendala tersebut digunakan Perancangan Listrik Kapasitas 450 Watt Dengan Solar Cell Untuk Rumah Petani Terpencil. Prinsip kerja dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yaitu dimana panel surya menerima sinarmatahari yang menghasilkan arus listrik DC yang dialirkan ke baterai, lalu dari baterai yang menyimpan arus listrik DC tersebut. Setelah dari baterai, inverter yang mengubah daya listrik sehingga baterai yang menyimpan arus listrik DC 12 Volt tersebut diubah menjadi arus listrik AC 220 Volt dan dialirkan ke beban.

Kata Kunci : *Solar Cell, Solar Charge Controller, Baterai, Inverter, Beban*

PENDAHULUAN

Sel surya atau *solar cell* adalah suatu perangkat atau komponen yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek *photovoltaic*. Yang dimaksud dengan efek *photovoltaic* adalah suatu fenomena dimana munculnya tegangan listrik karena adanya hubungan atau kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat mendapatkan energi cahaya.

Metode pemantauan panel surya saat ini hanya mengumpulkan data parameter keluran panel surya secara manual menggunakan alat ukur seperti multimeter. Data ini tidak di ambil langsung pada kondisi realtime dan pemantauan dilakukan dari jarak yang berdekatan dengan panel surya. Hal ini yang membuat pemantauan panel surya kurang efektif. karena dari hasil pemantauan tersebut dapat diperoleh apakah pemasangan panel surya sudah sesuai dan menghasilkan daya keluaran panel surya (Widayana, Gede, 2012).

TINJAUAN PUSTAKA

Solar Cell

Sel surya atau yang disebut juga dengan photovoltaic adalah sebuah komponen elektronik yang dapat mengubah radiasi matahari menjadi energi listrik, perubahan energi ini disebabkan sebuah proses yang disebut efek photovoltaic. Efek photovoltaic sendiri adalah pelepasan muatan positif menjadi negatif dalam material padat melalui cahaya. Jadi secara tidak langsung output berupa arus dan tegangan dipengaruhi oleh besarnya intensitas cahaya (Narsrul HaqRosyadi, 2016). Modul surya photovoltaic module adalah suatu komponen elektronik yang digunakan untuk mengkonversikan radiasi matahari menjadi energi listrik yang disusun dari beberapa panel surya yang di rangkai seri maupun paralel, kemudian disusun dalam satu bingkai yang diberi laminasi atau lapisan pelindung kemudian disusun dari beberapa modul surya yang terpasang sedemikian rupa pada penyanggah. PV modul yang terangkai seri dari sel-sel surya ditunjukkan untuk meningkatkan, atau dalam hal ini dapat dikatakan menggabungkan tegangan (VDC) yang dihasilkan oleh setiap selnya. Sedangkan untuk arusnya dapat didesain sesuai kebutuhan dengan memperhatikan luas permukaan sel (Rahmaidayani, N. 2015).



Gambar 1. Modul Sel Surya Monocrystalline 200 WP
Sumber: (Specialist Panel Surya, 2022)

Solar Charge Controller

Solar charge controller adalah peralatan elektronika yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan di ambil dari baterai ke beban. solar charge controller mengatur overcharging (kelebihan pengisian karena baterai yang sudah penuh) dan kelebihan voltase dari solar module (Cakrawala96-19, 2021). Dalam Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) ini memakai dengan solar charge yang berjenis Pulse Wide Modulation (PWM) ini menggunakan lembar pulse dari on dan off elektrik sehingga dapat menciptakan seakan akan *sine wave electrical form* (Darma, S. 2017).



Gambar 2. Solar Charge Controller
Sumber: (Specialist Panel Surya, 2022)

Pengertian Baterai

Baterai merupakan suatu komponen yang digunakan pada sistem PLTS memiliki fungsi sebagai penyimpanan hasil dari fotovoltaic yaitu energi listrik dalam bentuk energi arus DC. Energi yang disimpan pada baterai berfungsi sebagai cadangan (*hack up*), yang biasanya digunakan pada saat panel surya tidak menghasilkan energi listrik, contohnya pada saat malam hari atau pada saat cuaca mendung, selain itu tegangan keluaran ke sistem cenderung lebih stabil, satuan kapasitas yang dihasilkan pada baterai adalah ampere hour (Ah), yang artinya arus maksimum yang dapat dikeluarkan oleh baterai selama satu jam. Pengosongan baterai (*discharge*), baterai tidak boleh dikosongkan hingga titik maksimum. Sebab ini mempengaruhi usia pakai dari baterai tersebut. Batas pengosongan dari baterai dengan depth of discharge (DOD) dengan satuan persen. Apabila baterai memiliki depth of discharge sebesar 80%, maka energi yang tersedia di dalam baterai hanya dapat digunakan sebesar 80% dan 20% lainnya sebagai cadangan. Kemudian, semakin besar depth of discharge yang diberlakukan pada satuan baterai, maka umur teknis dari baterai akan semakin pendek (James P Dunlop (1997).

