

Rancang Panel Surya Untuk Instalasi Penerangan Rumah Sederhana Daya 900 Watt

Mahmud Idris[#]

[#] Teknik Listrik, Politeknik Jambi, Jl Lingkar Barat II Lrg Veteran Kel, Bagan Pete, Kota Jambi, 36361, Indonesia
E-mail: mahmud@politeknikjambi.ac.id

Abstract— The need for electrical energy for humans continues to increase as the number of people increases and the increasingly modern pattern of human life is also one of the causes of increasing energy consumption. The solution to this discussion is to supply new and renewable energy sources as an alternative to supply electricity with the PLTS electricity system with a spare battery. The purpose of this study is to make a PLTS electrical system with a backup battery with a capacity of 900 Watts for power consumption from the National Electric Company and the Utilization of the Sun's Natural Resources into electrical energy. The PLTS system is in a backup battery for storing electrical energy produced by solar cells. PLTS and pendukung components are needed to produce PLTS with 900 Watt power, PLTS backup battery with 200 Ah battery capacity with 12V voltage, 150Wp x 2 Photovoltaic, MPA type solar charge controller with 30A capacity, Pure sine wave type inverter with 1000 Watt capacity and use safety current MCB 1 phase 6A and 2A.

Keywords— Design, PLTS module, 900 Watt power.

Abstrak— Kebutuhan energi listrik untuk manusia terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah populasi manusia dan pola hidup manusia yang semakin modern juga menjadi salah satu penyebab meningkatnya konsumsi energi. Solusi dari permasalahan ini adalah dengan menyediakan sumber energi baru dan terbarukan sebagai alternatif untuk suplai energi listrik dengan sistem kelistrikan PLTS dengan backup battery. Tujuan penelitian ini adalah pembuatan sistem kelistrikan PLTS dengan backup battery dengan kapasitas 900 Watt untuk mengurangi pemakaian listrik dari PLN dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam matahari yang menjadi energi listrik. Sistem PLTS di backup battery sebagai penyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh sel surya. Hasil penelitian ini menghasilkan rancangan bangun PLTS dan komponen-komponen pendukung yang dibutuhkan untuk menghasilkan PLTS dengan daya 900 Watt, PLTS backup battery dengan kapasitas battery 200 Ah dengan tegangan 12V, Photovoltaic 150Wp x 2, solar charge controller jenis MPPT berkapasitas 30A, Inverter jenis pure sine wave dengan kapasitas 1000 Watt dan menggunakan pengaman arus MCB 1 fhasa 6A dan 2A.

Kata kunci— Rancang bangun, modul PLTS, daya 900 Watt.

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik untuk konsumsi manusia terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah populasi manusia dan pola hidup manusia yang semakin modern juga menjadi salah satu penyebab meningkatnya konsumsi energi. Penggunaan beberapa peralatan listrik dan elektronika untuk menunjang kebutuhan masyarakat di era modern saat ini mengalami peningkatan seiring dengan berkembangnya teknologi, sehingga penggunaan energi listrik menjadi salah satu kebutuhan utama manusia dalam menunjang aktifitas kehidupan masyarakat sehari-hari khususnya kalangan masyarakat menengah ke atas, oleh karena itu kebutuhan ini harus

tercukupi dan pemanfaatannya harus digunakan secara efisien. Pada umumnya energi listrik yang disuplai ke masyarakat masih berasal dari energi yang diperoleh dari proses pembakaran bahan bakar fosil. Bahan bakar fosil berasal dari sisa-sisa mikroorganisme atau jasad renik yang mengalami pembusukan yang terbentuk selama jutaan tahun lalu, sehingga bahan bakar fosil tergolong ke dalam sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui (*unrenewable resources*) yang suatu saat jumlahnya akan habis. Untuk mengatasi hal tersebut, sumber daya alam yang dapat diperbaharui (*renewable resources*) seperti cahaya matahari dan angin misalnya menjadi pilihan alternatif untuk menjamin keberlangsungan kebutuhan energi manusia di masa depan.

Pemanfaatan sumber daya alam yang dapat diperbaharui untuk kemudian diolah menjadi energi listrik juga sangat efektif dalam rangka mendukung program pemerintah dan beberapa organisasi lingkungan dunia untuk mengurangi dampak negatif dari penggunaan bahan bakar jenis fosil, seperti bensin, solar dan lainnya yang terus menerus dan juga untuk mengurangi jumlah polusi yang dihasilkan dari sisa pembakaran bahan bakar tersebut.

