

# Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Skala Industri Berbasis PVsyst

Resi Dwi Jayanti Kartika Sari<sup>1\*</sup>, Ady Murdianto<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Jurusan Teknik Elektro, Universitas Merdeka Malang, Indonesia

---

## Article Info

### Article history:

Diterima 01 Agustus 2023

Revisi 04 Agustus 2023

Diterbitkan 27 Oktober 2023

### Keywords:

Panel Surya

On-grid

PVsyst

---

## ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Surya merupakan salah satu energi terbarukan yang sangat efisien dan efektif dalam upaya pemenuhan kebutuhan energi listrik yang terus meningkat. Hal tersebut sejalan dengan sasaran KEN sesuai peraturan pemerintah tentang tercapainya peran energi terbarukan sebesar 23% pada bauran Energi Primer di tahun 2025 dalam penyediaan dan pemanfaatan energy. Penelitian menggunakan Software PVsyst dimungkinkan untuk melakukan perancangan system PLTS, menentukan komponennya serta memprediksi energi listrik yang dihasilkan oleh Sistem PLTS. Dalam perancangan PLTS dengan PVsyst, beberapa metode yang umumnya digunakan meliputi pemodelan geometri bangunan, pemasangan modul surya, pemilihan inverter, analisis efisiensi, dan simulasi kinerja sistem. PVsyst merupakan perangkat lunak yang membantu menghitung produktivitas dan performa sistem PLTS berdasarkan data lokasi, geometri, dan karakteristik peralatan yang dimasukkan. Pemilihan kapasitas panel surya yang tepat dapat mereduksi penggunaan lahan pembangunan PLTS. Besarnya sistem PLTS dipengaruhi oleh lokasi geografis dan meteorologi serta I radiasi matahari. Hasil simulasi dan kajian PLTS diperoleh bahwa instalasi PLTS rooftop dengan kapasitas 4 MWp dibangun pada lahan sekitar 2 Ha dengan perencanaan komponen yang terdiri dari modul PV 330 Wp, 30V sebanyak 12.121 on-grid dengan inverter sebanyak 22 unit sebesar 150kW. Dari segi energi listrik yang dihasilkan sebesar 902.7 kWh/ tahun.

*This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.*



---

## Corresponding Author:

Resi Dwi Jayanti Kartika Sari

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Merdeka Malang, Jl. Taman Agung No.1 Kota Malang

Email: resi.sari@unmer.ac.id

---

## 1. PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang sangat efisien dan efektif dalam memenuhi kebutuhan energi listrik yang terus meningkat [1]. Sebagai sumber energi terbarukan yang tidak akan habis dalam jangka waktu yang sangat panjang, energi matahari juga memiliki beberapa kelebihan lain, yaitu tidak terbatas, tidak memerlukan bahan bakar, ramah lingkungan, tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca dan polusi serta biaya operasional relatif rendah [2].

Sebagai negara tropis, Indonesia memiliki potensi energi surya dengan radiasi berkisar 4,5–4,8 kWh/m<sup>2</sup> per hari dengan intensitas cahaya matahari tertinggi pada pukul 12.00 WIB sebesar 1317 Watt / m<sup>2</sup> dan nilai terendahnya pada pukul 17:00 WIB sebesar 141 Watt/m<sup>2</sup> [3]. Hal ini menjadi potensi besar dalam pemanfaatan energi matahari sebagai sumber energi terbarukan yang jika terus dikembangkan akan dapat meminimalisir permasalahan aspek ekonomi mengingat peran dan harga dari energi fosil terus meningkat, juga sebagai faktor penting dalam menghadapi tantangan krisis energi, serta menciptakan kemandirian energi [4].

Pemanfaatan energi terbarukan sejalan dengan Permen No. 50 Tahun 2017 oleh Kementerian ESDM tentang Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan Untuk Penyediaan Tenaga Listrik [5]. Serta Peraturan Pemerintah PP Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN) tentang pengelolaan energi nasional dalam mewujudkan Kemandirian Energi dan Ketahanan Energi Nasional guna mendukung pembangunan nasional

berkelanjutan. Sasaran KEN adalah tercapainya peran energi terbarukan sebesar 23% pada bauran Energi Primer di tahun 2025 dalam penyediaan dan pemanfaatan energi [6].

