

**Potensi Energi Terbarukan Pembangkit Listrik Tenaga Surya *Off-Grid* Pada
Pesanggrahan Gordo Mulyo Kabupaten Magetan**

Muhammad Iqbal

D4 Teknik Listrik, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya
Email: muhammadiqbal.20018@mhs.unesa.ac.id

Mahendra Widyartono, Reza Rahmadian, Aditya Chandra Hermawan

D4 Teknik Listrik, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya
Email: mahendrawidyartono@unesa.ac.id , rezarahmadian@unesa.ac.id ,
adityahermawan@unesa.ac.id

Abstrak

Dalam konteks energi baru terbarukan, potensi energi dari matahari yang melimpah di Indonesia perlu dimanfaatkan secara efektif khususnya daerah pelosok yang tidak teraliri arus listrik seperti pesanggrahan joglo gordo mulyo untuk keperluan penerangan berupa lampu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi energi matahari pada sebuah sistem pembangkit listrik tenaga surya dipesanggrahan joglo gordo mulyo. Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan melalui observasi secara langsung pada pesanggrahan joglo gordo mulyo. Pengujian yang dilakukan adalah menganalisa lokasi dan kebutuhan daya menggunakan *software* pvsyst dan sistem pada PLTS meliputi tegangan, arus, dan daya. Hasil yang didapatkan pada kedua pengujian tersebut adalah sebagai perbandingan data terhadap *software* pvsyst dan sistem PLTS pesanggrahan joglo gordo mulyo dalam menentukan apakah pada lokasi tersebut berpotensi terhadap pemasangan sistem pembangkit listrik tenaga surya *off-grid*.

Kata Kunci : PLTS *Off-Grid*, Pvsyst, Energi Terbarukan.

Abstract

In the context of renewable energy, the abundant potential of solar energy in Indonesia needs to be effectively utilised, especially in remote areas that are not electrified, such as the joglo gordo mulyo guesthouse, for lighting purposes in the form of lamps. This study aims to determine the potential of solar energy in a solar power generation system in joglo gordo mulyo pesanggrahan. The method used is experimentation through direct observation at the joglo gordo mulyo guesthouse. The tests conducted are to analyse the site and power requirements using pvsyst software and the system on the PLTS including voltage, current and power. The results obtained from the two tests are used as a comparison of data from the pvsyst software and the PLTS system of joglo gordo mulyo pesanggrahan in determining whether the site has the potential for the installation of an off-grid solar power system.

Keywords : Off-Grid Solar Power Generation System, Pvsyst, Renewable Energy

PENDAHULUAN

Dengan luas daratan hampir 2 juta km², Indonesia adalah negara tropis dengan penyinaran matahari lebih dari 6 jam, atau 2.400 jam, setahun. Intensitas cahaya energi surya di Indonesia berkisar antara 0,6 dan 0,7 kW/m². Akibatnya, banyak energi surya yang terbuang sia-sia. Oleh karena itu, ada tantangan untuk mengembangkan pemanfaatan sumber energi ini (Manan, 2009).

Listrik telah menjadi bagian penting dari kehidupan manusia dan sangat diperlukan untuk hampir semua aktivitas manusia, seperti rumah tangga, perkantoran, dan bisnis. Semakin banyak orang yang hidup, semakin banyak listrik yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan manusia (Zuddin & Haryudo, 2019).

Saat cuaca cerah, permukaan Bumi menerima sekitar 1000 watt energi matahari per meter persegi, menjadikan matahari sebagai sumber energi utama. Hanya 0,025% energi ini disimpan di dalam

tumbuh-tumbuhan melalui fotosintesis, yang kemudian digunakan untuk menghasilkan batu bara dan minyak bumi; 47% diubah menjadi panas; 23% digunakan untuk sirkulasi kerja secara keseluruhan di atas permukaan Bumi; dan lebih dari 30% dilepaskan kembali ke angkasa.

