

RANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DALAM KONTEKS PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN DI DESA SABAL (Kab. Kepulauan Tanimbar Kec. Wermakatian)

Florentina Kuway¹, Giovanni Dimas Prenata²

^{1,2}Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya

¹renniflorentina@gmail.com, ²gprenata@untag-sby.ac.id

Abstract- Electrical energy is one of the most important and vital needs of modern society. The absence of electrical energy will greatly disrupt the continuity of human activities. Therefore the balance and availability of electrical energy needs to be maintained at all times. The electrification ratio of Indonesia is currently 87%, it shows 8.5 million people in Indonesia or equivalent to 2500 villages that have not been electrified. in Indonesia. Indonesia's geographical location is one of the causes of many areas that have not been reached by the State Electricity Company (PLN) such as Selaru island at the southern tip of West Southeast Maluku regency. Indonesia is a tropical country that has solar energy potential with an average daily insolation of 4.5 – 4.8 kWh / m² / day. So that solar energy becomes a potential renewable energy source to be developed in Indonesia.

Keywords: solar cell; solar power; photovoltaic; solar energy; panel type

Abstrak- Energi listrik adalah salah satu kebutuhan masyarakat modern yang sangat penting dan vital. Ketiadaan energi listrik akan sangat mengganggu keberlangsungan aktivitas manusia. Oleh karena itu keseimbangan dan ketersediaan energi listrik perlu dipertahankan setiap waktu. Rasio elektrifikasi Indonesia saat ini 87%, hal tersebut menunjukkan 8,5 juta penduduk di Indonesia atau setara dengan 2500 desa yang belum dialirkan listrik. Letak geografi Indonesia merupakan salah satu penyebab masih banyaknya daerah yang belum terjangkau Perusahaan Listrik Negara (PLN) seperti Pulau Sabal yang di ujung selatan Kabupaten Maluku Tenggara Barat. Maka pencarian salah satu bentuk energi alternatif dalam rangka memenuhi ketidak merataan tersebut dibangunlah Pembangkit listrik tenaga surya. Karena Indonesia merupakan salah satu negara tropis yang mempunyai potensi energi listrik surya menjadi sumber energi terbarukan yang potensial untuk perkembangan Indonesia. Letak geografis Indonesia merupakan salah satu penyebab masih banyaknya daerah yang belum terjangkau Perusahaan Listrik Negara (PLN) seperti pulau Selaru di ujung Selatan kabupaten Maluku Tenggara Barat. Indonesia merupakan negara tropis yang mempunyai potensi energi surya dengan insolasi harian rata – rata 4,5 – 4,8 kWh/m² / hari. Sehingga energi surya menjadi sumber energi terbarukan yang potensial untuk dikembangkan di Indonesia.

Kata Kunci: Sel surya; PLTS; photovoltaic; Energi surya; Tipe panel

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kawasan pulau-pulau kecil memiliki sumber daya alam dan jasa lingkungan yang cukup tinggi dan dapat dijadikan dasar untuk pembangunan Indonesia di masa yang akan datang. Kawasan ini menyediakan sumberdaya alam yang produktif seperti, gang-gang laut, dan sumber daya laut lainnya. Energi baru dan yang terbarukan mempunyai peran yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan energi. Hal ini disebabkan penggunaan bahan bakar untuk pembangkit – pembangkit listrik dalam jangka waktu yang panjang akan menguras sumber minyak bumi, gas dan batu bara yang makin menipis. Energy Information Administration (EIA) memperkirakan pemakaian energi hingga tahun 2025 masih didominasi bahan bakar fosil, yakni minyak bumi, gas alam, dan batubara. PLTS atau lebih dikenal dengan sel surya (sel fotovoltaik) akan lebih diminati karena dapat digunakan untuk berbagai keperluan yang relevan dan di berbagai tempat seperti perkantoran, pabrik, perumahan, dan lainnya. Dari banyaknya penelitian yang dilakukan tentang PLTS ada beberapa penelitian yang judulnya bisa dikatakan cukup untuk bisa diambil sebagai referensi antara lain : Penelitian tentang PLTS off-grid yang di buat oleh Vember Restu Kossi yang berbicara tentang perancangan energi terbarukan yang hemat dan dapat membantu masyarakat di Dusun Tikalong, dalam penelitian ini membahas mengenai pemasangan hasil pengujian, pengukuran dan perhitungan spesifikasi dari masing-masing komponen yang ada dalam penelitian ini.

