

Jurnal Ilmiah

ENERGI & KELISTRIKAN



SEKOLAH TINGGI TEKNIK - PLN

PRAKIRAAN KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK WILAYAH JAWA - BALI TAHUN 2017 - 2036 DENGAN GABUNGAN METODE ANALITIS, EKONOMETRI, DAN KECENDERUNGAN

Soetjipto Soewono; John Pantouw; Septianissa Azzahra

IMPLEMENTASI LOGIKA FUZZY UNTUK SISTEM OTOMATISASI PENGATURAN PENGISIAN BATERE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA

Tri Joko Pramono; Dhami Johar Damiri; Supriadi Legino

STUDI PENYIMPANAN ENERGI PADA BATERAI PLTS

Retno Aita Diantari; Erlina; Christine Widyastuti

POTENSI PEMANFAATAN BIOMASSA SEKAM PADI UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK MELALUI TEKNOLOGI GASIFIKASI

Isworo Pujotomo

KONTROL PENERANGAN TENAGA SURYA SEBAGAI IMPLEMENTASI DARI LISTRIK KERAKYATAN

Muchamad Nur Qosim; Isworo Pujotomo; Heri Suyanto

ANALISIS PENGGUNAAN LISTRIK ARUS SEARAH UNTUK MENINGKATKAN LAJU PRODUKSI MINYAK BUMI JENIS MINYAK BERAT

M. Hafidz; Martin Choirul Fatah; Sandy Suryakusuma

STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP 2X50 MW DENGAN MENGGUNAKAN BOILER CIRCULATING FLUIDIZED BED COMBUSTION DI KENDARI, SULSELBAR

Harun Al Rasyid; Haqimul Batih; Raden Edi Sewandono

STUDI METODE PENGANTIAN RELAI MEKANIS MENJADI ELEKTRIS PANEL TEGANGAN MENENGAH PLTU UNIT 4 MUARA KARANG

Zainal Arifin; Santoso Januwarsono; Ryan Farieztya

KAJIAN PEMASANGAN LIGHTNING ARRESTER PADA SISI HV TRANSFORMATOR DAYA UNIT SATU GARDU INDUK TELUK BETUNG

Ibnu Hajar; Eko Rahman

ISSN 1979-0783



SEKOLAH TINGGI TEKNIK - PLN (STT-PLN)

ENERGI & KELISTRIKAN

VOL. 9

NO. 2

HAL. 101 - 179

JUNI - DESEMBER 2017

ISSN 1979-0783

STUDI PENYIMPANAN ENERGI PADA BATERAI PLTS

Retno Aita Diantari¹⁾, Erlina²⁾, Christine Widyastuti³⁾

Teknik Elektro, STT-PLN

¹retno_aita@yahoo.co.id,

²erlina_st@yahoo.com,

³christinewidyastuti@gmail.com

Abstract : *The use of fossil fuels such as petroleum, coal and others as a fuel for conventional plants has an impact on the environment. Environmental impacts that occur such as environmental pollution from the greenhouse effect (greenhouse effect) that causes global warming, acid rain, the destruction of the ozone layer to the loss of tropical forests. With the condition of the need for renewable energy in the fossil energy era is running thinning at this time making the use of solar energy to meet human needs for energy to be the right choice. The use of solar energy becomes an option because of the nature of the source of solar energy that will not run out, and its easy use and application compared to other renewable energy sources. PLTS maintenance support becomes very important when PLTS has been installed. In Solar Power Generation, energy storage systems need special attention because they involve continuous energy availability especially during cloudy or late night when there is no sunlight. In this research will be discussed about the study of energy storage on PLTS battery. This characteristic is influenced by several things such as weather conditions and duration of irradiation on an area that affect the value of light intensity, voltage (V), current (I) and power that can be caused. From the research found that installed solar panels can generate power 1553,82 watts for 9 hours of solar radiation for one day.*