Sumber energi baru dan terbarukan yang di maksud adalah energi matahari yang sering disebut pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dengan menggunakan *Back Up Battery* dan akan disalurkan ke instalasi penerangan rumah, dimana persediaan energi matahari yang melimpah dengan intensitas radiasi matahari rata-rata sekitar 4.8 kWh/m^2 per hari di seluruh wilayah Indonesia [1].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan kemudahan dan keuntungan bagi masyarakat khusus yang berada di lokasi yang belum terlayani dengan maksimal jaringan listrik PLN, untuk dapat menunjang kebutuhan energi listrik rumah tangga.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Teori Dasar

Pembangkit listrik tenaga surya adalah pembangkit listrik yang mengubah energi surya menjadi energi listrik. Pembangkit listrik bisa dilakukan dengan dua cara, yaitu secara langsung menggunakan *photovoltaic* dan secara tidak langsung dengan pemusatan energi surya. *Photovoltaic* mengubah secara langsung energi cahaya menjadi listrik menggunakan efek *photovoltaic*. Pemusatan energi surya menggunakan sistem lensa atau cermin dikombinasikan dengan sistem pelacak untuk memfokuskan energi matahari kesatu titik untuk menggerakkan mesin kalor [2].

Energi surya atau matahari telah dimanfaatkan di banyak belahan dunia dan jika dieksplotasi dengan tepat, energi ini berpotensi mampu menyediakan kebutuhan konsumsi energi dunia saat ini dalam waktu yang lebih lama. Matahari dapat digunakan secara langsung untuk memproduksi listrik atau untuk memanaskan bahkan untuk mendinginkan. Potensi masa dapat energi surya hanya dibatasi oleh keinginan untuk menangkap kesempatan. Ada banyak cara untuk memanfaatkan energi dari matahari.

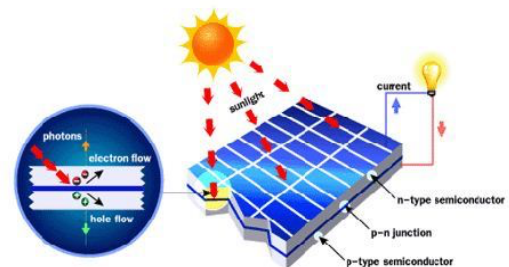
Tumbuhan mengubah sinar matahari menjadi energi kimia dengan menggunakan fotosintesis, memanfaatkan energi ini dengan memakan dan membakar kayu. Bagaimanapun, istilah “tenaga surya” mempunyai arti mengubah sinar matahari secara langsung menjadi panas atau energi listrik untuk kegunaan. dua tipe dasar tenaga matahari adalah “sinar matahari” dan “*photovoltaic*” (*photo* = cahaya, *voltaic*

= tegangan). *Photovoltaic* tenaga matahari melibatkan pembangkit listrik dari cahaya. Rahasia dari proses ini adalah penggunaan bahan semi konduktor yang dapat disesuaikan untuk melepas elektron, pertikel bermuatan *negative* yang membentuk dasar listrik.

Heading Sel surya atau fotovoltai dapat berupa alat semikonduktor penghantar aliran listrik yang dapat secara langsung mengubah energi surya menjadi bentuk tenaga listrik secara efisien. Efek fotovoltai ini ditemukan oleh A.C. Becquerel pada tahun 1839, dimana Becquerel mendeteksi adanya tegangan foto ketika sinar matahari mengenai elektroda pada larutan elektrolit. Alat ini digunakan secara individual sebagai alat pendeteksi cahaya pada kamera maupun digabung seri maupun paralel untuk memperoleh suatu harga tegangan listrik yang dikehendaki sebagai pusat penghasil tenaga listrik. Bahan dasar silicon, bahan ini terbuat dari silikon berkristal tunggal. Sampai saat ini, bahan ini masih menduduki tempat paling atas dari urutan biaya pembuatan bila dibandingkan energi listrik yang diproduksi oleh pesawat konvensional [2].

B. Prinsip Kerja Sel Surya

Prinsip kerja sel surya silikon adalah berdasarkan konsep semikonduktor p-n junction. Sel terdiri dari lapisan semikonduktor doping-n dan doping-p yang membentuk p-n junction, lapisan antirefleksi, dan substrat logam sebagai tempat mengalirnya arus dari lapisan tipe-n (elektron dan tipe-p (*hole*). Semikonduktor tipe-n didapat dengan mendoping silikon dengan unsur dari golongan V sehingga terdapat kelebihan elektron valensi dibanding atom sekitar. Pada sisi lain semikonduktor tipe-p didapat dengan doping oleh golongan III sehingga elektron valensinya defisit satu dibanding atom sekitar. Ketika dua tipe material tersebut mengalami kontak maka kelebihan elektron dari tipe-n berdifusi pada tipe-p. Sehingga area doping-n akan bermuatan positif sedangkan area doping-p akan bermuatan negatif. Medan elektrik yang terjadi pada keduanya mendorong elektron kembali ke daerah-n dan hole ke daerah-p. Pada proses ini telah terbentuk p-n junction. Dengan menambahkan kontak logam pada area p dan n maka telah terbentuk dioda [3][7].



