

# Kinerja Sistem Array 13 PLTS Terapung 145 MW AC Cirata Dengan Simulasi PVSyst 7.4


Pujianto<sup>1\*</sup>, Aripriantoni<sup>1</sup>, Priskila Angelina Sakey<sup>1</sup>, Wasis Waskito<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Teknik Instrumentasi Kilang, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas, Indonesia

## ABSTRAK

Energi Baru Terbarukan (EBT) adalah sumber energi alami seperti angin, air, matahari biogas dan panas bumi yang tidak melibatkan pembakaran. Penggunaannya dianggap ramah lingkungan dan berpotensi mengurangi dampak pemanasan global. Di Indonesia, potensi EBT mencapai 418 GW, dengan energi surya menjadi salah satu yang paling menjanjikan karena radiasi matahari yang tinggi sepanjang tahun. Pengembangan pembangkit listrik tenaga surya, termasuk yang terapung di perairan, menjadi fokus, seperti yang diizinkan oleh regulasi baru. Pembangkit listrik tenaga surya terapung meningkatkan efisiensi hingga 12%, bahkan lebih dengan menggunakan teknologi modul surya jenis bifacial. Studi ini mengevaluasi pembangunan dan performa dua komponen utama dari Array 13 PLTS Terapung, dengan fokus pada efisiensi energi dan penilaian kualitas sistem. Analisis menggunakan PVSyst menunjukkan perbedaan signifikan dalam nilai *Performance Ratio* (PR) dibandingkan dengan perhitungan manual, menyoroti pentingnya penilaian yang cermat untuk memastikan kinerja optimal. Dalam keseluruhan, meskipun terdapat perbedaan dalam metode perhitungan, Array 13 pada PLTS Terapung dianggap layak secara sistem dengan PR yang mencapai 70-90% sesuai standar IEC 61724-1:2017.

**Kata kunci:** EBT, PLTS Terapung, Performance Ratio, Efisiensi Energi, PVSyst

 pujiyanto1968@gmail.com

## 1. Pendahuluan

Sumber Energi Baru Terbarukan dari alam seperti bayu, air, gelombang laut, matahari, biogas dan geotermal. Menggunakan EBT tanpa melibatkan proses pembakaran adalah konsep yang dikenal sebagai cara yang lebih ramah lingkungan dan tidak berdampak negatif pada masalah pemanasan global. Namun, penting untuk diingat bahwa dalam mengembangkan sumber EBT ini perlu mempertimbangkan potensi sumber energi yang tersedia di setiap wilayah. [1]

Kandungan sumber EBT di wilayah Indonesia mencapai total 418 GW. Ini mencakup potensi dari berbagai sumber EBT, dengan tenaga matahari memiliki potensi 209,8 GW, tenaga bayu 60,6 GW, tenaga hidro 75 GW, tenaga gelombang laut 17,9 GW, tenaga geothermal 23,9 GW, dan tenaga bioenergi sebesar 32,6 GW.[2]

Menurut data dari Outlook Energi Indonesia tahun 2019, energi surya diidentifikasi sebagai sumber energi masa depan yang sa-

ngat potensial dan ramah lingkungan. Energi surya dianggap sebagai solusi alternatif yang efektif dalam mengurangi ketergantungan pada energi fosil. Potensi energi surya di Indonesia diperkirakan mencapai 207,8 G-Wp. Tingkat radiasi matahari di Indonesia sepanjang tahun tinggi dikarenakan terletak di garis khatulistiwa. Radiasi matahari rata-rata tertinggi sekitar 4,80 kWp/m<sup>2</sup>/hari dan ini sangat potensi dalam pengembangan energi matahari sebagai pembangkit listrik yang ramah lingkungan. Mengingat untuk mendirikan pembangkit tenaga matahari kapasitas yang besar di dibutuhkan Photovoltaik yang sangat banyak, tentu akan membutuhkan lahan yang sangat luas, maka solusi mengembangkan tenaga matahari ini dengan memanfaatkan danau untuk digunakan sebagai tempat PV (photovoltaik) nya.[3],[19].

