

PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DI GEDUNG LAB TERPADU UNIVERSITAS PGRI MADIUN

Hangga Prasetya^{*1}, Ina Sunaryantiningsih², Irna Tri Yuniahastuti³

^{1,2,3} Universitas PGRI Madiun, Indonesia, Fakultas Teknik, Prodi Teknik Elektro

e-mail: ¹[*hanggaprasetya25@gmail.com](mailto:hanggaprasetya25@gmail.com), ²inas@unipma.ac.id,
³irnatri@unipma.ac.id

Abstrak

Energi merupakan kebutuhan dasar semua manusia. Sebagian besar kebutuhan energi saat ini dipenuhi oleh energi dari bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak, dan gas alam. Namun, pasokan energi saat ini menurun. Jika tidak segera ditangani, tidak menutup kemungkinan akan terjadinya krisis energi. maka tujuan dari penulisan artikel ilmiah ini adalah untuk merancang sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di gedung Lab Terpadu Universitas PGRI Madiun sebagai langkah pemanfaatan sumber EBT. Metode pengumpulan data berupa observasi di Lab Terpadu Universitas PGRI Madiun. Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) ini meliputi pemilihan panel surya, inverter, dan kerangka kaki-kaki panel surya. Kemudian dilakukan perhitungan daya *output* PLTS dan juga penghematan biaya perbulan. Hasil perhitungan dalam perencanaan PLTS ini menunjukkan bahwa daya yang terpasang di Lab Terpadu Universitas PGRI sebesar 197 kVA, sedangkan pemakaian daya di gedung Lab Terpadu Universitas PGRI Madiun dalam sebulan sebesar ± 15.236 kWh/bulan. PLTS ini mampu membangkitkan daya sebesar 378,8 kWh/hari, yang berarti dimana PLTS mampu membangkitkan daya sebesar 11.364 kWh/bulan. Apabila di asumsikan harga listrik dari PLN saat ini adalah **Rp. 1.444,00/kWh**, berarti PLTS ini telah menghemat sebesar **Rp. 16.409.616,00** dari biaya tanggungan listrik di gedung Lap Terpadu UNIPMA untuk setiap bulannya.

Kata kunci — Energi Alternatif, *On Grid*, PLTS, Panel Surya

Abstract

Energy is a basic need for all human beings. Most of today's energy needs are met by energy from fossil fuels such as coal, oil, and natural gas. However, the current energy supply is declining. If it is not handled immediately, it is possible that an energy crisis will occur. then the purpose of writing this scientific article is to design a Solar Power Plant (PLTS) in the University of PGRI Madiun Integrated Lab building as a step to utilize renewable energy sources. The method of data collection is in the form of observation at the Integrated Lab at the University of PGRI Madiun. Planning for Solar Power Plants (PLTS) includes the selection of solar panels, inverters, and the framework of the legs of the solar panels. Then calculate the PLTS output power and also the monthly cost savings. The results of the calculations in the PLTS planning show that the installed power in the UNIPMA Integrated Lab is 197 kVA, while the power consumption in the UNIPMA Integrated Lab building in a month is $\pm 15,236$ kWh/month. This PLTS is able to generate power of 378.8 kWh/day, which means that PLTS is able to generate power of 11,364 kWh/month. If it is assumed that the current price of electricity from PLN is Rp. 1,444,00/kWh, it means that this PLTS has saved Rp. 16,409,616.00 of the cost of electricity in the UNIPMA Integrated Lap building for each month.

Keywords — *alternative energy, On Grid, PLTS, solar panels*

I. PENDAHULUAN

Energi merupakan kebutuhan dasar semua manusia. Sebagian besar kebutuhan energi saat ini dipenuhi oleh energi dari bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak, dan gas alam. Akan tetapi, pasokan energi saat ini menurun. Apabila tidak sesegera mungkin ditangani, tidak menutup kemungkinan akan terjadinya krisis energi. Di sisi lain, dalam waktu kurang lebih 20 tahun pasokan gas nasional juga akan mengalami kemungkinan yang sama, untuk mencukupi kebutuhan dalam negeri sehingga gas harus diimpor [1]. Direktorat Jenderal Listrik, Energi, dan Sumber Daya Alam mengatakan, tingkat elektrifikasi Indonesia mencapai 91,16%, kapasitas terpasang 58.541 MW dan batu bara 24%. Di sisi lain, tingkat pemanfaatan energi baru terbarukan (EBT) baru mencapai sekitar 5%