PT. Industri Gula Glenmore merupakan salah satu industri berkembang yang memiliki pembangkitan sendiri untuk jaringan ketenaga listrikannya. Bahan bakar yang digunakan adalah ampas tebu hasil produksi untuk menghasilkan listrik dengan pengolahan pembangkit listrik tenaga uap [7].

Seiring dengan adanya Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 49 tahun 2018 Tentang PLTS yang mendorong pemanfaatan energi matahari, pada PT. Industri Gula Glenmore akan didesign Pembangkit Listrik Tenaga Surya yang dioperasikan berdampingan dengan Pembangkit Listrik Tenaga Uapnya.

Sistem PLTS terdiri dari komponen-komponen utama yaitu panel surya (*PV-Module*), *Solar Charger Controller* (SCC), baterai, dan *inverter* dan beberapa komponen pendukung [8]. PLTS *On-Grid* merupakan sistem pembangkitan yang terhubung dengan jaringan listrik PLN. Sistem ini tidak menggunakan baterai, sehingga untuk pertimbangan investasi, sistem *On-Grid* dapat berkurang hingga 50% dibandingkan dengan sistem *Off-Grid*. Inverter *On-grid* yang digunakan dapat berfungsi jika jaringan pembangkitan PLTSnya sudah terhubung dengan jaringan kelistrikan PLN [9].

Seiring perkembangan teknologi PLTS, banyak peneliti melakukan kajian/analisis teknis maupun ekonomis pada instalasi PLTS Atap maupun *Ground mounted* dengan menggunakan beberapa metode berbagai algoritma dan aplikasi software, misalnya: *Helioscope*, MATLAB, ETAP, *Digi*, *Genetic Algorithm*, *Hybrid2*, *PSO*, *Grhyso*, *PV-DesignPro*, *Arena*, *Solsim*, *Insel*, *Watsun-PV* dan *PVsyst* [10].

Penelitian ini bertujuan untuk mendesign PLTS sistem *Grid-Connected/ On Grid* pada area perkantoran dan sebagian area timbangan pada PT. Industri Gula Glenmore menggunakan software *PVsyst*. Kemudian dilakukan analisis design PLTS *on-grid* diantaranya mencakup analisis efisiensi dari sisi teknis. Salah satu keunggulan Software *PVsyst* yaitu bisa tersinkronisasi dengan database yang bersumber dari data google map atau meteorologi, serta terdapat update database komponen real sesuai pasar. Sehingga dihasilkan perancangan/simulasi sistem PLTS yang sesuai dengan kondisi nyata [11]. Design PLTS rooftop dengan *PVsyst* akan menghasilkan nilai standard desain teknis dari segi tingkat kehandalan pembangkitan yang direkomendasikan berupa *performance ratio* (PR). Dimana dinilai layak jika nilai PR lebih besar 0,6 [12].

## 2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan *Software Pvsyst Ver 7.2* sebagai pendekatan pengukuran dan perhitungan dalam memperoleh pemodelan PLTS serta menganalisis secara teknis data potensi intensitas radiasi matahari system On Grid di PT. Industri Gula Glenmore, pemodelan geometri bangunan, pemasangan modul surya, pemilihan *inverter*, analisis efisiensi, dan simulasi kinerja sistem. *PVsyst* merupakan perangkat lunak yang membantu menghitung produktivitas dan performa sistem PLTS berdasarkan data lokasi, geometri, dan karakteristik peralatan yang dimasukkan [13]

Pada *software Pvsyst* tersedia beberapa sistem, yaitu sistem *Grid connected*, sistem *stand alone*, sistem *pumping* dan sistem jaringan *DC-grid* [14]. Desain dari sistem panel surya di setiap lokasi dapat menjadi berbeda karena adanya perbedaan dari jumlah radiasi matahari yang diterima [15].

Sehingga dalam proses penelitiannya, peneliti akan menghimpun data dan menganalisis potensi teknis wilayah yang hendak dikaji guna penerapan PLTS. Beberapa diantaranya yaitu koordinat lokasi, orientasi, luas wilayah, kondisi meteorology dan intensitas matahari.