Pesanggrahan Gordo Mulyo yang bertempat pada desa Plumpung kecamatan Plaosan Kabupaten Magetan adalah sebuah tempat wisata dimana masyarakat dan wisatawan menggelar suatu kegiatan salah satunya adalah berkemah, karena pesanggrahan Gordo Mulyo memiliki pemandangan yang sangat indah yaitu Perkebunan Masyarakat dan gunung lawu serta memiliki udara yang sangat sejuk. Dibalik itu semua, tempat ini juga memiliki suatu masalah yaitu tidak adanya aliran Listrik yang memuhi fasilitas kelistrikan disana, yang menjadikan tempat tersebut tidak ada penerangan sama sekali sehingga Masyarakat dan wisatawan

menggunakan alat penunjang kelistrikan berupa mesin diesel.

Maka dari itu sangat dibutuhkan aliran sistem kelistrikan ditempat tersebut supaya menjadi tempat yang lebih nyaman karena terdapat penerangan tanpa dibantu dengan mesin diesel yang harus menguras biaya dengan menyediakan bahan bakar. Pada penelitian ini, akan dirancang dan dibangun sebuah sistem “Potensi Energi Terbarukan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid Pada Joglo Pesanggrahan Gordo Mulyo Kabupaten Magetan.

METODE

Penelitian ini menggunakan Teknik deskriptif kuantitatif dengan data yang diperoleh melalui pengamatan atau observasi. Dimulai dengan menganalisa masalah dengan cara studi literatur berdasarkan materi dan praktik saat perkuliahan, dilanjutkan analisa dan identifikasi kebutuhan alat, kemudian melakukan analisa melalui software PVsyst, dilanjutkan pengujian alat dan pemeriksaan kesesuaian alat. Tempat dan waktu penelitian berada di Pesanggrahan Gordo Mulyo, Desa Plumpung, Kecamatan Plaosan, Kabupaten Magetan. Untuk waktu pelaksanaan dilakukan dalam waktu 6 bulan semenjak persetujuan proposal ini sampai selesai penelitian.

Tahapan awal yang dilakukan dalam sebuah perencanaan pembangunan PLTS adalah survei lokasi yang akan dibangun PLTS. Survei lokasi ini untuk mengetahui apa saja yang diperlukan dalam proses pembangunan PLTS, tujuan ini agar memudahkan saat mendesain dan juga menganalisa PLTS supaya mendapatkan hasil yang maksimal.

Cara berikut untuk mengetahui kapasitas daya masing-masing komponen sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) harus dilakukan sebelum memulai perancangan PLTS, diantaranya perancangan sistem panel surya ini adalah menentukan jumlah, daya, dan lamanya penggunaan peralatan Listrik yang dibutuhkan.

Tabel 1 Kebutuhan Daya Listrik

Jenis Lampu	Jam Nyala	Jumlah	Total Daya/Jam	Total Daya
Lampu LED 20W	12 jam	4	960W	800W
Lampu LED 9W	6 jam	2	108W	18W
Lampu LED 9W	12 jam	2	216W	18W
Lampu LED 5W	4 jam	1	20W	5W
Lampu LED 3W	4 jam	2	24W	6W
Total			1328 W/h	127W

Selanjutnya, tentukan kapasitas panel surya yang dibutuhkan. Karena waktu penyerapan matahari di Indonesia rata-rata adalah 5 jam, Anda dapat

menggunakan persamaan berikut untuk menghitung kapasitas panel surya yang dibutuhkan:

$$WP = \frac{E_{total}}{psh} \tag{1}$$

Keterangan :

- WP = kapasitas panel surya
- Etotal = daya pemakaian
- Psh = lama penyinaran matahari

Selanjutnya, kita harus mengetahui kapasitas baterai, karena pemakaian harus mempertimbangkan faktor efisiensi. Jika baterai tidak digunakan sampai habis, kapasitas baterai dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$C = \frac{Dn \times E_{day}}{Vs \times DOD \times \eta_{ef}} \tag{2}$$

Keterangan :

