Jurnal Ilmiah Teknik Elektro
Vol. 02, No.1, Hal 23-27, Mei 2021
e-ISSN 2746-1750

Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya *Solar Home System*

Yenni Afrida[1], Fitriono[2], Bayu Setiabudi[3]

[1,2,3] Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Lampung
Jl. ZA Pagar Alam No 14, Labuhan Ratu, Kedaton, Kota Bandar Lampung.
E-mail : yenniafrida2016@gmail.com

Abstrak

New and renewable energy sources in the future will increasingly have a very important role in meeting energy needs. In 2020, in Lampung province there are still areas that have not yet had electricity, one of which is Rawajitu Timur Subdistrict, Tulang Bawang Regency, where the community uses a Diesel Power Plant which is used by the crowd as lighting at night. So to get a more efficient source of electricity and utilize solar energy as a new and renewable energy, it is necessary to design a solar power plant, the Solar Home System (SHS). The methodology in this design is to create and test tools based on needs with 50 Wp SHS power. Making starts from the design and assembly followed by testing with variable changes in light intensity. Retrieval of data from this design as much as 4 times with the best results, namely 44.27 watts with a voltage of 14.5 volts and a current of 3.26 amperes during sunny weather with a measured light intensity of 1.293 lumens. The energy source used by SHS is obtained free of charge and is available in large quantities.

Keywords: New and renewable energy, PLTS, Solar Home System, Light Intensity, Solar Cells

1. Pendahuluan

Sumber energi baru dan yang terbarukan di masa mendatang akan semakin mempunyai peran yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan energi. Hal ini disebabkan oleh penggunaan bahan bakar fosil untuk pembangkit – pembangkit listrik konvesional dalam jangka waktu yang panjang akan menguras sumber minyak bumi, gas dan batu bara yang cadangannya semakin lama semakin menipis (Anggara dkk., 2014).

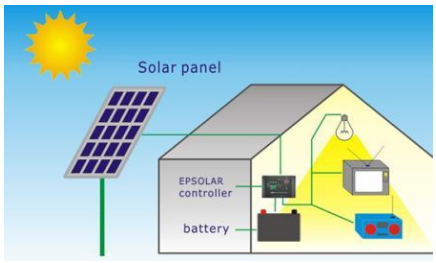
Indonesia sebagai negara tropis mempunyai potensi energi surya yang tinggi dengan radiasi harian rata-rata (insolasi) sebesar 4,5 kWh/m2/hari (Solarex, 1996). Potensi ini dapat dimanfa-atkan sebagai sumber energy alternatif yang murah dan tersedia sepanjang tahun. Disamping itu, kondisi geografis Indonesia yang terdiri dari ribuan pulau menyebabkan masih banyaknya daerah terpencil yang belum terjangkau listrik PLN. Oleh karena itu penerapan teknologi Pembangkit ListrikTenaga Surya (PLTS) untuk memanfaatkan potensi energy surya yang tersedia dilokasi-lokasi tersebut merupakan solusi yang tepat.

Penerapan teknologi tenaga surya untuk kebutuhan listrik daerah terpencil dapat dilakukan dengan berbagai macam system pembangkit listrik tenaga surya, seperti pembangkit listrik hybrid yaitu gabungan antara sumber energi surya dengan sumber energy lainnya, yang paling umum adalah penggabungan energy surya dengan energy mesin diesel atau sumber energy mikro-hydro. Salah satu sistem tenaga surya lainnya adalah "Solar Home System" (SHS), yang terdiri dari panel modul surya, baterai, alat pengontrol dan lampu, sistem ini dipasang pada masing-masing rumah dengan modul fotovoltaik dipasang diatas atap rumah. (Muhammad Bachtiar.,2006.)

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Cahaya Matahari

Matahari merupakan sumber energi yang potensial bagi kebutuhan manusia, dimana energi tersebut bisa didapat dari panas yang merambat sampai permukaan bumi, atau cahaya yang jatuh sampai permukaan bumi.



Gambar 1. PLTS SHS

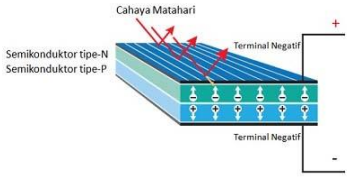
Di Indonesia yang merupakan daerah tropis mempunyai potensi energi matahari sangat besar dengan insolasi harian rata-rata 4,5-4,8 KWh/m² / hari. Akan tetapi energi listrik yang dihasilkan sel surya sangat dipengaruhi

oleh intensitas cahaya matahari yang diterima oleh sistem.