### 2.1. Alur Perencanaan

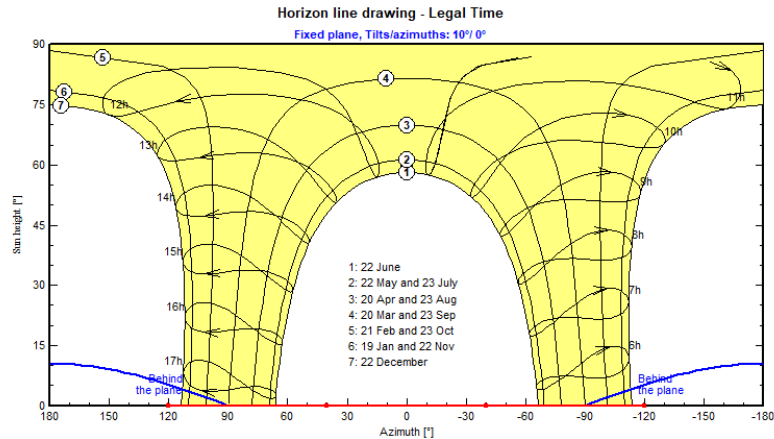
Dengan metode analisis menggunakan software *PVsyst Ver. 7.2*, langkah-langkah yang dilakukan meliputi :

1. Pemetaan Lokasi
2. Menghimpun data radiasi matahari
3. Menentukan bidang kemiringan panel surya
4. Menentukan Kapasitas panel surya dengan acuan Daya yang dibutuhkan / luas lokasi.
5. Melakukan simulasi dengan *software Pvsyst*

Variabel pada penelitian ini meliputi radiasi matahari, spesifikasi panel surya, jumlah dan kapasitas, spesifikasi dan kapasitas inverter, energy yang dibutuhkan oleh beban.

## 2.2. Lokasi Penelitian

Lokasi pemasangan yang digunakan pada penelitian ini adalah pada *rooftop* bangunan gedung perkantoran dan bangunan penimbangan dengan lokasi sekitar 4 Ha pada koordinat Lintang  $8.3491^\circ$  LU, Bujur  $114.0480^\circ$  BT. Dengan jalur matahari seperti pada gambar 1 di bawah ini.

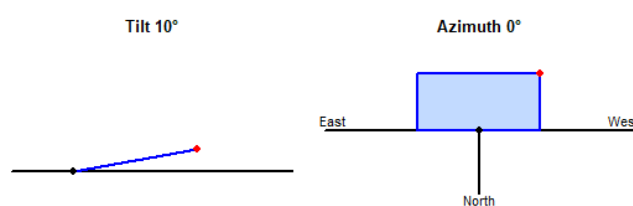


Gambar 1. Jalur Matahari Pada Lokasi PG.Glenmore Banyuwangi Jawa Timur

Jalur matahari seperti pada gambar 1 merupakan konsep yang digunakan dalam astronomi, navigasi, dan geografi untuk menggambarkan sudut horizontal antara arah utara dan arah matahari pada waktu tertentu dan lokasi tertentu. Hal ini digunakan untuk dapat mengoptimalkan pengaturan posisi panel surya sesuai dengan jalur matahari untuk menangkap sinar matahari seefisien mungkin.

## 2.3. Bidang Kemiringan

Selain Jalur matahari, sudut kemiringan panel surya dan sudut *azimuth* juga merupakan parameter penting dalam pengoptimalan kinerja panel surya untuk menangkap sebanyak mungkin sinar matahari dan menghasilkan listrik secara efisien. Kedua sudut ini sangat mempengaruhi berapa banyak energi matahari yang dapat diubah menjadi energi listrik oleh panel surya.. Sudut kemiringan panel surya dapat ditentukan sesuai dengan garis lintang. Pengaturan ini digunakan untuk mendapatkan nilai optimal sudut kemiringan guna mendapatkan maksimum jumlah energy matahari yang terserap. Dengan *PVsys* didapat sudut kemiringan optimal sebesar  $10^\circ$  (*Tilt Angle*) dan sudut *Azimuth* penentu arah matahari sebesar  $180^\circ$  (*Azimuth Angle*) menghadap arah utara, seperti pada gambar 2 berikut ini:



Gambar 2. Sudut Kemiringan Panel Surya

Sudut kemiringan atau *tilt angle* mengacu pada sudut panel surya terhadap permukaan horizontal. Sudut kemiringan dapat diatur agar panel surya menghadap lurus ke arah sinar matahari. Dengan pengaturan sudut kemiringan, maka panel surya dapat menangkap sinar matahari sepanjang tahun dengan lebih efisien. Dan Dengan menyesuaikan sudut kemiringan panel surya sesuai dengan koordinat lintang dan koordinat bujur lokasi, jumlah energi yang dihasilkan oleh panel surya dalam satu tahun dapat dimaksimalkan.