- C = kapasitas baterai (*ampere-hour*)
- Dn = jumlah hari yang mana baterai tetap melayani beban bila panel surya tidak maksimal
- Eday = konsumsi energi harian (kWh)
- DOD = maksimum pengosongan baterai
- Dn = jumlah hari yang mana baterai tetap melayani beban bila panel surya tidak maksimal
- Eday = konsumsi energi harian (kWh)
- DOD = maksimum pengosongan baterai

Lalu menentukan kapasitas SCC atau *Solar Charge Controller* dapat ditentukan dengan perhitungan sebagai berikut :

$$Idc = \frac{\frac{pload}{\eta_{Inverter}}}{\eta_{Inverter}} \tag{4}$$

Keterangan :

- Pload = daya tanpa beban
- n inverter = koefisien inverter
- Idc = kapasitas scc

Terakhir menentukan kapasitas inverter, yang dapat diperhitungkan dengan persamaan berikut :

$$\text{Kapasitas inverter} = \text{daya total} \times Sf$$

Keterangan :

- Sf = *safety factor*

Tabel 2 Result Sunmmary

Result Sunmmary	
Available Energy	608.6 KWh/year
Used Energy	482.8 KWH/year
Specific Production	1522 KWp/year
Perf. Ratio PR	61.49%
Solar Fraction SF	99.60%

HASIL DAN PEMBAHASAN

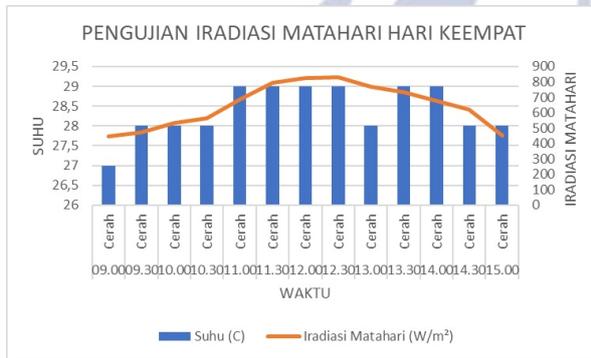
Pada penelitian ini dilakukan pengujian terhadap potensi pada sistem alat pembangkit listrik tenaga surya *off-grid* pada Pesanggrahan Joglo Gordo Mulyo. Pengujian ini meliputi Perbandingan pada *software* Pvsyst dan hasil data secara langsung. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah

Potensi Energi Terbarukan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid Pada Pesanggrahan Gordo Mulyo Kabupaten Magetan

pada lokasi Pesanggrahan Joglo Gordo Mulyo berpotensi pada pelaksanaan pemasangan pembangkit listrik tenaga surya.

1. Data Potensi PLTS Pada Joglo Gordo Mulyo

Pengujian pada intensitas radiasi matahari pada pesanggrahan joglo gordo mulyo berupa cahaya matahari yang nantinya dapat dikonversi menjadi energi listrik melalui sistem panel surya. Proses pengujian intensitas iradiasi matahari pada joglo gordo mulyo, bertujuan untuk mengetahui radiasi matahari dari lokasi penelitian ini, sehingga pada lokasi tersebut nantinya dapat ditentukan kelayakan dalam pemasangan sistem PLTS.



Gambar 1 Grafik Pengujian Iradia Matahari

Dari data hari terakhir iradiasi matahari dan suhu berdasarkan gambar 2. diperoleh cuaca yang cerah serta radiasi matahari rata rata sebesar 603,33 W/ m², dan puncak Iradiasi matahari tertinggi didapatkan pada pukul 12.30 sebesar 830 W/ m².