Saat tengah hari yang cerah radiasi sinar matahari mampu mencapai 1000 watt permeter persegi. Jika sebuah piranti semikonduktor seluas satu meter persegi memiliki efisiensi 10%, maka modul sel surya ini mampu memberikan tenaga listrik sebesar 100 watt. Modul sel surya komersial memiliki efisiensi berkisar antara 5% hingga 15% tergantung material penyusunnya. Tipe silikon kristal merupakan jenis piranti sel surya yang memiliki efisiensi tinggi meskipun biaya pembuatannya relatif lebih mahal dibandingkan jenis sel surya lainnya.

2.2 Sel Surya

Modul fotovoltaik sebagai komponen utama dari PLTS terpusat, pada umumnya menggunakan tipe monokristal dan/atau polikristal berbasis silikon. Untuk keperluan pemasangan, modul fotovoltaik dilengkapi dengan box koneksi (*junction box*) termasuk blocking-diode, bingkai modul, dan kerangka penyangga modul (Kemenristekdikti RI, 2018)



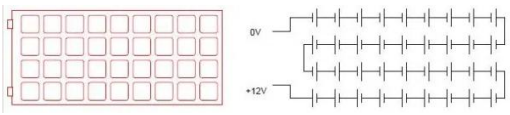
Gambar 2. Sel Surya

Sinar Matahari terdiri dari partikel sangat kecil yang disebut dengan Foton. Ketika terkena sinar Matahari, Foton yang merupakan partikel sinar Matahari tersebut meghantam atom semikonduktor silikon Sel Surya sehingga menimbulkan energi yang cukup besar untuk memisahkan elektron dari struktur atomnya. Elektron yang terpisah dan bermuatan Negatif (-) tersebut akan bebas bergerak pada daerah pita konduksi dari material semikonduktor. Atom yang kehilangan Elektron tersebut akan terjadi kekosongan pada strukturnya, kekosongan tersebut dinamakan dengan "hole" dengan muatan Positif (+).

Daerah Semikonduktor dengan elektron bebas ini bersifat negatif dan bertindak sebagai Pendonor elektron, daerah semikonduktor ini disebut dengan Semikonduktor tipe N (N-type). Sedangkan daerah semikonduktor dengan Hole bersifat Positif dan bertindak sebagai Penerima (Acceptor) elektron yang dinamakan dengan Semikonduktor tipe P (P-type).

Di persimpangan daerah Positif dan Negatif (PN Junction), akan menimbulkan energi yang mendorong elektron dan hole untuk bergerak ke arah yang berlawanan. Elektron akan bergerak menjauhi daerah Negatif sedangkan Hole akan bergerak menjauhi daerah Positif. Ketika diberikan sebuah beban berupa lampu maupun perangkat listrik lainnya di Persimpangan Positif dan Negatif (PN Junction) ini, maka akan menimbulkan Arus Listrik.

Seperti Baterai, Sel Surya juga dapat dirangkai secara Seri maupun Paralel. Pada umumnya, setiap Sel Surya menghasilkan Tegangan sebesar 0,45 ~ 0,5V dan arus listrik sebesar 0,1A pada saat menerima sinar cahaya yang terang. Sama halnya dengan Baterai, Sel Surya yang dirangkai secara Seri akan meningkatkan Tegangan (Voltage) sedangkan Sel Surya yang dirangkai secara Paralel akan meningkatkan Arus (Current).Sebuah perangkal panel surya biasanya terdiri dari 28-36 sel surya yang dirangkai seri untuk memperbesar total daya output.



Gambar 3. Rangkaian Seri-Paralel Sel Surya

2.3. Baterai

Mengingat PLTS sangat tergantung pada kecukupan energi matahari yang diterima panel surya, maka diperlukan media penyimpan energi sementara bila sewaktu-waktu panel tidak mendapatkan cukup sinar matahari atau untuk penggunaan listrik malam hari. Baterai harus ada pada sistem PLTS terutama tipe Off Grid.