Sedangkan sudut *azimuth* mengacu pada sudut antara arah utara dan arah panel surya. Sudut *azimuth* digunakan untuk mengarahkan panel surya ke arah yang tepat sehingga permukaan sel surya menghadap ke arah yang paling banyak menerima sinar matahari. Dengan memperhitungkan sudut azimuth, produksi listrik panel surya dapat dioptimalkan sepanjang hari,

## 2.4. PV Module

Pada penelitian ini PV modul yang digunakan dalam simulasi adalah modul sel surya yang di pilih dari data base  $PV_{\text{system}}$  yaitu Si-mono CS1K-330MS 1500V. Dengan kelengkapan spesifikasi sesuai dengan tabel 1 berikut :

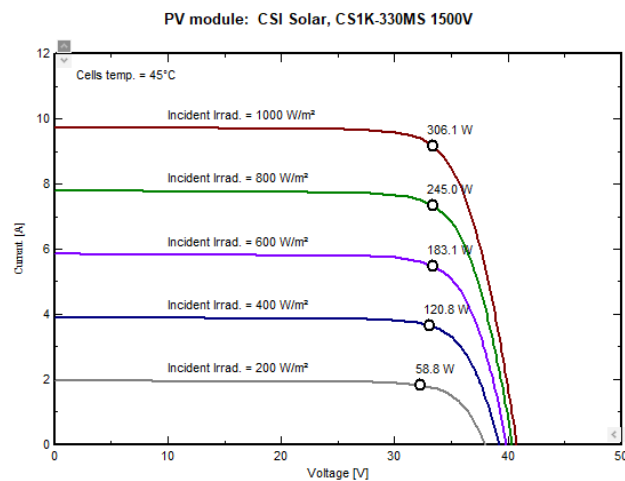
TABEL 1. SPESIFIKASI PV-MODUL-CS1K-330MS 1500V

Parameter	PV Module - CS1K-330MS 1500V
Pabrikasi	CSI Solar
Model	CS1K-330MS 1500V
P.nom STC power (pabrikasi)	330Wp
Ukuran Modul (l x p)	0,992 x 1,675 m <sup>2</sup>
Jumlah Sel	396
Parameter	Spesifikasi
Suhu Referensi (T <sub>Ref</sub> )	25°C
Tegangan Rangkaian Terbuka (V <sub>oc</sub> )	43,5 V
Tegangan Titik Daya Maks (V <sub>mpp</sub> )	36 V
=> Daya Maksimal (P <sub>mpp</sub> )	330 W
Referensi radiasi (G <sub>Ref</sub> )	1000 W/m <sup>2</sup>
Arus Short-circuit (I <sub>sc</sub> )	9,180 A
Arus Titik Daya Maksimal (I <sub>mpp</sub> )	9,650 A
Isc koefisien suhu ( $\mu I_{sc}$ )	4,8 mA/°C
Parameter	Hasil Model Kondisi Standard
Tegangan Titik Daya Maks (V <sub>mpp</sub> )	36,0 V
Daya maksimal (P <sub>mpp</sub> )	330,6 Wp
Efisiensi(/ Luas Modul) (Eff <sub>mod</sub> )	19,90 %
Efisiensi(/ Luas Sel) (Eff <sub>cells</sub> )	20,36 %
Arus Titik Daya Maksimal (I <sub>mpp</sub> )	9,180 A
Koefisien Power temperature ( $\mu P_{mpp}$ )	-0,36%/°C

## 2.5. Variasi Radiasi matahari (Solar Radiation Variation)

Variasi Radiasi Matahari adalah variasi atau perubahan dalam jumlah energi matahari atau radiasi yang diterima pada lokasi tertentu dari waktu ke waktu. Variasi ini dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti kemiringan dan orbit Bumi, perubahan musiman, pola harian, dan lokasi geografis.