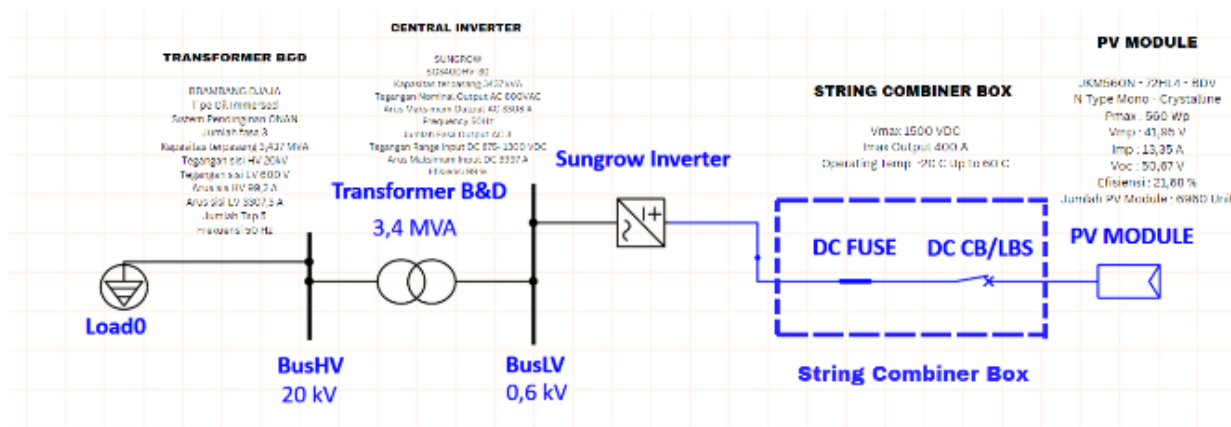
PLTS Terapung atau *Floating Photovoltaic* (FPV) merupakan salah satu pemanfaatan tenaga surya menggunakan teknologi modul surya PV yang diletakkan mengapung di perairan, sistem pembangkit tenaga surya terapung ini dapat meningkatkan efisiensi mencapai 12%. Untuk pembangunan PLTS

Floating PV 145MW Cirata menggunakan modul surya jenis bifacial maka akan menambah efisiensi mencapai 14%-18% sehingga semakin bagus efisiensinya maka semakin sedikit juga lahan perairan yang digunakan. [4]

*Performance Ratio* (PR) adalah indikator kualitas suatu sistem yang dinilai berdasarkan jumlah energi yang dihasilkan setiap tahun. Jika nilai PR sistem berada dalam rentang 70-90% berdasarkan IEC 61724-1:2017, maka dapat dianggap bahwa sistem tersebut memenuhi syarat. [5]

## 2. Metode

Dalam studi ini peneliti akan melakukan perhitungan *Performance Ratio* (PR) dengan simulasi menggunakan perangkat lunak Pvsyst dan juga melakukan perhitungan secara manual. Semua data spesifikasi peralatan diperhitungkan dengan menggunakan simulasi Pvsyst dan perhitungan manual. Sebelum masuk pada perhitungan, berikut ini **Gambar 1** wiring Array 13 berdasarkan simulasi ETAP.



Gambar 1. Wiring Array 13 Menggunakan ETAP

1. Perhitungan Manual  
 perhitungan secara manual untuk menentukan nilai *Performance Ratio* dari sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan persamaan [6],

$$\text{Performance Ratio (PR)} = \frac{E_{yiel}}{E_{ideal}} \quad (1)$$

dimana

$$E_{yiel} = \text{Kapasitas PV} \times N \times H_{tilt} \times E_f \quad (2)$$

$$\begin{aligned} H_{\text{tilt}} &= \text{PSH} \times 365 \text{ Hari} & (3) \\ E_{\text{ideal}} &= \text{Kapasitas PV} \times N \times H_{\text{tilt}} & (4) \\ E_f &= 100\% - \text{Losses} (\%) & (5) \end{aligned}$$