Gambar 1. Cara kerja sel surya silicon.

Ketika junction disinari, photon yang mempunyai energi sama atau lebih besar dari lebar pita energi material tersebut akan menyebabkan eksitasi elektron dari pita valensi ke pita konduksi dan akan meninggalkan hole pada pita valensi. Elektron dan hole ini dapat bergerak dalam material sehingga menghasilkan pasangan elektron-hole. Apabila ditempatkan hambatan pada terminal sel surya, maka elektron dari area-n akan kembali ke area-p sehingga menyebabkan perbedaan potensial dan arus akan mengalir.

tertentu. Rekomendasi ukuran dan nama font yang dapat digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

C. Komponen-komponen Pembangkit Listrik Tenaga Surya[4][5]

1) *Solar Module (modul photovoltaics)*: Seperti yang sudah dibahas diatas sel surya atau sel photovoltaic merupakan suatu alat yang dapat mengubah energi radiasi matahari secara langsung menjadi energi listrik. Pada dasarnya sel tersebut berjenis diode yang tersusun atas P-N junction. Sel surya photovoltaic yang dibuat dari bahan semi konduktor yang diproses sedemikian rupa, yang dapat menghasilkan listrik arus searah (DC). Dalam penggunaannya, sel-sel surya itu dihubungkan satu sama lain, sejajar atau seri, tergantung dari penggunaannya, guna menghasilkan daya dengan kombinasi tegangan dan arus yang dikehendaki. Pada umumnya solar module tidak membutuhkan pemeliharaan yang rutin seperti genset.



Gambar 2. Modul sel surya.

2) *Solar Charge Controller*: Charge controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. Solar charge controller mengatur overcharging (kelebihan pengisian karena batere sudah 'penuh') dan kelebihan voltase dari solar module. Kelebihan voltase dan pengisian akan mengurangi umur baterai. Charge controller menerapkan teknologi Pulse width modulation (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban. Solar module 12 Volt umumnya memiliki tegangan output 16 - 21 Volt. Jadi tanpa solar charge

controller, baterai akan rusak oleh over-charging dan ketidakstabilan tegangan, baterai umumnya di charge pada tegangan 13 - 14.7 Volt.

Beberapa fungsi detail dari solar charge controller adalah sebagai berikut:

- Mengatur Mengatur arus untuk pengisian ke baterai, menghindari overcharging, dan overvoltage.
- Arus yang dibebaskan/diambil dari baterai agar baterai tidak full discharge, dan overloading.
- Monitoring temperatur baterai.



Gambar 3. Solar charge controller.

3) *Inverter*: Inverter adalah perangkat elektrik yang digunakan untuk mengubah arus listrik searah (DC) menjadi arus listrik bolak balik (AC). Inverter mengkonversi DC dari perangkat seperti batere, panel surya / solar cell menjadi AC. Penggunaan inverter dari dalam Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah untuk perangkat yang menggunakan AC (Alternating Current) seperti laptop, komputer, tv, mesin fax, play station dan alat elektronika lainnya yang input tegangannya AC.



Gambar 4. Inverter.

Beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan *inverter*:

- Kapasitas beban dalam Watt, usahakan memilih inverter yang beban kerjanya mendekati dengan beban yang hendak kita gunakan agar efisiensi kerjanya maksimal.
- Input DC 12 Volt atau 24 Volt.
- Sinewave ataupun square wave output AC.

4) *Baterai*: Baterai adalah alat yang menyimpan daya yang dihasilkan oleh panel surya yang tidak segera digunakan oleh beban. Daya yang disimpan dapat digunakan saat periode radiasi biasa digunakan dalam aplikasi surya adalah baterai yang bebas pemeliharaan bertimbang asam (maintenance-free lead-acid batteries), yang juga dinamakan baterai recombinant atau VRLA (klep pengatur asam timbal atau valve regulated lead acid).