Data variasi radiasi matahari ini dapat digunakan untuk upaya optimalisasi system energy surya, mengetahui produksi energy surya, juga mengetahui dampak radiasi matahari pada lingkungan.



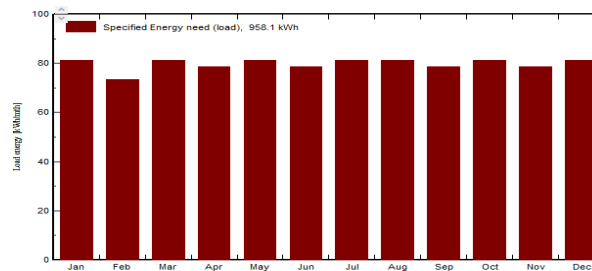
Gambar 3. Karakteristik Efek Si-Mono 330W, 30 V

Dari database *PVsys Meteororm 8.0*, didapatkan Iradiasi Matahari: Jika intensitas cahaya melemah, jumlah tegangan dan arus listrik yang dihasilkan telah menurun. Penurunan tegangan relatif lebih kecil daripada penurunan arus listrik. Si-Mono 330 Wp, 30 V: Seperti yang digambarkan pada gambar 3, jumlah radiasi matahari memberikan daya maksimum. Panel surya sebesar 1000 W/m<sup>2</sup> telah menghasilkan daya maksimum 306,1 W dengan nilai arus maksimum 9,2 A dan nilai tegangan maksimum 41,5 V.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Data beban

Beban listrik industri sebagai kebutuhan beban per hari. Pada grafik di bawah ini memperlihatkan kebutuhan dari beban listrik dalam setiap jamnya selama satu hari penuh dengan total kebutuhan sebesar 2.625 kWh/day. Terlihat beban paling tinggi adalah dari sore hari hingga tengah malam.



Gambar 4. Grafik Data Beban Bulanan

Dari gambar 4 grafik beban bulanan terlihat kebutuhan pasokan energi listrik untuk mencukupi dalam satu tahun. Merupakan nilai dari energi listrik yang di pasok menggunakan sel surya selama satu tahun guna mencukupi kebutuhan beban yang terpasang.

#### 3.2. Data Radiasi Matahari

Data radiasi matahari dan temperatur menggunakan database dari *PVsys Meteororm 8.0* dengan lokasi yang diambil pada daerah Bagan Deli (Lintang 3.7756° LU, Bujur 98.7033° BT). Hasil dari radiasi matahari dan temperatur selama ditampilkan pada tabel di bawah ini.

TABEL II. DATA RADIASI DAN TEMPERATUR (PVSYS METEONOM 8,0)

Bulan	Irradian (Kwh/m <sup>2</sup> /mth)	Suhu (°C)
Januari	79.3	27.1
Februari	81.9	27.2
Maret	79.9	27.4
April	64.5	27.4
Mei	63.6	27.4
Juni	54.6	26.4
Juli	56.4	26.1
Agustus	64.2	26.0
September	68.8	26.2
Oktober	78.0	27.6
November	79.8	27.7
Desember	86.2	27.6

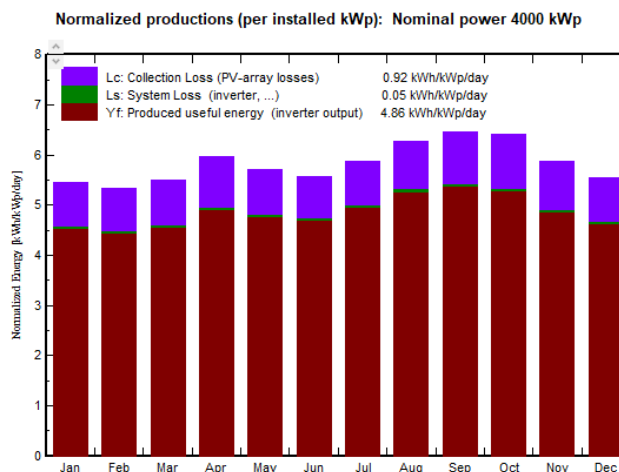
Dari Tabel II tersebut, terlihat variabilitas iradiasi horizontal global dari tahun ke tahun adalah 4.5 %