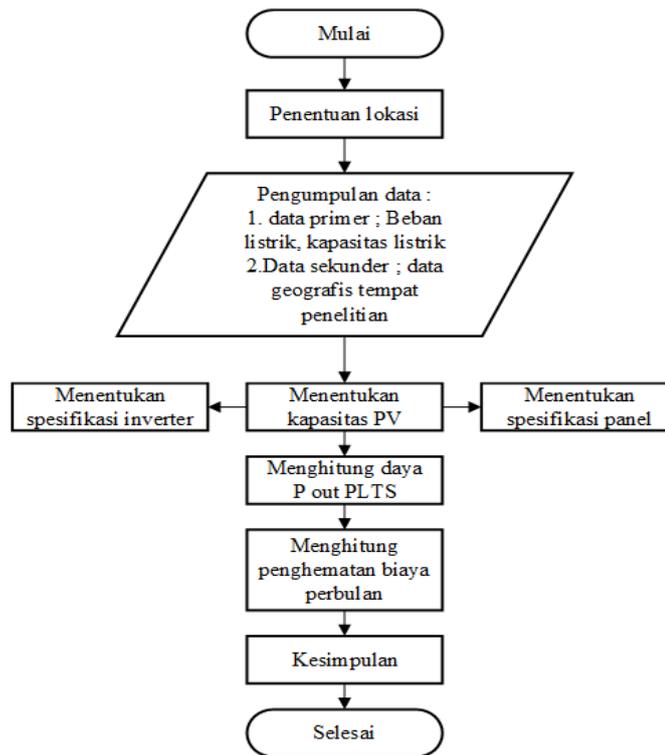
Berdasarkan peta radiasi matahari, potensi matahari Indonesia adalah 4,5 kW/m²/hari [2]. Hal ini karena sinar matahari tersedia di seluruh wilayah Indonesia kecuali ketika awan tebal menghalangi matahari dan pada saat musim hujan. Mengingat potensi energi surya yang melimpah, maka untuk memenuhi kebutuhan listrik yang meningkat ini, pembangunan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) harus dilaksanakan dan melaksanakan program pemerintah EBT [3].

Berdasarkan paparan diatas, maka tujuan dari penulisan artikel ilmiah ini adalah untuk merancang sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di gedung Lab Terpadu UNIPMA sebagai langkah pemanfaatan sumber EBT [4][5][6] . Perencanaan PLTS ini dapat mengurangi beban pada sistem jaringan yang ada di gedung Lab Terpadu UNIPMA.

II. METODE PENELITIAN

Peneliti ini dilakukan di gedung Lab Terpadu UNIPMA yang berada di Jl. Letkol Soewarno, Kelurahan Kanigoro.Kecamatan Kartoharjo, Kota Madiun, Jawa Timur. Dengan objek penelitian atap gedung Lab Terpadu Unipma sebagai tempat perencanaan pembangunan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) [7]. Pada tahapan penelitian ini terdapat *flowchart* penelitian yang menjelaskan langkah-langkah penelitian, mulai dari awal penelitian sampai akhir penelitian yang dapat dilihat pada gambar 1.

Teknik yang digunakan pada penelitian kali ini adalah melakukan studi literatur dan observasi pengambilan data pada laboratorium terpadu Universitas PGRI Madiun [8]. Data yang dikumpulkan berupa data hasil studi literasi meliputi spesifikasi PV, pemilihan inverter dan kapasitas PV.