Baterai memenuhi dua tujuan penting dalam sistem fotovoltaik, yaitu untuk memberikan daya listrik kepada sistem ketika daya tidak disediakan oleh array panel-panel surya, dan untuk menyimpan kelebihan daya yang ditimbulkan oleh panel-panel setiap kali daya itu melebihi beban. Baterai tersebut mengalami proses siklus menyimpan dan mengeluarkan, tergantung pada ada atau tidak adanya sinar matahari. Selama waktu adanya matahari, array panel menghasilkan daya listrik. Daya yang tidak digunakan dengan segera dipergunakan untuk mengisi baterai. Selama waktu tidak adanya matahari, permintaan daya listrik disediakan oleh baterai, yang oleh karena itu akan mengeluarkannya[6].

Perhitungan berapa lama aki dapat mem-*backup* beban:

$$P = V \times I \quad (1)$$

$$V = \frac{P}{I} \quad (2)$$

$$P = \frac{P}{V} \quad (3)$$

dimana,

I = Kuat Arus (Ampere)

P = Daya (Watt)

V = Tegangan (Volt)



Gambar 5. Baterai.

TABEL I
DESKRIPSI BAHAN PLTS 900 WATT

No	Komponen Racang PLTS 900 Watt		
	Komponen	Spesifikasi	
1	Panel surya	Maximum power (Pmax)	150Wp
		Voltage at Pmax (Vmp)	18.3V
		Current at Pmax (Imp)	8.21A
		Open circuit voltage (Voc)	22.5V
		Short circuit voltage (Isc)	8.59A
		Weight	11.2Kg
		Dimension (mm)	1482 x 670 x 35
2	Solar Charge controller	Nominal system voltage	12V/24V auto work
		Rated battery current	30A
		Rated load current	20A
		Maximum battery voltage	32V
		Max. Solar input voltage	150VDC
		Max. PV input power	12V 390W 24V 780W
		Dimension (mm)	242 x 169 x 91
		Weight (Kg)	2.0
		Enclosure	IP30
3	Baterai/Aki	Kapasitas	200 Ah
		Tegangan	12 V
4	Inverter	Rated power	1000W
		Output	Waveform pure sine wave
		Output voltage	220V/2305V
		Output frequency	50Hz
		Conversion efficiency maximum	94%
		Rated voltage	12V
		Maximum Input current	52A
		Input voltage range	9V-16V
		Under voltage Protection	9.50.5V
		Over voltage protection	15V 0.5V
		USB output	5V 1000Ma
Product size	325 x 180 x 85 mm		
5	Kabel	2x0.75 mm	20 meter
6	Box panel	Disesuaikan	1 Set
7	MCB	Kapasitas	6 A 2 A
8	Dudukan panel surya	Disesuaikan	1 Set

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini memiliki beberapa tahap yang dilakukan. Untuk perencanaan pembuatan alat PLTS dengan kapasitas 900 Watt meliputi beberapa tahap diantaranya adalah:

1) *Pemilihan jenis modul panel surya (solar cell module)*: menyesuaikan keadaan serta kebutuhan beban yang di butuhkan.

2) *Pemilihan jenis dan kapasitas solar charge controller*: yang sesuai dengan kebutuhan PLTS yang akan dibangun.

3) *Pemilihan kapasitas baterai*: baterai disesuaikan dengan kapasitas daya yang diperlukan. Semakin besar daya maka memerlukan semakin besar baterai.

4) *Pemilihan jenis inverter*: pemilihan inverter diperlukan untuk menyesuaikan, berapa daya maksimum yang direncanakan.

5) *Pembuatan desain rancang bangun*: bertujuan untuk mempermudah dalam proses pembuatan alat sehingga dalam proses pembuatannya lebih terarah.

6) *Persiapan alat dan bahan*: bertujuan agar dalam proses pengerjaan alat tidak terjadi kekurangan alat yang menyebabkan terhambatnya proses pengerjaan

7) *Perakitan*: bertujuan untuk menggabungkan semua bahan atau komponen yang telah disiapkan, sesuai dengan desain yang telah dibuat.

8) *Pengumpulan data*: proses pengumpulan data dilakukan saat proses pengukuran yang bertujuan untuk mengetahui apakah PLTS yang sudah dibuat telah sesuai dengan yang direncanakan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Semua alat yang dirancang dan dirakit, harus terlebih dahulu dilakukan pengujian, untuk dapat mengetahui seberapa besar unjuk kerja dan optimasi daya keluaran alat tersebut dalam pemakaian sebenarnya pada beban. Pengujian dilakukan setelah rangkaian selesai dipasang dengan benar.