Keywords: *Battery, Solar Power (PLTS) and Energy*

Abstrak : *Penggunaan bahan bakar fosil seperti minyak bumi, batu bara dan lainnya sebagai bahan bakar pembangkit konvensional mengakibatkan dampak pada lingkungan. Dampak lingkungan yang terjadi seperti tercemarnya lingkungan dari efek rumah kaca (greenhouse effect) yang menyebabkan global warming, hujan asam, rusaknya lapisan ozon hingga hilangnya hutan tropis. Dengan kondisi kebutuhan akan energi terbarukan pada masa energi fosil mulai menipis saat ini menjadikan penggunaan energi surya untuk memenuhi kebutuhan manusia akan energi menjadi pilihan yang tepat. Penggunaan energi matahari menjadi pilihan karena sifat sumber energi matahari yang tidak akan habis, serta penggunaan dan pengaplikasiannya yang mudah dibanding sumber energi terbarukan yang lain. Penunjang pemeliharaan PLTS menjadi sangat penting ketika PLTS telah terpasang. Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya, sistem penyimpanan energi perlu mendapat perhatian khusus karena menyangkut ketersediaan energi secara terus-menerus khususnya pada saat mendung atau malam ketika tidak ada sinar matahari. Pada penelitian ini akan dibahas mengenai studi penyimpan energi pada PLTS. Karakteristik ini dipengaruhi oleh beberapa hal diantaranya kondisi cuaca dan lamanya penyinaran pada suatu daerah yang berpengaruh terhadap nilai intensitas cahaya, tegangan (V), arus (I) dan daya yang dapat ditimbulkan. Dari penelitian didapatkan Panel surya yang terpasang dapat menghasilkan daya 1553,82 Watt selama 9 Jam penyinaran matahari selama satu hari.*

Kata Kunci : *Baterai, Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan Energi*

1. PENDAHULUAN

Penggunaan bahan bakar fosil seperti minyak bumi, batu bara dan lainnya sebagai bahan bakar pembangkit konvensional mengakibatkan dampak pada lingkungan. Dampak lingkungan yang terjadi seperti tercemarnya lingkungan dari efek rumah kaca (*greenhouse effect*) yang menyebabkan global warming, hujan asam, rusaknya lapisan ozon hingga hilangnya hutan tropis. Oleh karena itu gerakan hemat energi sudah merupakan keharusan di seluruh dunia. Salah satunya dengan hemat bahan bakar dan menggunakan bahan bakar dari non-fosil yang dapat diperbaharui seperti tenaga angin, tenaga air, energi panas bumi, tenaga matahari, dan lainnya. Duniapun sudah mulai merubah tren produksi dan penggunaan bahan bakarnya, dari bahan bakar fosil beralih ke bahan bakar non-fosil, terutama tenaga surya yang tidak terbatas.

Dengan kondisi kebutuhan akan energi terbarukan pada masa energi fosil mulai menipis saat ini menjadikan penggunaan energi surya untuk memenuhi kebutuhan manusia akan energi menjadi pilihan yang tepat. Penggunaan energi matahari menjadi pilihan karena sifat sumber energi matahari yang tidak akan habis, serta penggunaan dan pengaplikasiannya yang mudah dibanding sumber energi terbarukan yang lain. Penunjang pemeliharaan PLTS menjadi sangat penting ketika PLTS telah terpasang.

Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya, sistem penyimpanan energi perlu mendapat perhatian khusus karena menyangkut ketersediaan energi secara terus-menerus khususnya pada saat mendung atau malam ketika tidak ada sinar matahari. Pada penelitian ini akan dibahas mengenai analisis pengisian batere PLTS di STT-PLN.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Solar Cell

Modul surya (*photovoltaic*) adalah sejumlah sel surya yang dirangkai secara seri dan paralel, untuk meningkatkan tegangan dan arus yang dihasilkan sehingga cukup untuk pemakaian sistem catu daya beban. Untuk mendapatkan keluaran energi listrik yang maksimum maka permukaan modul surya harus selalu mengarah ke matahari.

Komponen utama sistem surya photovoltaic adalah modul yang merupakan unit rakitan beberapa sel surya photovoltaic. Untuk membuat modul photovoltaic secara pabrikan bisa menggunakan teknologi kristal dan thin film. Modul photovoltaic kristal dapat dibuat dengan teknologi yang relatif sederhana, sedangkan untuk membuat sel photovoltaic diperlukan teknologi tinggi. Modul photovoltaic tersusun dari beberapa sel photovoltaic yang dihubungkan secara seri dan paralel.