Gambar 1 *Flowchart* langkah penelitian

Analisa Data

Data yang diperoleh dari hasil observasi lapangan merupakan data yang berbentuk angka sehingga perlu dilakukan pengolahan data menggunakan persamaan sebagai berikut:

1. Daya

Penghitungan daya yang dibutuhkan gedung Lab Terpadu UNIPMA per hari dapat dihitung menggunakan persamaan

$$P = P_{tot} \div 30 \text{ hari} \tag{1}$$

Konversi dari satuan daya *Wh* kedalam *Wp* dapat dihitung menggunakan persamaan

$$P_{wattpeak} = P_{tot} \times PSH \tag{2}$$

- Keterangan :
- P_{wattpeak}* : Daya dibangkitkan oleh PV
- P_{tot}* : Total kebutuhan daya
- PSH* : *Pea*n *Sun Hours* memiliki nilai 5,175 [3].

2. Jumlah Panel

Perhitungan jumlah panel dapat dilakukan menggunakan persamaan

$$\text{Jumlah Panel Surya} = \frac{P_{wattpeak}}{P_{mpp}} \tag{3}$$

- Keterangan :
- P_{wattpeak}* : Daya di bangkitkan
- P_{mpp}* : Daya maksimum panel surya yang digunakan [3]

3. Keluaran Daya PLTS

Perhitungan keluaran daya PLTS dapat dilakukan menggunakan persamaan

$$P_{out} = P_i \times PSH \tag{4}$$

Keterangan :

P_{out} : Daya keluaran PLTS

P_i : Hasil dari pengurangan losses [3]

4. Rangkaian Panel Surya

Rangkaian panel surya dapat dihitung menggunakan persamaan

Secara seri minimal

$$\text{Min modul seri per string} = \frac{V_{min \text{ inverter}}}{V_{oc \text{ modul}}} \tag{5}$$

Secara seri maksimal

$$\text{Max modul seri per string} = \frac{V_{max \text{ inverter}}}{V_{mp \text{ modul}}} \tag{6}$$

Secara paralel

$$\text{Max paralel} = \frac{I_{max \text{ input inverter}}}{I_{mp \text{ modul}}} \tag{7}$$

Keterangan :

V_{oc} : Tegangan *open circuit* dari modul surya

$V_{mp \text{ inverter}}$: Tegangan kerja minimal dari inverter

$V_{max \text{ inverter}}$: Tegangan maksimal dari inverter

$I_{mp \text{ modul}}$: Arus dari modul surya

$I_{max \text{ input inverter}}$: Arus masuk pada inverter [3]

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perhitungan kebutuhan daya

Dapat di ketahui daya yang dibutuhkan untuk pengoperasian Lap Terpadu UNIPMA adalah 15.236 kWh/bulan maka untuk kebutuhan daya perhari diperoleh:

$$15.236 \text{ kWh} : 30 \text{ hari} = 508 \text{ kWh atau } 508.000 \text{ Wh}$$

Untuk menghitung daya yang harus dibangkitkan oleh panel surya maka harus dikonversikan ke dalam satuan Watt peak (Wp), dan untuk toleransi / efisiensi panel surya maka total beban harus ditambah sebesar 75% - 80%, dengan asumsi bahwa gedung disinari matahari selama 5,175 jam maka diperoleh:

$$635.000 \text{ Wh} \div 5,175 \text{ jam} = 122.705 \text{ Wp}$$

2. Perhitungan Jumlah Panel Surya

Setelah daya yang harus dibangkitkan oleh panel di ketahui langkah selanjutnya adalah melakukan terkait jumlah panel yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan daya tersebut, perhitungan jumlah panel diperoleh:

$$85.893 \div 300 = 286,3 \text{ dibulatkan menjadi } 287 \text{ buah}$$

3. Perhitungan Besar Daya Keluaran PLTS

Asumsi rugi-rugi (*losses*) pada jaringan PLTS 15%. Sehingga *output* dari PV tersebut di kurangi dengan besar *losses* seperti perhitungan berikut:

$$287 \text{ panel} \times 300W = 86.100 \text{ W}$$

Dengan *losses* sebesar 15% maka *output* dari PLTS adalah sebagai berikut:

$$86.100 \times 15\% = 12.915 \text{ W}$$

$$86.100 - 12.915 = 73.185W$$

Hasil dari perhitungan *losses* pada PV berdasarkan kapasitas panel yang digunakan yaitu sebesar 73,2 kW. Kemudian melakukan perhitungan energi yang dihasilkan oleh PV dengan data radiasi matahari. Apabila data yang digunakan adalah radiasi matahari rata-rata 5.175, maka *output* PLTS diperoleh:

$$P_{out} = 73,2 \text{ kWh} \times 5,175 = 378,8 \text{ kWh}$$

Maka *output* yang dihasilkan oleh PLTS dalam 1 tahun adalah sebagai berikut:

$$378,8 \text{ kWh} \times 365 \text{ hari} = 138.262 \text{ kWh/tahun}$$

4. Menentukan Rangkaian Panel Surya

Sebelum melakukan penentuan rangkaian panel, spesifikasi panel dan juga inverter maka harus diketahui terlebih dahulu, berikut adalah spesifikasi panel dan inverter:

Tabel 1 Spesifikasi Panel Surya

Merk	: Shinyoku (Polycrystalline)
Max. Power (Pmax)	: 300W
Max. Power Voltage (Vmp)	: 36.2 V
Max. Power Current (Imp)	: 8.28 A
Open Circuit Voltage (Voc)	: 43,4 V
Short Circuit Current (Isc)	: 9.27 A
Nominal Operating Cell Temp	: 45±2oC
Max. System Voltage	: 1000V
Max Series Fuse	: 16A
Weight:	: 20.65 Kg
Dimension	: 1956 x 992 x 40 mm

Tabel 2 Spesifikasi Inverter

Merk	: SMA
INPUT	
Max DC Power	: 20440 W
MPP voltage range / rated input	: 380 V to 800 V / 600 V
Min input voltage / start input voltage	: 150 V / 188 V
Max input current input A / input B	: 33 A / 33 A
OUTPUT	

Rated power (at 230 V, 50 Hz)	: 20.000 W
Max AC apparent power	: 20.000 VA
Max. efficiency / European Efficiency	: 98,4 % / 98,0 %

Setelah spesifikasi telah diketahui langkah selanjutnya adalah menentukan rangkaian panel surya, sebagai berikut:

Secara seri minimal

$$\text{Min modul seri} = \frac{150 \text{ v}}{43,4 \text{ v}} = 4 \text{ panel}$$

Secara seri maksimal

$$\text{Max modul seri} = \frac{800 \text{ v}}{36,2 \text{ v}} = 22 \text{ panel}$$

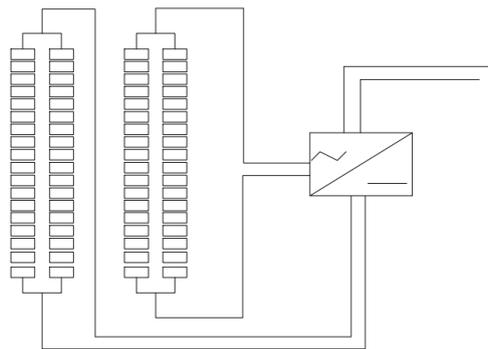
Secara paralel

$$\text{Max paralel} = \frac{33 \text{ A}}{8,28 \text{ A}} = 4 \text{ panel}$$

Dengan demikian tegangan dan arus maksimum yang dikeluarkan oleh array adalah:

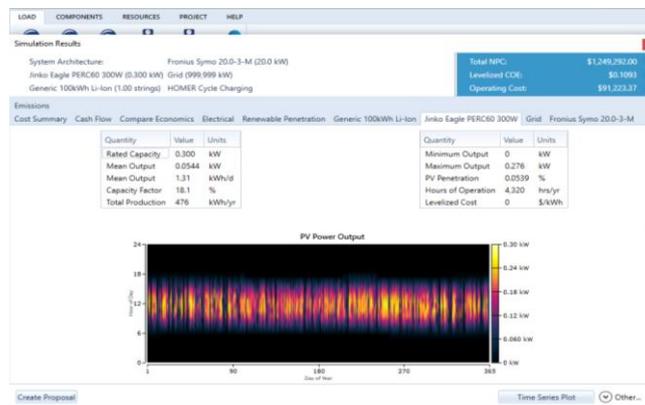
$$18 \times 36,2 \text{ V} = 651,6 \text{ V}$$

$$2 \times 8,25 = 16,5 \text{ A}$$



Gambar 2 Rangkaian PV

5. Simulasi Daya Pembangkitan Menggunakan Software Homer



Gambar 3 Hasil simulasi PLTS

Gambar 4.3 menunjukkan hasil simulasi PLTS menggunakan sebuah panel 300W dan mampu menghasilkan daya 476 kWh/tahun