Hasil Simulasi Sistem Panel Surya

PV Array Characteristics			
<b>PV module</b>		<b>Inverter</b>	
Manufacturer	Generic	Manufacturer	Generic
Model	CS1K-330MS 1500V	Model	Blueplanet 150 TL3-INT
(Original PVsyst database)		(Original PVsyst database)	
Unit Nom. Power	330 Wp	Unit Nom. Power	150 kWac
Number of PV modules	12121 units	Number of inverters	22 units
Nominal (STC)	4000 kWp	Total power	3300 kWac
Modules	391 Strings x 31 In series	Operating voltage	980-1300 V
At operating cond. (50°C)		Pnom ratio (DC:AC)	1.21
Pmpp	3635 kWp		
U mpp	1012 V		
I mpp	3591 A		
<b>Total PV power</b>		<b>Total inverter power</b>	
Nominal (STC)	4000 kWp	Total power	3300 kWac
Total	12121 modules	Number of inverters	22 units
Module area	20140 m <sup>2</sup>	Pnom ratio	1.21
Cell area	19680 m <sup>2</sup>		

Gambar 5. PV Array Characteristics

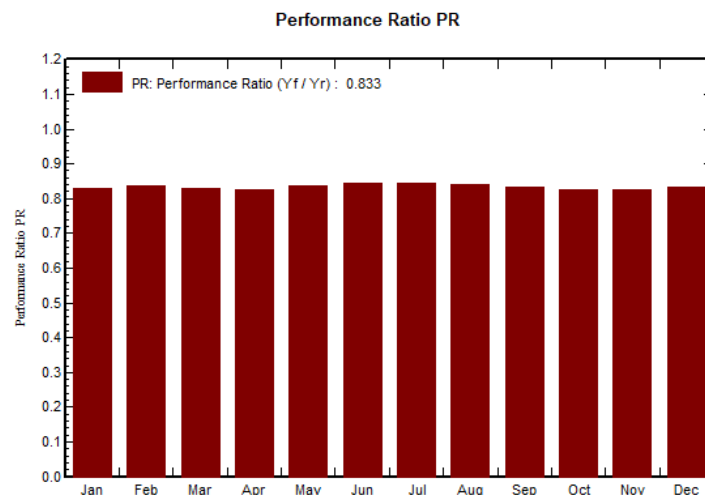
Pada bagian ini, hasil simulasi Sistem Panel Surya dianalisis dengan menampilkan hasil simulasi yang berbeda seperti daya keluaran sistem, *System Losses* dan *Performance Ratio* (PR). Melalui simulasi software *PVsyst*, Sistem Panel Surya *On Grid* menggunakan panel surya dengan daya 330Wp, luas 4 m<sup>2</sup> yang terpasang secara seri. Gambar 5 menunjukkan parameter simulasi dan karakteristik semua komponen sistem.



Gambar 6. Hasil Energi dari Sistem Panel Surya

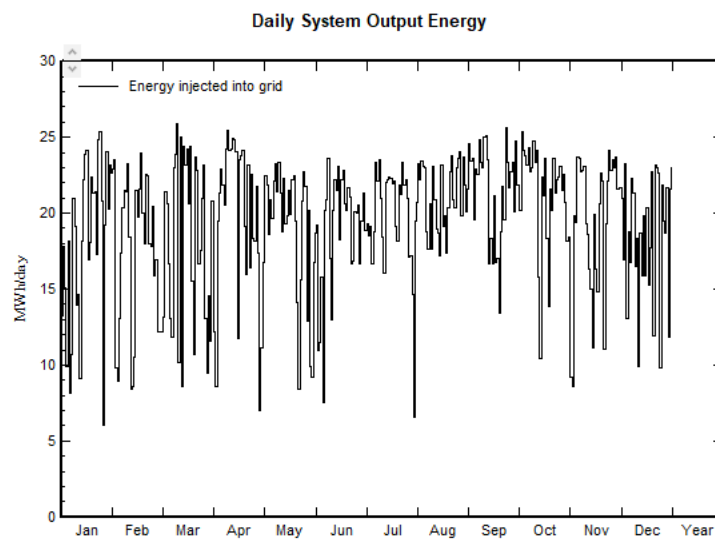
Hasil kinerja dari Sistem Panel Surya *On Grid / Grid Connected* terlihat pada gambar 6, 7, dan 8. Pada gambar 6 dapat dilihat variabel standar hasil dari kinerja Sistem Panel Surya *Stand- Alone* dimana dapat diketahui :