Sebuah penelitian dari Hasnawiya Hasan (2012), jurnal berjudul, (*RANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DI PULAU SAUDI*) mengenai pemasangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Pulau Saugi, tentang pentingnya energi baru terbarukan bagi pulau atau daerah yang masih belum merasakan listrik sejarah menyeluruh dari pemerintah dan meraka hanya mengandalkan listrik bantuan yang harga dari iuran solar perpenggunaan terbilang tidak efisien, maka dibuatnya pembangkit listrik ini agar masyarakat di daerah 3T juga tau bahwa mereka dapat menggunakan matahari sebagai pembangkit listrik alternatif yang terbilang murah,efisien dan masyarakat juga dapat membuatnya[1].

1.2 Permasalahan Wilayah

Tidak tersedianya energi listrik di pulau tersebut menyebabkan pulau tersebut agak terbe;akang dari segi perekonomian. Dengan adanya instalasi panel surya pada rumah ini diharpkan menjadi contoh bagi masyarakat sekitar untuk mengembangkan energi terbarukan yang ramah lingkungan, sehingga diharapkam dapat mendukung pengembangan pulau tersebut, mulai dari peneraangan, energi, layanan informasi, dan lain-lainnya. Setiap hari masyarakat Desa sabal hanya menikmati lsitrik dengan menggunakan generator pemuka desa dengan biaya yag cukup terbilang mahal untuk membeli solar.

Generator itu dinyalakan dari pukul 6 soreh sampai dengan jam 7 malam, kecuali hari minggu generator tersebut hanya akan dipakai untuk penerangan tempat ibadah jadi pada hari minggu rumah warga desa tidak ada penerangan. Total biaya iuran setiap harinya, Rp. 50.000/Hari atau dihitung/berapa banyak lampu yang digunakan. Hal tersebut juga dipakai hanya untuk penerangan dan tidak untuk pemakaian peralatan elektronik. Dan hal tersebut bisa dikatakan sangat tidak efisien dalam pemakaian jangka waktu lama. Oleh karena itu terpecik ide untuk melakukan penelitian pembangunan pemanfaatkan energi surya, atau pembangunan Pembangkit Listrik Energi Surya, sebab Indonesia merupakan negara tropis yang sangat potensial untuk mengembangkan energi surya[2].

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah pembangkit listrik yang dapat mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik arus searah (DC). PLTS ditemukan pada tahun 1941 dan digunakan oleh NASA dan Angkatan Darat AS. Itu bisa bertahan 25 tahun dalam panas, hujan atau es, membuat PLTS memiliki karakteristik yang luar biasa . PLTS juga sering disebut solar cell atau sel surya. Photovoltaic atau sel surya adalah alat yang dapat mengubah energi cahaya menjadi energi listrik dengan menggunakan efek fotolistrik. Charles Fritts pertama kali melakukannya pada tahun 1880[3].

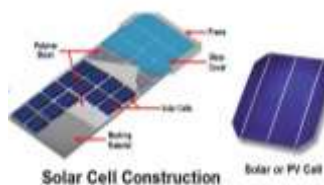
Pembangkit listrik tenaga surya jenis PLTS adalah pembangkit listrik yang menggunakan efek fotolistrik yang menghasilkan perbedaan tegangan untuk menghasilkan energi listrik. Modul surya terdiri dari 3 lapisan, yaitu. H. ada lapisan P-panel di bagian atas, lapisan batas di tengah, dan lapisan N-panel di bagian bawah. Sinar matahari menyebabkan elektron masuk ke lapisan paling atas yaitu panel P. Lapisan yang terlepas yang menyebabkan proton mengalir ke lapisan bawah adalah lapisan pelat N, dan transfer proton ini menimbulkan arus listrik. Efek ini disebut efek fotolistrik. Di Indonesia, PLTS terbesar pertama kali terletak di pulau Bali dengan kapasitas 2×1 MW, lebih tepatnya di daerah Karangasem dan Bangli Keuntungan dari pembangkit listrik tenaga surya adalah.