Baterai dapat diartikan sebagai gabungan sel-sel yang terhubung seri, secara umum ada dua jenis baterai yang digunakan untuk keperluan *solar electric systems*, yaitu *lead acid battery* (accu) dan

Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan Tahun 2022

nicel cadmium battery. Kedua jenis baterai tersebut memiliki komponen yang hampir sama, hanya saja berbeda dalam jenis elektroda yang di pakai dan jenis elektrolit yang digunakan untuk membangkitkan reaksi elektrokimia (Darma, S. 2017).



Gambar 3. Baterai Kijo 12V-100 Ah
Sumber: (*Specialist Panel Surya*, 2022)

Inverter

inverter adalah alat elektronika yang dapat merubah tegangan listrik DC yang berasal dari perangkat seperti baterai menjadi tegangan listrik AC nominal PLN sebesar 220 volt. Fungsi inverter adalah merubah daya masukan searah menjadi daya keluaran bolak balik yang simetris dengan mangnitudo dan frekuensi yang diinginkan. Tegangan keluaran dari sebuah inverter dapat dibuat konstan (Setiawan, N. 2018).

Inverter digunakan ketika peralatan anda memerlukan daya AC. Inverter memotong dan membalikkan arus DC untuk membentuk gelombang segi empat yang nantinya disaring menjadi gelombang sinus yang disesuaikan dan menghapus harmonik yang tidak diinginkan. Sangat sedikit inverter yang menyediakan gelombang sinus yang murni sebagai output. Kebanyakan model yang tersedia dipasaran menciptakan apa yang diketahui sebagai “ gelombang sinus yang termodifikasi ”, karena output tegangan mereka bukanlah sinusoid yang murni (Rashid, 1993).



Gambar 4. Inverter Souer 500 W
Sumber: (*Specialist Panel Surya*, 2022)

Daya Listrik

Misalkan suatu potensial v dikenakan kesuatu beban dan mengalirkan arus. Energi yang diberikan ke masing-masing elektron yang menghasilkan arus listrik sebanding dengan v (beda potensial). Dengan demikian total energi yang diberikan sejumlah elektron yang menghasilkan total muatan

sebesar dq adalah sebanding dengan $v \times dq$. Energi yang diberikan pada elektron tiap satuan waktu di definisikan sebagai daya (power) p sebesar digunakan rumus pada persamaan 4 (Solarex 1998):

$$P = \frac{V \cdot dq}{Dt} = VI \quad (4)$$

Daya didefinisikan sebagai laju hantaran energi listrik dalam sirkuit listrik. Satuan internasional daya listrik adalah watt yang menyatakan banyaknya tenaga listrik yang mengalir persatuan waktu (joule/detik) dan dirumuskan pada persamaan 5 sebagai berikut:

$$P = V \cdot I \quad (5)$$

Keterangan:

P = adalah daya (*watt* atau W)

I = adalah arus (*ampere* atau A)

V = adalah perbedaan potensial (*Volt* atau V)

Tahapan Instalasi Listrik

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan sebelum melakukan tahapan instalasi yaitu:

1. Mempersiapkan bahan-bahan yang diperlukan
2. Melakukan pengecekan tiang, memeriksa kekokohan tiang, serta memilih peletakan struktur penyanggah agar mendapatkan titik yang paling efisien dilihat dari batangan kabel menuju beban.
3. Agar tidak terjadi kesalahan pada perlakuan pemasangan awal dari baterai yang dapat menyebabkan kerusakan ataupun berkurangnya usia teknis, maka perlu dipersiapkan dan diperhatikan beberapa ketentuan tentang pemakaian baterai diantaranya: memeriksa spesifikasi teknis baik dari segi merek maupun dari segi kapasitas nominal, memeriksa kondisi cairan didalam baterai (kering tidak terisi, kering terisi atau basah terisi).
4. Mempersiapkan dan memeriksa kabel yang akan dipakai sesuai dengan yang ditetapkan, serta menyeragamkan ketentuan pemakaian warna kabel, kabel merah untuk koneksi polaritas (+), dan hitam untuk polaritas (-). Selain itu perlu untuk mempersiapkan sepatu kabel atau terminal kabel pada setiap pemasangan dan penyambungan kabel (Sihotang, H.G. 2019).