- Lc : Rugi rugi pada *PV Array* sebesar 0,92 kWh/kWp/day
- Ls : Rugi Rugi Pada Sistem PLTS sebesar 0,05 kWh/kWp/day
- Yf : Energi yang disuplai ke pengguna sebesar 4,86 kWh/kWp/day



Gambar 7. Performance Ratio

*Performance Ratio* (PR) didefinisikan sebagai rasio antara energi listrik AC yang dihasilkan oleh pembangkit dengan hasil perhitungan teoretis yang akan dihasilkan oleh pembangkit jika modul mengonversi irradiance yang diterima menjadi energi listrik berdasarkan kapasitas pembangkit tersebut. Hasil simulasi menunjukkan *Performance Ratio* (PR) pada PLTS sebesar 0.833.



Gambar 8. Energi Harian Keluaran Panel Surya

Gambar 8 menunjukkan output harian energi yang dihasilkan oleh Panel Surya. Gambar grafik diatas menampilkan perubahan energi berdasarkan keadaan perubahan cuaca yang terjadi setiap waktu dalam tiap bulannya, mempengaruhi nilai kWh/day yang dihasilkan Panel Surya.

TABEL III. OUTPUT DAYA PANEL SURYA PER BULAN DALAM 1 TAHUN

Bulan	Daya Panel Surya					
	<i>Glob Hor kWh/m<sup>2</sup></i>	<i>GlobEff kWh/m<sup>2</sup></i>	<i>E Avail kWh</i>	<i>E Unused kWh</i>	<i>E User kWh</i>	<i>E Load kWh</i>
Januari	178.4	162.2	77.67	6.92	76.49	95.67
Februari	153.3	141.3	65.02	5.38	65.02	83.36
Maret	170.0	154.0	68.96	6.11	72.36	95.67
April	171.3	163.3	75.57	7.61	76.56	88.60
Mei	163.7	149.7	67.42	5.51	68.31	95.67
Juni	151.5	139.2	62.78	4.92	63.18	88.60
Juli	165.7	160.2	70.89	6.32	75.79	95.67
Agustus	182.5	174.5	81.63	7.75	78.25	95.67
September	189.3	177.3	82.97	8.02	79.10	88.60
Oktober	201.4	189.2	89.03	8.78	80.81	95.67
November	185.1	173.1	80.02	7.50	78.44	88.60
Desember	182.3	174.3	80.74	7.44	78.55	95.67
Tahunan	2095.0	1958.3	902.7	82.26	892.86	1107.5

Pada tabel III ditunjukkan hasil output daya panel Surya dalam satu tahun di setiap bulannya. Iradiasi Horizon Global selama satu tahun mencapai 2095,0 kWh/m<sup>2</sup>. Iradiasi efektif Global tahunan sebesar 1958.3 kWh/m<sup>2</sup>. Energi listrik yang dihasilkan sebesar 902.7 kWh. Dan energi listrik pelanggan adalah 892.86 kWh. Sedangkan energi beban listrik mencapai 1107.5 kWh selama setahun.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan Penelitian menggunakan *Software Pvsyst* dimungkinkan untuk melakukan perancangan system PLTS, menentukan komponen-komponennya serta memprediksi energi listrik yang dihasilkan oleh Sistem PLTS. Besarnya sistem PLTS dipengaruhi oleh lokasi geografis dan meteorologi serta I radiasi matahari. Pemilihan kapasitas panel surya dapat mereduksi penggunaan lahan pembangunan PLTS.