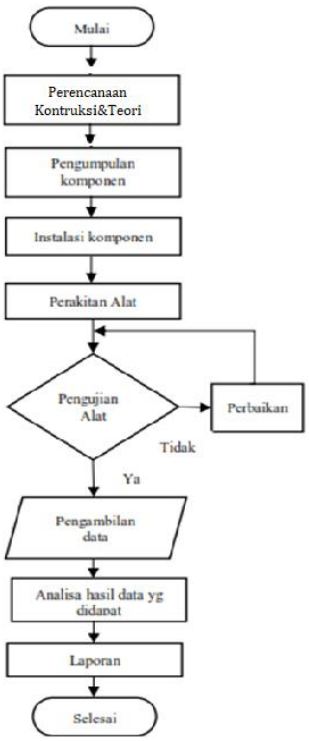
Fungsi baterai adalah didalam PLTS pada umumnya untuk keperluan menyimpan listrik yang dibangkitkan oleh modul fotovoltaik pada siang hari dan digunakan untuk memasok listrik ke beban pada malam hari. Dewasa ini terdapat banyak jenis baterai yang pada dasarnya disesuaikan untuk keperluan tertentu. Jenis baterai yang sudah terbukti handal untuk keperluan PLTS adalah baterai stasioner dari jenis *lead acid*.

2.4. Charger Controller

surya ke baterai. Alat ini juga memiliki banyak fungsi yang pada dasarnya ditujukan untuk melindungi baterai. Pengisi baterai atau charge controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah DC yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. *Charge controller* mengatur *overcharging* (kelebihan pengisian karena baterai sudah penuh) dan kelebihan tegangan (overvoltage) dari panel surya.
Kelebihan tegangan 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. Panel surya 12 V umumnya memiliki tegangan output 16 - 21 V.

3. Metodologi

Berikut ini dijelaskan mengenai blok diagram perancangan *solar home system*

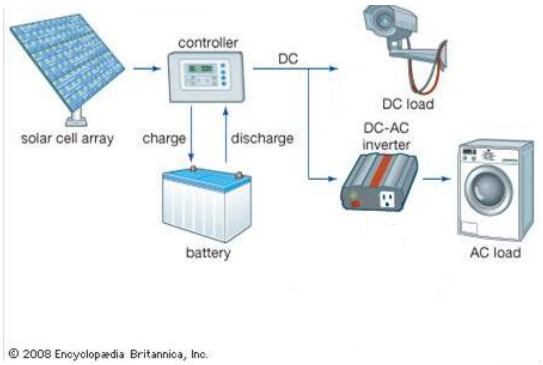


Gambar 4. Diagram Alur

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Perencanaan Sistem

Penelitian ini membuat Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya Solar Home System (SHS) atau skala kecil yang dihitung dan dibuat untuk rumah di desa terpencil yang belum terjangkau oleh listrik PLN.



Gambar 5. Sistem PLTS

4.2. Perencanaan Intensitas Cahaya Matahari

Pada rancang bangun SHS, sinar matahari memiliki peran utama dalam menghasilkan energi listrik. Semakin terjaga dan kontinyu ketersediaan sinar matahari maka semakin handal penyaluran energi listrik dari SHS.

Pada keadaan cuaca cerah, permukaan bumi menerima sekitar 1000 watt energi matahari per-meter persegi. Energi surya dimuka bumi Indonesia mempunyai intensitas antara 0,6-0,7 kW/m2. Untuk memaksimalkan penerimaaan intensitas cahaya matahari, maka kontruksi yang dibuat sebagai dudukan PLTS SHS harus dihadapkan kepada matahari.

4.3. Perencanaan Beban

Dalam penelitian ini beban yang direncanakan mengambil contoh beban pada rumah-rumah sederhana.

Tabel 1 Rencana Beban

No	Beban	Daya (watt)	Jumlah (buah)	Waktu (jam)
1.	Lampu Teras	5	1	6
2.	Lampu Kamar&Ruang Tengah	10	1	6
3.	Lampu Dapur & Kamar mandi	10	1	6

4.4 Perhitungan Arus Beban Total dalam Ampere-Jam (Ah)

$$I_{tot\ beban\ DC} = \frac{P_{lampu}\, x\, jam\ pakai\ sehari}{V_{op}}$$
$$= \frac{(5+10+10)x6}{12}$$

$$= \frac{150}{12}$$
$$= 10 \text{ Ah}$$

$$I_{tot\ beban\ AC} = \frac{P_{tv}\, x jam\ pakai\ sehari}{V_{op}\ x0{,}85}$$
$$= 0 \text{ Ah}$$
$$I_{tot\ beban} = I_{tot\ beban\ DC} + I_{tot\ beban\ AC}$$
$$= 12{,}5 + 0$$
$$= 12{,}5\ Ah$$