Agar mempermudah dalam pelaksanaan perancangan ada beberapa tahapan yang perlu dilakukan yaitu:

- a. Menentukan letak tiang penyanggah dan sesuaikan dengan ukuran panjang tiang yang ada.
- b. Merakit modul *fotovoltaik* pada bingkai penyanggahnya, dan pasang ketiang penyanggah.
- c. Mengarahkan modul *fotovoltaik* sehingga menghadap kearah yang paling optimum mendapat radiasi matahari.
- d. Menyambungkan kabel dari terminal kabel (junction box) di modul *fotovoltaik* ke SCC (Setiawan, N,V, 2021).

Perancangan PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya)

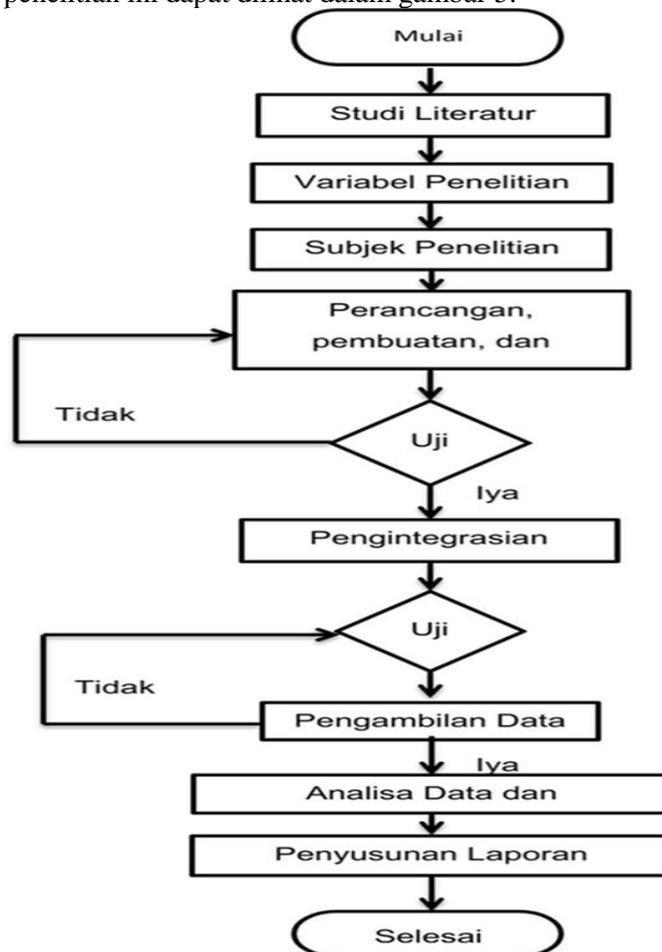
Dalam pembuatan atau pendirian PLTS, ada beberapa yang harus diperhatikan dalam merencanakannya. Perencanaan yang baik sangat dibutuhkan karena pembangkit listrik ini sangat memanfaatkan radiasi matahari sebagai bahan utama pembangkitnya. Berikut beberapa perencanaannya:

1. Menentukan dan menghitung keseluruhan kapasitas daya yang diperlukan dalam penggunaan energi sehari-hari dengan satuannya watt.
2. Menentukan berapa besar nilai arus yang diproduksi dari *photovoltaic* dalam satuan *ampere Hour* dengan memperhitungkan jumlah panel surya yang dibutuhkan dalam sistem PLTS.
3. Menentukan dan menghitung jumlah baterai yang dibutuhkan dalam sistem PLTS dengan mempertimbangkan penggunaan tanpa adanya sinar matahari (*ampere hour*) (Muhammad Bachtiar 2006).

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Diagram alir penelitian ini dapat dilihat dalam gambar 5.



Gambar 5. Diagram Rancangan Penelitian

Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan data penelitian ini berada di Kampus Politeknik Negeri Medan.

Parameter Pengukuran dan Pengamatan

Parameter pengukuran yang dilakukan pada saat proses perancangan Dan Instalasi sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Surya dibutuhkan alat seperti tang kombinasi, obeng (-),(+), beseta komponen yang mau dipakai untuk perancangan.