Hasil simulasi dan kajian PLTS diperoleh bahwa instalasi PLTS *rooftop* dengan kapasitas 4 MWp dibangun pada lahan sekitar 2 Ha dengan perencanaan komponen yang terdiri dari modul PV 330 Wp, 30V sebanyak 12.121 on-grid dengan inverter sebanyak 22 unit sebesar 150kW. Dari segi energi listrik yang dihasilkan sebesar 902.7 kWh/ tahun.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada editor dan reviewer untuk semua saran, masukan dan bantuan dalam proses penerbitan naskah. Ucapan terima kasih juga kami tujukan kepada pihak-pihak yang telah mendukung penelitian dan memberikan bantuan moril dan material.

#### REFERENSI

- [1] I. Dincer, "Renewable energy and sustainable development: a crucial review," *Renew. Sustain. energy Rev.*, vol. 4, no. 2, pp. 157–175, 2000.
- [2] F. Ardianto, Y. Ramaleno, B. Alfaresi, and Z. Saleh, "Intensitas Cahaya Matahari Pada Panel Surya Terhadap Daya Yang Dihasilkan," *Appl. Innov. Eng. Sci. Res.*, pp. 414–417, 2021.
- [3] I. D. Qurbani and I. D. Rafiqi, "Prospective green constitution in new and renewable energy regulation," *Leg. J. Ilm. Huk.*, vol. 30, no. 1, pp. 68–87, 2022.
- [4] O. A. Al-Shahri *et al.*, "Solar photovoltaic energy optimization methods, challenges and issues: A comprehensive review," *J. Clean. Prod.*, vol. 284, p. 125465, 2021.
- [5] J. P. Mariya, "Perancangan Perancangan Interkoneksi Pembangkit Listrik Tenaga Surya 1 MWp On-Grid Pada Jaringan Distribusi Cileungsi," *SUTET*, vol. 9, no. 2, pp. 112–124, 2019.
- [6] H. Husada and A. Makkulau, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat Di Kecamatan Embaloh Hulu," *Epsil. J. Electr. Eng. Inf. Technol.*, vol. 18, no. 2, pp. 41–49, 2020.
- [7] R. D. J. K. Sari, R. N. Hasanah, and W. Wijono, "Power Factor Improvement of The Glenmore Sugar Industry Electrical System," *J. Sci. Appl. Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 20–32, 2022.
- [8] A. Parastiwi, R. A. Putri, S. Adhisuwignjo, and M. Rifai, "Photovoltaic Terapan: Teknologi dan Implementasi," *UPT*



- Percetakan dan Pnb. Polinema*, 2018.
- [9] M. R. Wicaksana, I. N. S. Kumara, I. A. D. Giriantari, and R. Irawati, "Unjuk kerja pembangkit listrik tenaga surya rooftop 158 kWp pada kantor gubernur bali," *J. Spektrum*, vol. 6, no. 3, 2019.
- [10] S. M. Alfariidzi, A. Nugroho, and E. W. Sinuraya, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan Menggunakan Software ETAP V. 12.6 Di Departemen Teknik Industri Universitas Diponegoro," *Transient J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 9, no. 2, pp. 143–147, 2020.
- [11] M. I. Hossain and S. M. R. Islam, "Exploration of an Economic Photovoltaic River to Storage Pumping System Based on PVSyst Simulation," *Int. J. Electr. Components Energy Convers.*, vol. 4, no. 1, pp. 33–44, 2018.
- [12] D. J. Rekhashree and H. Naganagouda, "Study on design and performance analysis of solar PV rooftop standalone and on grid system using PVSYST," *Int. Res. J. Eng. Technol.(IRJET)*, vol. 5, no. 07, pp. 41–48, 2018.
- [13] Shrivastava, Anurag, et al. "Solar energy capacity assessment and performance evaluation of a standalone PV system using PVSYST." *Materials Today: Proceedings* 80 (2023): 3385-3392.
- [14] Q. A. Alabdali and A. M. Nahhas, "Simulation study of grid connected photovoltaic system using PVsyst Software: analytical study for Yanbu and Rabigh Regions in Saudi Arabia," *Am J Energy Res*, vol. 9, pp. 30–44, 2021.
- [15] R. Kumar, C. S. Rajoria, A. Sharma, and S. Suhag, "Design and simulation of standalone solar PV system using PVsyst Software: A case study," *Mater. Today Proc.*, vol. 46, pp. 5322–5328, 2021.