1. Energi Terbarukan / tidak pernah habis.
2. Bebas zat berbahaya dan ramah lingkungan.
3. Umur panjang panel surya/investasi jangka panjang.
4. Nyaman karena bisa disimpan di baterai.
5. Cocok untuk daerah tropis, berpenduduk jarang dan terpencil.

2.2 Komponen-Komponen PLTS

2.2.1 Sel Surya

Sel surya pertama kali dibuat pada tahun 1839 oleh seorang peneliti Perancis, Alexander Edmond Becquerel la menemukan bahwa dengan memanfaatkan sinar matahari dapat menghasilkan arus listrik didalam material padat. Pada tahun 1905, Albert Einstein dapat menjelaskan tentang efek fotolistrik yang menjadi teknologi dasar untuk panel surya. Kemudian pada tahun 1954 para laboratorium Bell menciptakan panel surya tersebut dan untuk pertama kalinya digunakan sebagai sumber tenaga bagi satelit luar angkasa Amerika Serikat[4].



Gambar 1. solar panel

2.2.2 Panel Surya

Panel Surya adalah pembangkit listrik yang mengubah energi surya menjadi energi listrik. Pembangkit listrik bisa dilakukan dengan dua cara, yaitu secara langsung menggunakan fotovoltaik mengubah secara tidak langsung dengan memutuskan energi surya. Fotovoltaik mengubah secara langsung energi cahaya menjadi listrik menggunakan efek fotoelektrik. Pemusatan energi surya menggunakan sistem lensa atau cermin dikombinasikan dengan sistem pelacak untuk memfokuskan energi matahari ke satu titik untuk menggerakkan mesin kalor. Panel surya terbuat dari bahan silikon (Si), Kadmium Telurida (CdTe) dan Tembaga indium Gallium Selenida (CIGS).

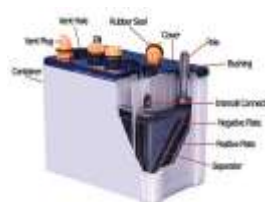
Panel dalam penelitian yang digunakan terdapat dua tipe panel karena dilihat dari kondisi rumah yang memerlukan dan kondisi lingkungannya panel polikristalin dan panel monokristalin[1].



Gambar 2. panel surya

2.2.3 Baterai/Aki

Baterai adalah alat penyimpan tongs listrik arus searah (DC). Baterai "menyimpan reaksi kimia yang dapat dibalikkan yang menyimpan daya listrik yang nantinya dapat dipulihkan pada saat diperlukan. Daya listrik berubah menjadi daya kimia ketika baterai diisi, dan proses kebalikkannya terjadi pada saat baterai mengeluarkan daya. Baterai memenuhi dua tujuan penting dalam sistem fotovoltaik: pertama adalah untuk memberikan daya listrik kepada sistem ketika daya tidak disediakan oleh panel surya, kedua adalah untuk menyimpan kelebihan daya yang ditimbulkan oleh panel-panel setiap kali daya itu melebihi beban. Baterai yang cocok digunakan untuk Pembuatan PLTS adalah baterai *deep cycle lead acid* yang mampu menampung kapasitas 60 Ah/12V dan 32Ah/12V dengan kedua baterai memiliki efisiensi 80%. Waktu pengisian baterai/aki selama 12 jam – 16 jam[1].



Gambar 3. baterai

2.2.4 Solar Control Charger

charger controller (atau lebih formalnya pengatur penyimpanan daya surya atau solar power charge regulator) memastikan bahwa baterai berkerja dalam kondisi yang seharusnya dan digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. Pengatur ini menghindari penyimpanan (charge) atau pengeluaran (discharge) baterai yang berlebihan dan kelebihan voltase dari panel surya. Kelebihan voltase dan pengisian akan mengurangi umur baterai. Pengatur ini menerapkan teknologi Pulse Width Modulation (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban. Panel surya 12 Volt umumnya memiliki tegangan output 1621 Volt. Jadi tanpa solar charge controller,

baterai akan rusak oleh over-charging dan ketidak stabilan tegangan. Baterai umumnya di-charge pada tegangan 14-14.7 Volt. Untuk menjamin charging dan discharging baterai yang baik, pengatur tersebut menjaga informasi kondisi penyimpanan daya (State of Charge) baterai. SoC diukur berdasarkan pada tegangan sebenarnya dari baterai. Dengan mengukur tegangan baterai dan diprogram dengan tipe teknologi penyimpanan yang digunakan oleh baterai, pengatur bisa mengetahui titik tepat di mana baterai akan mengalami charge atau discharge yang berlebihan. SCC yang digunakan juga 2 dan menggunakan ampere yang sama 10 A[5].