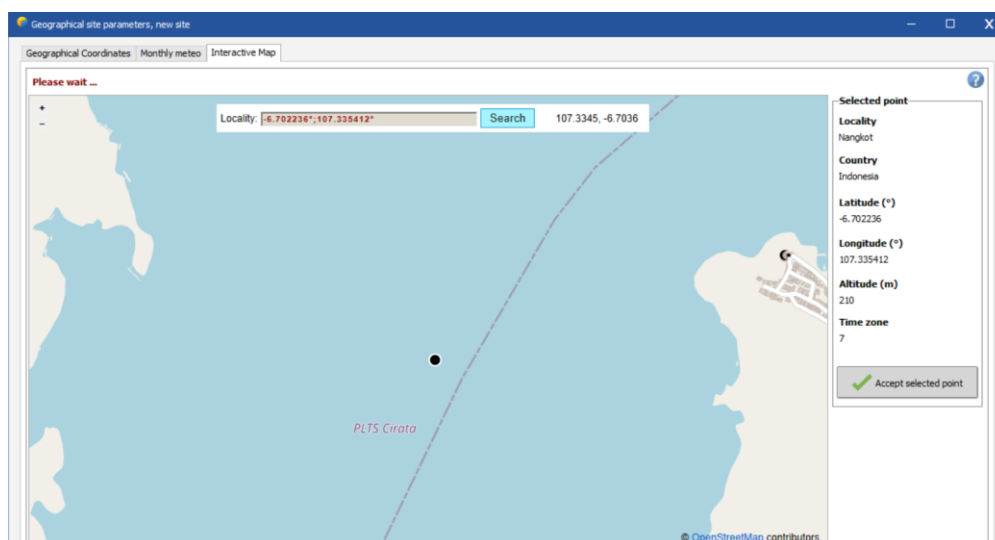
## 2. Perhitungan Simulasi PVSyst

Perhitungan menggunakan Simulasi ini memerlukan data spesifik terkait lokasi proyek, spesifikasi panel surya, kemiringan panel surya, spesifikasi inverter, dan periode waktu simulasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan hasil perhitungan PR da-

ri PVSyst dengan perhitungan manual untuk menilai keakuratan dan keefektifan metode simulasi.[6].

### a) Lokasi PLTS

Proyek *Floating PV* Cirata berada di wilayah Waduk Cirata di Kecamatan Cipeundeuy Kabupaten Bandung Barat, dan Kecamatan Manis Kabupaten Purwakarta Provinsi Jawa Barat, Indonesia. Letaknya sekitar 125 Km dari pusat Kota Jakarta [7] seperti tampak pada Gambar 2.

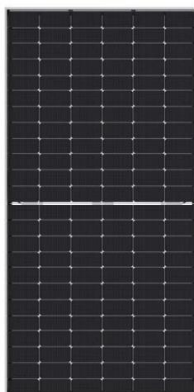


**Gambar 2.** Lokasi PLTS

### b) Spesifikasi Panel Surya

Panel surya yang digunakan pada sistem PLTS Terapung khususnya Array 13 adalah Jinko Solar jenis Monocrystalline seperti tam-

pak pada Gambar 3, dengan kapasitas 560 Wp per-modul. JKM560N – 72HL4 – BDV memiliki efisiensi sebesar 21.68% [8].

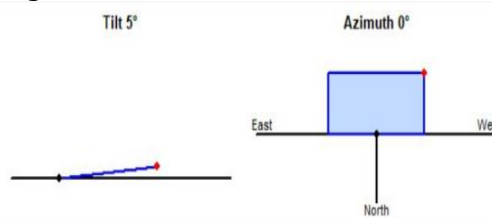


**Gambar 3.** Panel Surya

### c) Kemiringan Panel Surya

Sudut kemiringan merupakan sudut yang digunakan photovoltaik (PV) dipasang untuk langsung menghadap matahari. Karena posisi matahari berubah setiap hari akibat rotasi bumi, sudut pemasangan PV perlu disesuaikan. Biasanya, sudut kemiringan panel surya disamakan dengan garis lintang. Untuk men-

dapatkan energimatahari maksimal, diperlukan sudut kemiringan optimal. Menggunakan simulasi program PVSyst, diperoleh bahwa sudut kemiringan optimal dengan garis lintang adalah  $5^\circ$  (*Tilt Angle*), dan dalam menentukan arah matahari, digunakan sudut Azimuth sebesar  $0^\circ$ , seperti yang terlihat pada Gambar 4 di bawah ini.[9]



**Gambar 4.** Kemiringan Panel Surya

### d) Spesifikasi Inverter

Sungrow SG3400HV-30 adalah salah satu tipe Central Inverter yang diproduksi oleh perusahaan Sungrow Power Supply Co.,Ltd., yang merupakan produsen peralatan energi ter-

barukan terkemuka di dunia. Inverter ini, seperti tampak pada Gambar 5, dirancang untuk proyek atau industri dengan kapasitas daya tinggi [10].