Tabel 3 Rata-rata Pengecekan Data Iradiasi Matahari dan Suhu

Pengecekan Iradiasi Matahari Dan Suhu Selama 4 Hari			
Hari	Tanggal	Iradiasi Matahari (W/m ²)	Suhu (C)
Kamis	19/09/2024	477,26 (W/m ²)	28,7
Jumat	20/09/2024	558,8 (W/m ²)	28,5
Sabtu	21/09/2024	579,6 (W/m ²)	28,2
Minggu	22/09/2024	603,33 (W/m ²)	28,3
Rata - Rata		554,74 (W/m ²)	28,425

Berdasarkan dari empat hari pemantauan, hasil pengecekan iradiasi matahari dan suhu selama 4 hari, rata-rata dari seluruh periode menunjukkan bahwa iradiasi matahari memiliki rata-rata 554,74 W/ m², dan suhu pada

lingkungan joglo gordo mulyo memiliki rata-rata 28,425 C.

Puncak tertinggi rata-rata radiasi matahari tercapai pada Minggu, 22 September 2024 dengan nilai 603,33 W/ m², sementara nilai terendah tercatat pada Kamis, 19 September 2024 dengan nilai 477,26 W/ m² selama periode tersebut, hasil ini menunjukkan pada lokasi tersebut memiliki nilai iradiasi matahari yang cukup tinggi selama pengecekan 6 jam dalam 4 hari dibulan September. Hasil iradiasi matahari dan suhu yang dihasilkan selama pengecekan mengalami nilai yang naik turun. Hal tersebut disebabkan oleh faktor alam yang menyebabkan naik turunnya daya yang nantinya akan dihasilkan oleh panel surya.

Tabel 4 Data Analisis Software Pvsyst

Bulan	GlobHor (KWh/m2)	GlobEff (kWh/m2)	E_Avall (kWh)
Januari	156,0	146,7	47,89
Februari	149,8	142,8	47,17
Maret	150,1	145,1	47,71
April	158,4	156,3	51,48
Mei	154,0	154,5	50,97
Juni	148,2	150,1	49,98
Juli	159,5	161,2	53,57
Agustus	176,9	176,6	58,38
September	178,6	175,4	57,39
Oktober	185,7	178,5	58,38
November	158,2	149,5	49,07
Desember	166,4	155,8	51,52

Tabel 5 Data Analisis Software Pvsyst bagian 2

Bulan	EUnused (KWh)	E_Miss (kWh)	E_User (kWh)
Januari	5,19	0.00	41,17
Februari	6,66	0.00	37,18
Maret	4,96	0.00	41,17
April	9,62	0.00	39,84
Mei	7,51	0.00	41,17
Juni	8,25	0.00	39,84
Juli	10,37	0.00	41,17
Agustus	15,01	0.00	41,17
September	15,51	0.00	39,84
Oktober	15,04	0.00	41,17
November	10,05	0.00	39,84
Desember	6,42	0.00	41,17

Tabel 6 Data Analisis Software Pvsyst bagian 3

Bulan	E_load (kWh)	SolFrac (ratio)
Januari	41,17	1.000

Februari	37,18	1.000
Maret	41,17	1.000
April	39,84	1.000
Mei	41,17	1.000
Juni	39,84	1.000
Juli	41,17	1.000
Agustus	41,17	1.000
September	39,84	1.000
Oktober	41,17	1.000
November	39,84	1.000
Desember	41,17	1.000

Keterangan :

Globhor : *Global Horizontal Irradiation*

Globeff : *Effective Global*

E_Avail : *Availabel Solar Energy*

Eunused : *Unused Energy*

E_Miss : *Missing Energy*

E_User : *Energy Supplied To The User*

E_Load : *Energy Need For The User*

SolFrac : *Solar Fraction*

Pengujian analisis yang dilakukan pada software Pvsyst adalah sebagai perbandingan data dengan sistem PLTS pada pesanggrahan joglo gordo mulyo, berdasarkan data analisis yang telah dilakukan pada software Pvsyst mengenai potensi PLTS pada pesanggrahan joglo gordo mulyo, didapatkan hasil data selama perbulan yang cukup variatif. Berdasarkan data software Pvsyst energi yang disuplai ke pengguna selama setahun sebesar 484,72 kWh, sedangkan untuk *global horizontal irradiation* selama setahun data yang didapatkan adalah sebesar 1941,7 kWh/m², untuk *effective global* data yang dihasilkan berdasarkan software Pvsyst adalah 1892,4 kWh/ m², dan untuk data *availabel solar energy* hasil yang didapatkan adalah 623,50 kWh.