Gambar 4. solar Control Charger

2.2.5 Inverter

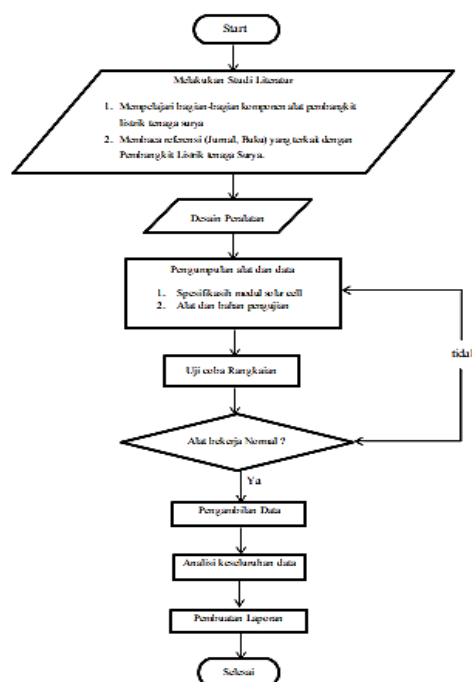
Inverter adalah sebuah alat yang mengubah listrik DC (Direct Current) dari baterai atau panel sel surya menjadi AC (Alternating Current). Penggunaan inverter dari dalam Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah untuk perangkat yang menggunakan AC (Alternating Current), misalnya untuk penerangan peralatan elektronik seperti komputer, peralatan telekomunikasi, TV, radio, dll. Inverter dapat digunakan di rumah dan semua tempat yang memerlukan energi (listrik) cadangan untuk mengganti listrik PLN[1].



Gambar 5. Inverter

III. METODE PENELITIAN

Dalam pembahasan metode penelitian ini dapat diketahui sistem perancangan sistem pembangunan PLTS seperti apa saja :



Gambar 6. Flowchart penelitian

Pada penelitian ini dimulai dengan pengumpulan referensi dari buku-buku, jurnal-jurnal maupun dari penelitian sebelumnya yang dapat mendukung teori penyelesaian tugas akhir ini. Setelah itu pembuatan desain dengan tujuan untuk penelitian agar lebih mudah membuat rancangan PLTS.

TABEL 1
DATA BEBAN LISTRIK RUMAH TIPE
PANEL POLICRISTALIN

Beban	Daya (W)	Jumlah	Daya Total (W)	Waktu Pemakaian (Jam)	Energi Listrik (Wh)
lampu	8	4	32	11	352
Total energi					352

TABEL 2
DATA BEBAN LISTRIK RUMAH TIPE
PANEL MONOCRISTALIN

Beban	Daya (W)	Jumlah	Daya Total (W)	Waktu Pemakaian (Jam)	Energi Listrik (Wh)
lampu	10	3	30	11	330
Total energi					330

TABEL 3
SPESIFIKASI TEKNISI

Solar Panel			
daya	100 Wp	Daya	100 Wp
tipe	Policristalin	tipe	Monocrystalin
voltage	12 V	voltage	12 V
Baterai			
policristalin		Monocrystalin	
tipe	60 Ah	tipe	32 Ah
Voltage	12 V	Voltage	12 V
Solar Control Charge			
policristalin		Monocrystalin	
10 A. 12 V DC		10 A. 12 V DC	
inverter			
1000 Watt, 220 VAC		500tt 220 V AC	

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian panel Surya

Sebagian penerapan dari metode yang dijelaskan diatas, diberikan contoh perancangan komponen PLTS. Maka pada metode ini akan menjelaskan tentang data dari perhitungan pada komponen.