Model Penelitian

Membuat perancangan Dan Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 450 Watt Dengan Menggunakan Solar Cell Untuk Rumah Petani Terpencil.

Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

Untuk penelitian yang menggunakan metode kualitatif perlu dijelaskan pendekatan yang digunakan, proses pengumpulan dan analisis informasi, serta penafsiran dan penarikan kesimpulan penelitian.

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperoleh dari studi literatur untuk mencari informasi berupa jurnal, dan beberapa buku-buku yang berhubungan dengan tujuan penelitian.

Teknik Analisis Data

Teknik analisis yang digunakan yaitu dengan menghitung daya dari data diperoleh dari solar cell pada pengujian, serta menghitung efisiensi alat pada solar cell.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pada gambar 4.2 hasil dari distribusi listrik yang dilakukan pada proses pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya.

Membangun PLTS yang kapasitas 450 Watt daerah yang belum dijangkau oleh PLN.

Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) perlu memperhatikan besar energi listrik yang akan disuplay oleh sistem PLTS sebesar 100% dari kebutuhan energi listrik.

Kebutuhan Listrik Beban Lampu LED Dan Lampu TL

Pada table 1 dapat dilihat kebutuhan listrik yang akan disuplay PLTS dapat ditentukan dengan melihat konsumsi energi listrik harian pada daerah yang belum dijangkau oleh PLN sebesar 450 Watt.

Tabel 1. Beban Pemakaian PLTS

No.	Jenis beban	Jumlah	Tegangan (Volt)	Daya(Watt)	Arus (Ampere)	Waktu(Jam)
1.	Lampu LED	4	220	38	01.02	6
2.	Lampu TL	1	220	20	01.02	6

Pembahasan

Kapasitas Komponen PLTS

Komponen PLTS yang akan dirancang terdiri kapasitas panel surya, kapasitas SCC, kapasitas baterai dan kapasitas *inverter* terlihat pada gambar 4.3 diatas tersebut.

Kapasitas Panel Surya

Untuk sistem PLTS dengan daya 1000 Watt kebawah, faktor 20% harus ditambahkan kepembebanan sebagai pengganti rugi-rugi sistem dan untuk faktor keamanan (*Dunlop*). Oleh karena itu ampere-jam beban yang sudah ditentukan dikalikan dengan 1,20 sehingga,

$$\begin{aligned}
 ET &= EB \times \text{Rugi dan safety factor} \\
 &= EB \times 1,20 \\
 &= 58 \text{ wh} \times 1,20 \\
 &= 69,6 \text{ wh}
 \end{aligned}$$

Keterangan :

EB = Energi beban 58 wh (*watt jam* perhari)

ET =Energi total beban (*watt jam* perhari)

Faktor rugi daya keselamatan = 1,20

Kapasitas SCC

Beban pada sistem PLTS mengambil energi dari SCC. Kapasitas arus yang mengalir pada *charge controller* dapat ditentukan dengan mengetahui beban maksimal yang terpasang. Maka arus kapasitas arus yang mengalir pada *charge controller* yaitu:

Spesifikasi panel surya 200 WpMenggunakan baterai 12 Volt

I_{max}

$$= \frac{V_{max} V_s}{200 \text{ Watt}}$$

$$= 12 \text{ Volt}$$

$$= 16,66 \text{ A}$$

Kapasitas Baterai

Untuk mengetahui berapa banyak energi yang dapat disimpan, perlu mengkonversikan Ah menjadi Wh atau data perjam (*Watt Hours*) sehingga dapat mengetahui kapasitas baterai yang ada.

Daya dapat ditentukan dengan:

$$P = I \times V$$

$$P = 100 \times 12 \text{ Volt} = 1200 \text{ Wh}$$

Kapasitas Inverter

Inverter yang bekerja untuk melakukan konversi atau mengubah tegangan searah (DC) menjadi tegangan bolak-balik (AC). Untuk memenuhi kebutuhan *inverter* dengan menjumlah beban watt yang ingin di gunakan.