3. Hasil Perbandinngan Data Kinerja Sistem PLTS dengan Software Pvsyst

Hasil dari perbandingan data kinerja sistem PLTS dengan software pvsyst ini adalah, sebagai langkah untuk menentukan bahwa pada lokasi pesanggrahan joglo gordo mulyo berpotensi sebagai implementasi energi terbarukan sistem pembangkit listrik tenaga surya. Hasil data simulasi pada software pvsyst adalah estimasi hasil yang didapatkan pada bulan oktober dengan cara perhitungan 31 hari sesuai jumlah pada bulan oktober.

Data hasil analisis dari software pvsyst pada bulan oktober dari hasil estimasi perhitungan pembagian sejumlah 31 hari sesuai dengan jumlah hari yang ada pada bulan oktober. Dari data simulasi softwarepvsyst didapatkan hasil dari *global horizontal irradiation* sebesar 5,9 kWh/m², dibandingkan dengan hasil pengukuran pada lokasi

pesanggrahan joglo gordo mulyo pada pengujian iradiasi matahari hari pertama didapatkan rata-rata sebesar 5,7 kWh/m², sedangkan pada hari pengujian iradiasi matahari hari kedua didapatkan rata-rata 6,7 kWh/ m², dan pada hari pengujian iradiasi matahari hari ketiga didapatkan rata-rata 6,9 kWh/m², dan pada hari keempat pada pengujian iradiasi matahari pada hari keempat didapatkan rata-rata 7,2 kWh/m².

Adanya perbedaan hasil pada software pvsyst dengan pengujian pada pesanggrahan joglo gordo mulyo ini disebabkan oleh faktor alam yang ada pada lokasi pesanggrahan joglo gordo mulyo dan software pvsyst yang menghasilkan data analisis yang kompleks dan lebih aktual.

Data hasil analisis dari software pvsyst pada bulan oktober dari hasil estimasi perhitungan pembagian sejumlah 31 hari sesuai dengan jumlah hari yang ada pada bulan oktober. Dari data simulasi softwarepvsyst didapatkan hasil dari *global horizontal irradiation* sebesar 5,9 kWh/m², dibandingkan dengan hasil pengukuran pada lokasi pesanggrahan joglo gordo mulyo pada pengujian iradiasi matahari hari pertama didapatkan rata-rata sebesar 5,7 kWh/m², sedangkan pada hari pengujian iradiasi matahari hari kedua didapatkan rata-rata 6,7 kWh/ m², dan pada hari pengujian iradiasi matahari hari ketiga didapatkan rata-rata 6,9 kWh/m², dan pada hari keempat pada pengujian iradiasi

Tabel 7 Hasil Simulasi Data Software Pvsyst
Hasil Simulasi Data Software Pvsyst Bulan Oktober

GlobHor	5,9
GlobRff	5,7
E_Avail	1,8
Eunused	0,48
E_Miss	0
E_User	1,32
E_Load	1,32
SolFrac	0,03

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dan sesuai dengan permasalahan yang dirumuskan serta menganalisis hasil dari pengujian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

Untuk mengetahui berapa potensi pembangkit listrik tenaga surya *off-grid* pada pesanggrahan joglo gordo mulyo, langkah pertama adalah melakukan survei pada tempat dan menentukan kebutuhan PLTS dari lokasi tersebut. Langkah selanjutnya mendesain bangunan yang akan dipasangkan sistem PLTS menggunakan software sketchup dan menganalisa desain juga kebutuhan PLTS menggunakan software pvsyst.

Hasil data analisa pada software pvsyst didapatkan energi yang disuplai kepada pengguna 484,72 kWh dalam satu tahun, *Global Horizontal Irradiation* yang didapatkan sebesar 1941,7 kWh/ m², dan untuk *Availabel Solar Energy* didapatkan

hasil sebesar 623.50 kWh. Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui berapa potensi yang ada pada pesanggrahan joglo gordo mulyo dalam sistem PLTS *off-grid*.