TABEL 4
PENGUJIAN TEGANGANN DAN ARUS PADA PANEL
TIPE POLICRISTALIN

WAKTU	TEGANGAN PANEL (V)	ARUS PANEL (A)	KONDISI CUACA
08.00	17.21	2.34	Cerah
09.00	08.39	2.01	Cerah
10.00	19.99	2.06	Cerah
11.00	20.78	2.34	Cerah
12.00	21.90	2.56	Cerah
13.00	21.80	2.35	Cerah

14.00	18.09	2.10	Cerah
15.00	16.79	2.05	Berawan
16.00	15.55	1.56	Hujan
17.00	13.30	1.35	Hujan

TABEL 5
PENGUJIAN TEGANGANN DAN ARUS PADA PANEL
TIPE MONOCRISTALIN

WAKTU	TEGANGAN PANEL (V)	ARUS PANEL (A)	KONDISI CUACA
08.00	16.34	1.43	Cerah
09.00	16.23	1.34	Cerah
10.00	16.67	1.54	Cerah
11.00	17.35	2.34	Cerah
12.00	17.65	2.25	Cerah
13.00	16.32	1.56	Cerah
14.00	16.21	1.34	Cerah
15.00	15.22	1.22	Berawan
16.00	15.10	1.09	Hujan
17.00	15.02	1.01	Hujan

Dari tabel diatas ini dapat disimpulkan bahwa open circuit voltage minimal pada panel ini mencapai 21.90 V yang tercatat pada jam 12.00 siang dengan kondisi cerah. Jika tegangan ini disalurkan langsung ke baterai maka hal ini bisa mengakibatkan kerusakan baterai akibat over-charging dan ketidakstabilan tegangan. Oleh karena itu, penting adanya solar controller charging sebagai pembatas tegangan yang masuk ke baterai. Hasil yang sama juga akan terjadi pada penggunaan panel dengan tipe monocrystalin akan tetapi pada pengujian tegangan dan arusnya itu pada jam 12.00 siang dengan kondisi cuaca cerah akan mengalami sedikit penurunan dimana 17,65 V.

V. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian pembangkit listrik tenaga surya pada beban rumah tangga, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. PLTS dapat membantu dalam mengatasi krisis listrik di daerah yang belum terjangkau PLN.
2. Jika kita menggunakan beban 720 Watt dan beban 384 Watt maka panel surya pada masing – masing rumah yang dibutuhkan adalah dengan ukuran 100 Wp dengan tipe panel surya yang berbeda – beda, menggunakan 2 buah baterai dengan kapasitas berbeda pula dengan ukuran yang Pertama 12 V/60 Ah dan 12 V/ 32 Ah, dan menggunakan 2 buah charger controller dengan besar 10 A, inverter digunakan sebanyak 2 buah dengan kapasitas berbeda yaitu 1000 W dan 500 W. Sistem ini mampu bertahan selama 3 hari tanpa sinar matahari dengan lama pemakaian harian mencapai rata – rata 11 jam perhari dengan pembebanan penuh.
3. Jika beban pada masing – masing rumah sebesar 220 Watt dan 202 Watt maka kita dapat menggunakan 2 panel surya berdaya 100 Wp, menggunakan 2 buah baterai 12 V / 60Ah dan 12 V/ 32 Ah dengan charger controller sebesar 10 A pada 2 rumah warga dan inverter yang digunakan 1000 W dan 500 W. Sistem ini hanya mampu bertahan selama 11 jam pemakaian perhari dengan pembebanan penuh.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ima Rochimawati, "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya," *Strateg. J. Tek. Ind.*, vol. 1, no. 1, pp. 169–180, 2019, doi: 10.37753/strategy.v1i1.7.
- [2] L. Penelitian *et al.*, "Perancangan Dan Pembuatan Pembangkit Listrik," 2009.
- [3] 491-516. <https://doi.org/10.1111%2Fj.1540-6520.2010.00384.x> Lim, D. S., Morse, E. A., Mitchell, R. K., & Seawright, K. K. *Ins* 34(3), "PEMBERDAYAAN ENERGI MATAHARI SEBAGAI ENERGI LISTRIK LAMPU PENGATUR LALU LINTAS," *titutional Environ. Entrep. Cogn. A Comp. Bus. Syst. Perspect. Entrep. theory Pract.*, vol. 2, no. 564, pp. 1–73, 2010.
- [4] G. Ngurah *et al.*, "Kajian Energi Surya Untuk Pembangkit Tenaga Listrik," vol. 4, no. 1, pp. 29–33, 2005.
- [5] C. R. Sandro Putra, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Secara Mandiri Untuk Rumah Tinggal," *Semin. Nas. Cendekiawan*, vol. 6, no. 1, p. 23.4, 2016.