Daya hanya dibutuhkan 450 Watt maka *inverter* yang digunakan dengan kapasitas 500 W.

$$\text{Dengan } V_{ov} = 220 \text{ V}$$

$$I_{sc} = 41,6$$

$$fc = 3 P_{in} = V_{ov} \times I_{sc} \times fc$$

$$P_{in} = 220 \text{ V} \times 41,6 \times 0,90 \times 3P_{in} \\ = 24.710,4 \text{ W}$$

Kemudahan Dalam Pengoperasian

Untuk memperoleh kemudahan dalam melakukan pengoperasian, penulis membuat dudukan atau penyangga modul surya terdapat pada gambar 4.1 yang dapat digerakkan, dan besi yang menahan dudukan modul surya dapat di putar. Fungsinya adalah untuk memudahkan dalam pengoperasian modul surya sehingga dudukan modul surya dapat diputar untuk mengarahkan modul tersebut menghadap arah yang diinginkan. Untuk melakukan perubahan kemiringan panel suryanya, dudukan penyangga modul kedua bagian atas dikendorkan, setelah itu sesuaikan dengan kemiringan yang kita butuhkan, setelah itu ketatkan kembali bagian yang dikendorkan.

Komponen Dan Bahan

Dari perancangan instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), berikut tabel 2 ini adalah beberapa daftar harga komponen sebagai berikut:

Tabel 2. Daftar Komponen Dan Bahan

No.	Komponen	Spesifikasi	Jumlah	Satuan	Tipe/Merk
1.	Panel Surya	200 WP	1	Buah	Solana Mono
2.	SCC	20A, 12 V	1	Buah	PWM
3.	Baterai	100 Ah, 12 Volt	1	Buah	Kijo
4.	Saklar tunggal	Persegi	1	Buah	Panasonic
5.	Saklar ganda	Persegi	1	Buah	Panasonic
6.	Kontak-kontak	persegi	1	Buah	Panasonic
7.	Kabel NYHY	2 × 6	4	M	
8.	Kabel NYY	2,5 mm	15	M	
9.	Kabel NYM	2,5 mm	5	M	
10.	Fitting lampu LED		4	Buah	
11.	Fitting lampu TL		1	Buah	
12.	Lampu LED	7 Watt	2	Buah	Hannochs
13.	Lampu LED	12 Watt	2	Buah	Hannochs
14.	Box panel	60 × 50 × 20	1	Buah	
15.	MCB	2A, 63 A	4	Buah	
16.	Besi rangka	3 × 3 m	9	M	
17.	Roda meja		4	Buah	
18.	Inverter	500 W, input 12 Volt, output 220 Volt	1	Buah	Souer
19.	Cat besi	Warna hitam	1	Buah	

SIMPULAN

Rangkaian pada komponen utama dapat berjalan dengan bagus sampai dengan rangkaian penggunaan saklar ganda dan saklar tunggal untuk menghidupkan beban lampu LED dan lampu TL. Dengan beban 58 Watt perhari komponen dari sistem PLTS yang direkomendasikan adalah panel surya 200Wp sebanyak 1 buah, Solar charge Controller (SCC) 20 A – 12 Volt) sebanyak satu buah, baterai 100Ah sebanyak satu buah dan inverter 500W satu buah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima Kasih Kepada Politeknik Negeri Medan melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M) yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Muhammad, R.D. 2012. *Pengenalan Kepada Photovoltaic SolarCell dan Fungsi*. Diakses pada 22 Mei 2022 www.ilpapnt.gov.my/.../Photovoltaic%20Solar%20Cell%20.
- Tulung, M.N, Rumbayan, M, Bawalo, J. 2021. *Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Rumah Kebun Desa Ammat Kabupaten Kepulauan Talaud*. Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sam Ratulangi.
- Boedoyo, S.M. 2012. *Potensi dan Peran PLTS Sebagai Energi Alternative Masa Depan Di Indonesia*. Diakses pada 20 Mei 2022 dari <https://www.neliti.com/isebagai-energi-alternatif-masa-depan-diindonesia>.
- Hari, S. 2018. *Perancangan Solar Home System di Daerah Terpencil Nusa Tenggara Barat*. Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Ndro, Prasetyo. C. 2014. *Perancangan Kapal Penumpang Tenaga Surya Untuk Penyeberangan Sungai Bengawan Solo*. Teknik Sistem Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.
- Ihsan, 2013. *Peningkatan Suhu Modul dan Daya Keluaran Panel Surya dengan Menggunakan Reflektor*. Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar.
- Saputra, W. 2016. *Rancang Bangun Solar Tracking System Untuk Mengoptimalkan Penyerapan Energi Matahari Pada Solar Cell*. Politeknik Negeri Bandung.
- Syahputra, R. 2016. *Pembangkit listrik Energi Terbarukan*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Sukmajati, S. & Hafidz, M. 2015. *Perancangan dan Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 10 MW On Grid Di Yogyakarta*. *Jurnal Energi dan Kelistrikan*.