Tabel 3 Perhitungan Daya *Pout* PLTS

<i>Pout</i>		
Waktu	Perhitungan Manual	Homer
Tahun	138.262 kWh	136.612 kWh

6. Menghitung Keuntungan Daya dari PLTS

Berdasarkan daya *Pout* sebesar 378,8 kWh/hari, yang berarti dimana PLTS mampu membangkitkan daya sebesar 11.364 kWh/bulan. Apabila di asumsikan harga listrik dari PLN saat ini adalah 1.444 rupiah/kWh, berarti PLTS ini telah menghemat sebesar **Rp. 16.409.616,00** dari biaya tanggungan listrik di gedung Lab Terpadu Universitas PGRI Madiun untuk setiap bulannya.

IV. KESIMPULAN

Hasil pembahasan pada Bab IV tentang Pembangkit Listrik Tenaga Surya dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan dapat diketahui bahwa daya yang terpasang di gedung Lab Terpadu Universitas PGRI Madiun adalah 197 kVA, sedangkan daya rata-rata yang digunakan oleh Lab Terpadu Universitas PGRI Madiun sebesar 15.236 kWh/bulan
2. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan persamaan dari studi literatur yang dilakukan didapatkan *Pout* PLTS sebesar 378,8 kWh/hari atau 138.262 kWh/tahun, dengan menggunakan *software* Homer didapatkan *Pout* sebesar 136.612 kWh/tahun
3. Berdasarkan hasil daya *Pout*, maka perencanaan PLTS mampu menghemat biaya penggunaan listrik sebesar **Rp. 16.409.616,00**

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kumara, N.S. (2010) 'PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA SKALA RUMAH TANGGA URBAN DAN KETERSEDIAANNYA DI INDONESIA', 9(1).
- [2] Bachtiar, M. (2006) 'Prosedur Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Perumahan (Solar Home System)', *Jurnal SMARTek*, 4(3), pp. 176–182. Available at: <https://media.neliti.com/media/publications/221906-prosedur-perancangan-sistem-pembangkit-l.pdf>.
- [3] Hutajulu, A.G., RT Siregar, M. and Pambudi, M.P. (2020) 'Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) on Grid Di Ecopark Ancol', *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 22(1), p. 23. doi:10.24912/tesla.v22i1.7333.
- [4] YA, Kusuma., B. Fandidarma., " Pendampingan pembuatan mikrohidro sebagai alternatif penerangan jalan desa Kresek kabupaten Madiun", *Cendekia: Jurnal*

- Pengabdian Masyarakat 4 (1), 46-53, 2022
- [5] Y. Anggraini, IT Yuniahastuti," EFISIENSI PEMAKAIAN LISTRIK DENGAN PELATIHAN SAVING ENERGY DI DESA PANEMO", Jurnal ABDI: Media Pengabdian Kepada Masyarakat 5 (1), 7-14, 2019
- [6] B. Olanda, D. Susilo," Desain dan Rancang Instalasi Listrik Sederhana Skala Rumah Tangga", Jurnal ELECTRA: Electrical Engineering Articles, 2021
- [7] IR Juliana, I. Sunaryantiningsih," Pemanfaatan Tenaga Surya Untuk Lampu Jalan Solar Cell di Kawasan Lab. Terpadu UNIPMA Sebagai Penerapan Matakuliah EBT Berbasis Proyek", ELECTRA Electr. Eng. Artic 1 (2), 27, 2021
- [8] LD. Prameswari, RD. Laksono," Rancang Bangun Rumah Pintar dengan Google Assistant menggunakan NodeMCU berbasis Internet of Things", ELECTRA: Electrical Engineering Articles 3 (01), 28-34, 2022