Pengujian terhadap sistem pembangkit listrik tenaga surya *off-grid* bertujuan dalam mengetahui berapa profil dari tegangan baterai, tegangan beban dan arus pada sistem PLTS pesanggrahan joglo gordo mulyo.

Hasil pengujian sistem PLTS pada pesanggrahan joglo gordo mulyo, pada pengujian beban lampu yang dilakukan dihari pertama pada lokasi pesanggrahan joglo gordo mulyo, pada pengujian tegangan didapatkan rata-rata tegangan beban sebesar 228,10 V, pada pengujian tegangan baterai didapatkan rata-rata sebesar 27,35 V, pada pengujian arus inpu inverter didapatkan rata-rata sebesar 3,17 A. pengujian terhadap beban lampu hari kedua pada pengujian tegangan baterai didapatkan rata-rata sebesar 26 V, pada pengujian tegangan beban didapatkan rata-rata sebesar 228,10 V, dan arus input inverter didapatkan hasil rata-rata sebesar 3,17 A.

SARAN

Dari penelitian yang dilakukan ini, maka saran yang diberikan adalah sebagai berikut:

Pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat memilih lokasi yang lebih strategis guna dalam melakukan simulasi pada *software* pvsyst lebih maksimal. dan diharapkan dapat dikembangkan dengan menambah daya pada beban berupa hal selain penerangan

DAFTAR PUSTAKA

- Arthadi, K. (2003). *Perencanaan PLTS On-Grid Berdasarkan Audit Energi Listrik Berbasis Pvsyst Pada Sebuah Rumah Tinggal di Kuta Selatan*.
- Boedoyo, M. S. (2013). *Potensi Dan Peranan Plts Sebagai Energi Alternatif Masa Depan Di Indonesia*. *Jurnal Sains Dan Teknologi Indonesia*, 14(2).
- Dzulfikar, D., & Broto, W. (2016). *Optimalisasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Surya Skala Rumah Tangga*. SNF2016-ERE-73-SNF2016-ERE-76. <https://doi.org/10.21009/0305020614>
- Fahmi Hakim, M., Teknik Elektro, J., & Negeri Malang, P. (2017). *Perancangan Rooftop Off Grid Solar Panel Pada Rumah Tinggal Sebagai Alternatif Sumber Energi Listrik* (Vol. 8, Issue 1).
- Harahap, P. (2020). *Pengaruh Temperatur Permukaan Panel Surya Terhadap Daya Yang Dihasilkan Dari Berbagai Jenis Panel Surya. Pengaruh Temperatur Permukaan Panel Surya Terhadap Daya Yang Dihasilkan Dari Berbagai Jenis Panel Surya*, 2, 1–8.
- Khumaidi Usman, M. (2020). *Analisis Intensitas Cahaya Terhadap Energi Listrik Yang*

Dihasilkan Panel Surya. *Jurnal POLEKTRO: Jurnal Power Elektronik*, 9(2). <http://ejournal.poltektegal.ac.id/index.php/powe-relektro>

- Manan, S. (2009). *Energi Matahari, Sumber Energi Alternatif Yang Effisien, Handal Dan Ramah Lingkungan Di Indonesia*.
- Naim, M. (2017). *DINAMIKA Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Rancangan Sistem Kelistrikan Plts Off Grid 1000 Watt Di Desa Mahalona Kecamatan Towuti*. 9(1).
- Ramadhani, B. (2018). *Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dos & Don'ts*.
- Syaputra Siregar, J., & Eteruddin, H. (2022). *Analisa Kualitas Daya Listrik Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem Off Grid Pada Gedung Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning*. *Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri*, 6(2), 90–98.
- Zuddin, H., & Haryudo, S. I. (2019). *Perancangan Dan Implementasi Sistem Instalasi Solar Tracking Dual Axis Untuk Optimasi Panel Surya*.