4.5 Rugi-Rugi dan Faktor Keamanan

$$I_{tot\ beban} + Rugi\&Safety\ Factor = I_{tot\ beban} x1{,}2$$
$$= 12{,}5x1{,}2$$
$$= 15\ Ah$$

4.6 Equivalent Sun Hour (ESH) terburuk

ESH = 4,5

4.7 Kebutuhan Arus Total Panel Surya

$$I_{tot\ panel} = \frac{I_{tot\ beban}\, x1{,}2}{ESH}$$
$$= \frac{15}{4{,}5}$$
$$= 3{,}3\ A$$

4.8 Perencanaan Modul Optimum Untuk Panel Surya

Terlebih dahulu harus dipilih jenis modul yang akan digunakan berdasarkan spesifikasi yang diberikan oleh pabrik/distributor. Misal dipilih modul jenis 50 WP *Poly-Cristaline* buatan Mitsuyama. Dengan data-data : Arus operasi 2,88 Amper, Tegangan Nominal = 18 Volt., Sehingga:

1. Jumlah modul yang tersusun secara paralel adalah :
$$Mod\ par = \frac{3{,}3}{2{,}88}$$
$$= 1{,}1$$
$$= 1\ buah\ (dibulatkan)$$

2. Jumlah modul yang tersusun seri ditentukan oleh :
$$Mod\ seri = \frac{12}{12}$$
$$= 1$$

3. Total modul yang diperlukan :
$$\sum_{modul} = \sum_{modul\ seri}\ x\ \sum_{modul\ pararel}$$
$$= 1x1$$
$$= 1\ modul$$

4.8 Perencanaan Kapasitas Baterai Waktu Yang Dianjurkan

Perencanaan baterai minimum untuk kebutuhan dalam 1 hari yakni

$Baterai_{cap}$ = ($I_{tot\ beban}$ x 1,2)
=15 Ah

Perencanaan baterai minimum untuk kebutuhan anjuran hari yakni
$Baterai_{cap}$ = ($I_{tot\ beban}$ x 1,2) x t_{rec}
=*15 Ah*
=15x5
=75 Ah

Dalam penelitian ini, penulis memilih waktu anjuran 3 hari sehingga memakai baterai dengan kapasitas 45 Ah.

5. Kesimpulan

Berikut adalah kesimpulan yang didapat dari penelitian ini, yakni :

1. PLTS SHS digunakan karena memiliki sumber energi yang didapatkan secara gratis dan tersedia dalam jumlah banyak.
2. SHS yang dibangun dengen Panel Surya 50 Wp dapat menghasilkan energy listri dengan daya terbesar yang dapat dibangkitkan pada percobaan ke empat Perubahan Intensitas cahaya lebih besar berpengaruh pada perubahan nilai arus yang dihasilkan daripada prubahan tegangan yang dihasilkan oleh SHS.

Daftar Pustaka

Anggara, I.W.G.A., Kumara, I.N.S. dan Giriantari, I.A.D. (2014) Studi Terhadap Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya 1,9 KW di Universitas Udayana Bukit Jimbaran. E-Journal SPEKTRUM. Vol. 1 (1).

B Haryanto. (2018) *Optimalisasi Pembangkit Hybrid PLN-Solar Cell Pada Aplikasi Home Industi,*Universitas Islam Indonesia.

K. Ahmad. (2005) *Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Penerapanya Untuk Daerah Terpencil*, Universitas Soedirman

Muhammad Bachtiar. (2006) Prosedur Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Perumahan /Solar Home System

Jurnal SMARTek, Vol. 4, No. 3, Agustus 2006: 176 – 182

Rusman. (2015) Pengaruh variasi beban terhadap efisiensi solar sell dengan kapasistas 50 Wp, Universitas Muhmmadiyah Metro

Sianipar, Rafael. (2014) Dasar Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Jakarta: JETti. Vol.11,No.2

Timotius, Chris dkk. (2019) Perancangan dan Pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya, Universitas Pendidikan Indonesia