A. Rangkain Alat Keseluruhan

Keseluruhan komponen yang akan dirangkai dengan sedemikian rupa, dari satu rangkaian kerangkaan yang berhubungan dengan fungsi kebutuhan alat dengan kapasitas yang diinginkan. Solar charge controller digunakan sebagai pengatur tegangan dari solar cell ke aki (accu) dan menjaga efisiensi saat pengisian baterai. Untuk proses selanjutnya adalah pengujian atau pengukuran tegangan dan arus yang hasilnya untuk mengetahui tingkat efisiensi kerja alat.



Gambar 6. Box komponen PLTS.

Peralatan yang dibutuhkan untuk pembuatan sistem kelistrikan PLTS 900 Watt dengan backup battery/acu.

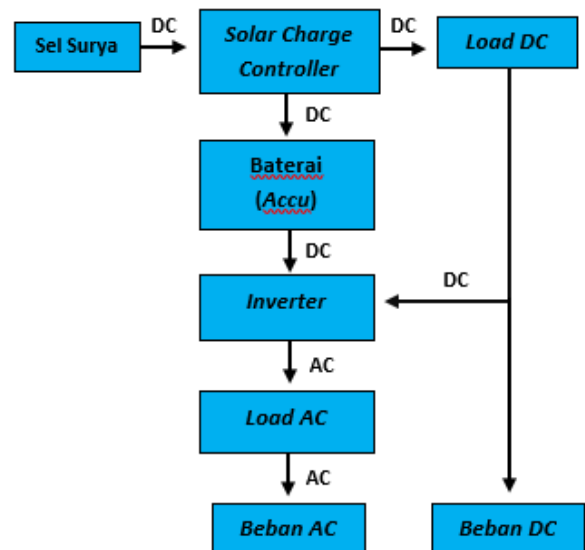
1) *Photovoltaic (PV) atau sel surya*: PV yang digunakan berjumlah 3 buah dengan kapasitas 100 Wp.

2) *Solar charge Controller*: dimana yang digunakan adalah Solar charge Controller menggunakan teknologi MPPT 30 amp, efisien dalam pengisian battery dengan kapasitas 200 Ah.

3) *Battery atau Aki*: Aki yang digunakan adalah aki yang berkapasitas 200 Ah tegangan 12 V sebanyak 1 buah.

4) *Inverter*: jenis inverter yang digunakan adalah Visero SFA-1000C dengan kapasitas 1000 Watt.

5) *MCB*: dengan kapasitas 6 A satu buah dan 2 A tiga buah.



Gambar 7. Diagram blok sistem kelistrikan PLTS.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perencanaan diperoleh sistem kelistrikan PLTS 900 Watt dengan Backup Battery yang dibangun dari peralatan listrik yaitu *Photovoltaic* (PV) atau sel surya berjumlah 3 buah dengan kapasitas masing-masing 100 Wp, solar *charge controller* yang menggunakan teknologi MPPT yang efisien dalam pengisian *battery* dengan kapasitas 200 Ah, AKI basah sebanyak 1 dengan kapasitas 200 Ah dengan tegangan 12 Volt, dengan menggunakan inverter sebagai perubah arus DC ke AC dimana jenis *Inverter* yang digunakan adalah *Pure Sine Wave* dengan kapasitas 1000 Watt dan menggunakan pengaman MCB 6A dan 2A.

UCAPAT TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih penulis haturkan kepada semua pihak terutama pihak Politeknik Jambi yang telah mendukung baik secara moral maupun secara materi serta tidak lupa semua sivitas akademik yang turut serta membantu sehingga penelitian ini dapat selesai untuk dilakukan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asriyadi, A. W. Indrawan, S. Pranoto, A. R. Sultan, R. Ramadhan, “*Rancang Bangun Automatic Transfer Switch (ATS) System Hibrid,*” SNTEI Prosiding Seminar Teknik elektro & Informatika, Vol. 039, pp. 408-414, Nov. 2016.
- [2] Sutarno, Sumber Daya Energi, Yogyakarta, Indonesia: Graha-Ilmu. 2013.
- [3] S. Adjat, “Sistem-sistem pembangkit listrik tenaga surya, BPPT-Press. 2007.
- [4] P. Astu, N. Djati, Mesin Konversi Energi, ANDI, 2006.
- [5] H. Hasan, “Perancangan pembangkit listrik tenaga surya di pulau saugi ,” Jurnal riset dan teknologi kelautan., vol. 10, pp. 169–180, Des. 1012.
- [6] Sutedjo, Rusiana, Z. M. W. Sari, “Rancang Bangun Catu Daya Tenaga Surya untuk Perangkat Audio Mobil,” ISBN EEPIS, pp. 359-366, Okt. 2011.
- [7] J. Heri, “Pengujian Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Solar Cell Kapasitas 50WP,” peper. 2019.