Pembangkit listrik yang memanfaatkan energi surya atau lebih umum dikenal dengan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) mempunyai beberapa keuntungan yaitu:

1. Sumber energi yang digunakan sangat melimpah dan gratis
2. Sistem yang dikembangkan bersifat modular sehingga dapat dengan mudah diinstalasi dan diperbesar kapasitasnya.
3. Perawatannya mudah
4. Tidak menimbulkan polusi
5. Dirancang bekerja secara otomatis sehingga dapat diterapkan ditempat terpencil.
6. Relatif aman
7. Keandalannya semakin baik
8. Adanya aspek masyarakat pemakai yang mengendalikan sistem itu sendiri
9. Mudah untuk diinstalasi
10. Radiasi matahari sebagai sumber energi tak terbatas
11. Tidak menghasilkan CO₂ serta emisi gas buang lainnya

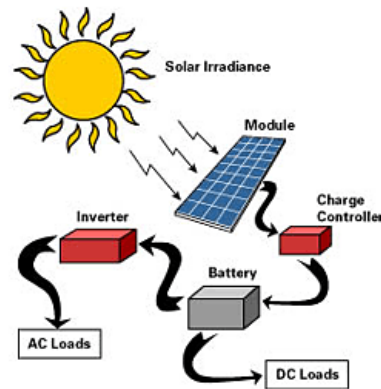
Salah satu kendala yang dihadapi dengan dalam pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya adalah Investasi awalnya yang tinggi dan harga per kWh listrik yang dibangkitkan juga masih relatif tinggi yaitu Sekitar (\$ USD 3 –5 / Wp).

Untuk beberapa kondisi pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dapat bersaing dengan pembangkit Konvensional Diesel/Mikrohydro, yaitu pada tempat-tempat terpencil yang sarana perhubungannya masih belum terjangkau jaringan listrik umum (PLN).

2.2. Bagian Bagian Komponen dan Prinsip Kerja PLTS

Komponen utama sistem surya fotovoltaik adalah modul yang merupakan unit rakitan beberapa sel surya fotovoltaik. Modul fotovoltaik tersusun dari beberapa sel fotovoltaik yang dihubungkan secara seri dan paralel. Teknologi ini cukup canggih dan keuntungannya adalah harganya murah, bersih, mudah dipasang dan dioperasikan dan mudah dirawat. Sedangkan kendala utama yang dihadapi dalam pengembangan energi surya fotovoltaik adalah investasi awal yang besar dan harga per kWh listrik yang dibangkitkan relatif tinggi, karena memerlukan subsistem yang terdiri atas baterai, unit pengatur dan inverter sesuai dengan kebutuhannya. Cara kerja photovoltaic diperlihatkan pada gambar berikut ini.

Panel surya/ solar cells/ solar panel: panel surya menghasilkan energi listrik tanpa biaya, dengan mengkonversikan tenaga matahari menjadi listrik. Sel silikon (disebut juga solar cells) yang disinari matahari/ surya, membuat photon yang menghasilkan arus listrik.



Cara kerja Fotovoltaik

Sebuah solar cells menghasilkan kurang lebih tegangan 0.5 Volt. Jadi sebuah panel surya 12 Volt terdiri dari kurang lebih 36 sel (untuk menghasilkan 17 Volt tegangan maksimum).

Bagian-bagian komponen PLTS :

- Charge controller, digunakan untuk mengatur pengaturan pengisian baterai. Tegangan maksimum yang dihasilkan panel surya pada hari yang terik akan menghasilkan tegangan tinggi yang dapat merusak baterai.
- Inverter, adalah perangkat elektrik yang mengkonversikan tegangan searah (DC – direct current) menjadi tegangan bolak balik (AC - alternating current).
- Baterai, adalah perangkat kimia untuk menyimpan tenaga listrik dari tenaga surya. Tanpa baterai, energi surya hanya dapat digunakan pada saat ada sinar matahari.
- Diagram instalasi pembangkit listrik tenaga surya ini terdiri dari panel surya, charge controller, inverter, baterai.

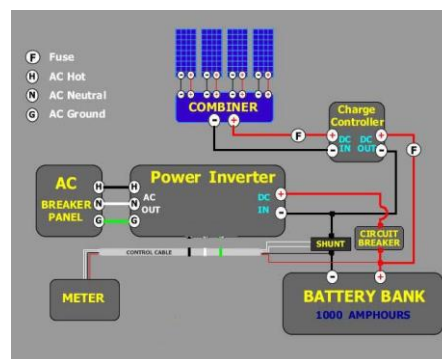


Diagram instalasi pembangkit listrik tenaga surya

Dari diagram pembangkit listrik tenaga surya diatas: beberapa panel surya di paralel untuk menghasilkan arus yang lebih besar. Combiner pada gambar diatas menghubungkan kaki positif panel surya satu dengan panel surya lainnya. Kaki/ kutub negatif panel satu dan lainnya juga dihubungkan. Ujung kaki positif panel surya dihubungkan ke kaki positif charge controller, dan kaki negatif panel surya dihubungkan ke kaki negatif charge controller. Tegangan panel surya yang dihasilkan akan digunakan oleh charge controller untuk mengisi baterai. Untuk menghidupkan beban perangkat AC (alternating current) seperti Televisi, Radio, komputer, dll, arus baterai disupply oleh inverter.

Instalasi pembangkit listrik dengan tenaga surya membutuhkan perencanaan mengenai kebutuhan daya:

- Jumlah pemakaian
- Jumlah panel surya
- Jumlah baterai

2.3. Baterai

Baterai merupakan salah satu komponen yang digunakan pada sistem *solar cell* yang dilengkapi dengan penyimpanan cadangan energi listrik. Baterai memiliki fungsi untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya dalam bentuk energi arus searah. Energi yang disimpan pada baterai berfungsi sebagai cadangan (back up), yang biasanya dipergunakan 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 energi yang disimpan pada baterai adalah ampere hour (Ah), yang diartikan arus maksimum yang dapat dikeluarkan oleh baterai selarna satu jam. Namun dalam proses pengosongan (*discharger*), baterai tidak boleh dikosongkan hingga titik maksimumnya, hal ini dikarenakan agar

baterai dapat bertahan lebih lama usia pakainya (life time), atau minimal tidak mengurangi usia pakai yang ditentukan dan pabrikan. Batas pengosongan dan baterai sering disebut dengan istilah *depth of discharge* (DOD), yang dinyatakan dalam satuan persen, biasanya ditentukan sebesar 80%. Banyak tipe dan klasifikasi baterai yang diproduksi saat ini, yang masing-masing memiliki desain yang spesifik dan karakteristik performa berbeda sesuai dengan aplikasi khusus yang dikehendaki. Pada sistem *solar cell* jenis baterai *lead-acid* lebih banyak digunakan, hal ini dikarenakan ketersediaan ukuran (Ah) yang ada lebih banyak, lebih murah, dan karakteristik performanya yang cocok. Pada beberapa kondisi kritis, seperti kondisi temperatur rendah digunakan baterai jenis *nickel-cadmium*, namun lebih mahal dan segi perbiayaannya (Setiawan, 2013) .

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium PLTS STT-PLN Jakarta Barat. Terdapat dua jenis sistem PLTS yang terpasang di STT-PLN, yaitu PLTS *On-Grid* (terhubung ke jaringan PLN) dan PLTS *Off-Grid* (*stand alone*). Penelitian ini difokuskan pada PLTS *Off-Grid* yang menggunakan baterai BSB 12 – 150 Solar Series.

Data spesifikasi modul surya PLTS STT-PLN

Merk	Suntech
Modul Name	STP 260-20 Wem
Maximum Power	260 Wp
Short Circuit Current (Isc)	8,89 A
Current at Pmax (Imp)	8,42 A
Open Circuit Voltage (Voc)	37,7 V
Voltage at Pmax (Vmp)	30,9
Maximum System Voltage	DC 1000 V (IEC)

Power Tollerance	0/+5%
Temperature Range	-40 to +85° C
Dimensions	1640x992x35 mm
Cell Technology	Poly Crystalline
Weight	18,20 Kg

Baterai jenis VRLA dengan kode produk DB 12-150 ini adalah buatan BSB Power Co. Ltd. Yang didesain untuk aplikasi pembangkit surya dengan karakteristik suhu tropis. Dimana baterai ini memiliki tegangan kerja 12 V dengan kapasitas arus 150 AH. Serta kemampuan untuk menjaga arusnya stabil yaitu 15 Ampere pada tegangan diatas 1,80 Volt selama 10 jam. Setting DOD pada baterai ini 50 % dengan SOC 20% dan efisiensi baterai 85%.

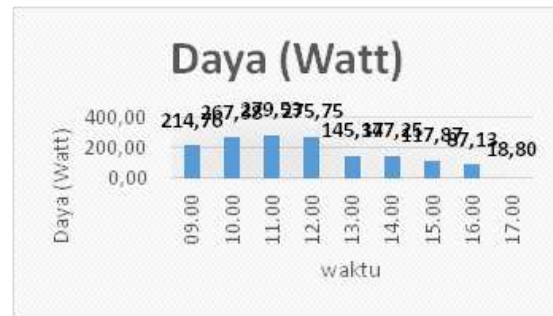
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Mengingat intensitas cahaya yang berubah-ubah tiap waktu makan energi yang dihasilkan panel surya akan berbeda tiap waktunya. Berikut ini data energi yang dihasilkan perwaktu.

Data hasil pengisian baterai dengan berdasarkan waktu

Waktu (WIB)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)
09.00	27,15	7,91	214,76
10.00	27,65	9,67	267,38
11.00	28,35	9,86	279,53
12.00	31,55	8,74	275,75
13.00	33,65	4,32	145,37
14.00	33,85	4,35	147,25
15.00	32,65	3,61	117,87
16.00	32,15	2,71	87,13
17.00	27,25	0,69	18,80
Total			1553,82

Berdasarkan dari data diatas, dapat diketahui bahwa daya yang dihasilkan oleh panel surya tidak konstan untuk tiap waktunya. Energi yang dihasilkan dari pagi hingga siang cenderung mengalami kenaikan dan dari siang hingga sore semakin berkurang sesuai dengan besarnya intensitas penyinaran matahari.



Berdasarkan dari hasil pengisian tiap waktu perjam diatas, maka dapat dihitung daya baterai dalam menyimpan daya.

$$\begin{aligned}\text{Daya Baterai} &= \text{Ampere} \times \text{Volt} \\ &= 150 \text{ Ah} \times 12 \text{ V} \\ &= 1800 \text{ Wh}\end{aligned}$$

Karena baterai yang digunakan 4 buah maka, $1800 \text{ Wh} \times 4 = 7200 \text{ Wh}$.

Maka didapatkan daya yang akan dipakai sebesar 7200 Wh. Jika digunakan untuk mensuplai energi sebesar 1553,82 Wh maka baterai akan mampu memberikan suplai energi selama :

$$\begin{aligned}t(\text{waktu}) &= \frac{7200 \text{ Wh}}{1553,82 \text{ W}} \\ &= 4 \text{ jam } 63 \text{ menit}\end{aligned}$$

5. KESIMPULAN

Pengisian baterai berdasarkan waktu perjam dalam sehari tidaklah sama setiap waktunya berdasarkan energi yang dihasilkan sel surya, karena pengisian tergantung dari intensitas matahari/ penyinaran matahari. Panel surya yang terpasang dapat menghasilkan energi 1553,82 Wh selama 9 jam penyinaran matahari selama satu hari dan dapat mensuplai listrik selama 4 Jam 63 menit.

REFERENSI

- [1] Jatmiko Adi M., 2006. "Teknik Pemakaian Batere Untuk Memperpanjang Masa Operasi Sepeda Motor Listrik", Proyek Akhir 2006.

- [2] Hu, Chenming dan White, Richard M.1983. Solar Cells. University of California, Berkeley.
- [3] Buresch, Matthew. Photovoltaic Energy Systems. USA: McGraw-Hill Book Company.
- [4] Sol, Wieder. An Introduction to SolarEnergy for Scientists and Engineers. USA.
- [5] Hafidz, Mohammad. 2016. Research and Training Center for Reneweble Energy Power System.
- [6] Professional solar Panel System Training. April 26-27, 2017. <http://www.tridinamika.com/>
- [7] Meriyanti Saragih, 2017. Teknik Elektro, STT-PLN. Analisis Pengisian Baterai PLTS Sebagai Penyimpan Energi Pada Laboratorium PLTS STT-PLN.
- [8] Mira Erviana, Dr. Ir. Joko Windarto, MT, Teknik Elektro Universitas Diponegoro, Semarang. Jurnal Teknik POMTIS. Analisis proses penyimpanan energi pada PTLs 1000 Wp Sitting Ground.
- [9] [Wahyu Purnomo, 2010. Teknik Elektro, Universitas Gunadarma. Pengisian Baterai Otomatis Dengan Menggunakan Solar Cell.
- [10] Ramadhan S.G dan Rangkuti Ch, 2016. Teknik Mesin Universitas Trisakti. Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di atap gedung Harry Hartanto Universtas Trisakti. Seminar Nasional Cendikiawan.