**Gambar 5.** Inverter

## 3. Hasil dan Pembahasan

Dalam perhitungan *Performance Ratio* (PR) secara manual diperlukan beberapa data untuk menunjang perhitungan ini yaitu iradiasi matahari dan produksi daya untuk 25 inver-

ter di 5 *incoming* selama satu hari. *Performance Ratio* (PR) dalam Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah ukuran yang digunakan untuk menilai seberapa efisien dan bagus kinerja PLTS dalam mengonversi energi matahari menjadi listrik yang dinyatakan dalam bentuk presentase (%) [11].

**Tabel 1.** Hasil Iradiasi perhari

No	Jam	Produksi Daya Trafo 1	Iradiasi Matahari
1	05.00	8020,83	0
2	06.00	8021,94	54
3	07.00	8033,75	244
4	08.00	8065,94	468
5	09.00	8117,26	687
6	10.00	8182,13	851
7	11.00	8251,44	944
8	12.00	8325,51	816
9	13.00	8379,44	434
10	14.00	8432,44	623
11	15.00	8483,2	550
12	16.00	8497,59	196
13	17.00	8518,86	44
Rata-rata		8256,179231	454,6923077

Berdasarkan Tabel 1 yang tersedia, produksi daya trafo menunjukkan variasi yang signifikan sepanjang hari. Rata – rata produksi daya adalah 8252,03 dengan standar deviasi sebesar 196,07 yang menunjukkan adanya fluktuasi dalam produksi daya. Produksi daya terendah tercatat pada pukul 05.00 dengan nilai 8020,83 sedangkan produksi daya tertinggi terjadi pada pukul 17.00 dengan nilai 8518,86.

Iradiasi matahari juga menunjukkan variasi yang cukup besar sepanjang hari dengan rata – rata 454,69 dan standar deviasi 324,84. Nilai iradiasi matahari terendah adalah 0 pada pukul 05.00 , sementara nilai tertinggi tercatat pada pukul 11.00 dengan 944. Dari analisis ini, dapat dilihat bahwa produksi daya Trafo 1 cenderung meningkat seiring dengan peningkatan iradiasi matahari, meskipun ada beberapa variasi kecil. Namun, produksi daya tetap tinggi pada pukul 17.00 meskipun iradiasi matahari sudah menurun signifikan yang mengindikasikan adanya faktor lain yang mungkin mempengaruhi produksi daya pada saat tersebut. Berikut perhitungan PR Tahunan sebagai berikut ;

$$\begin{aligned} \text{Energi Listrik} &= YF \times 365 \text{ kWh/wp/Tahun} \\ &= 3,96296 \text{ kWh/wp/hari} \times 365 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Energi pasti} &= 1445,74 \text{ kWh/wp/Tahun} \\ &= YR \times 365 \text{ kWh/wp/Tahun} \\ &= 5,45630 \text{ kWh/wp/hari} \times 365 \\ &= 1991,04 \text{ kWh/wp/Tahun} \end{aligned}$$

$$\text{PR Tahunan} = \frac{\text{Total Energi Listrik yang dihasilkan}}{\text{Total Energi seharusnya dihasilkan}} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \text{PR (Tahunan)} &= \frac{1445,74 \text{ kWp /Wp/Tahun}}{1991,04 \text{ kWp /Wp/Tahun}} \\ \text{PR (Tahunan)} &= 0,726 \\ \text{PR Tahunan} &= 72,6\% [12] \end{aligned}$$

Sehingga PR Tahunan perkiraan untuk sistem Array 13 STA 25 adalah sekitar 72,6 %. Sebagai catatan data iradiasi matahari diambil dalam 1 hari [13]. Nilai *Performance Ratio* (PR) yang dihasilkan dari sistem PLTS Terapung 145 MWp Cirata ini dapat dilihat dengan simulasi menggunakan aplikasi Pvsyst. Parameter terkait seperti jenis PV Module, Inverter, SCB, Transformator, tilt angle, azimuth dan yang lainnya disesuaikan dengan nilai yang telah ditentukan. Gambar 6 merupakan PV characteristics berdasarkan PVSyst.

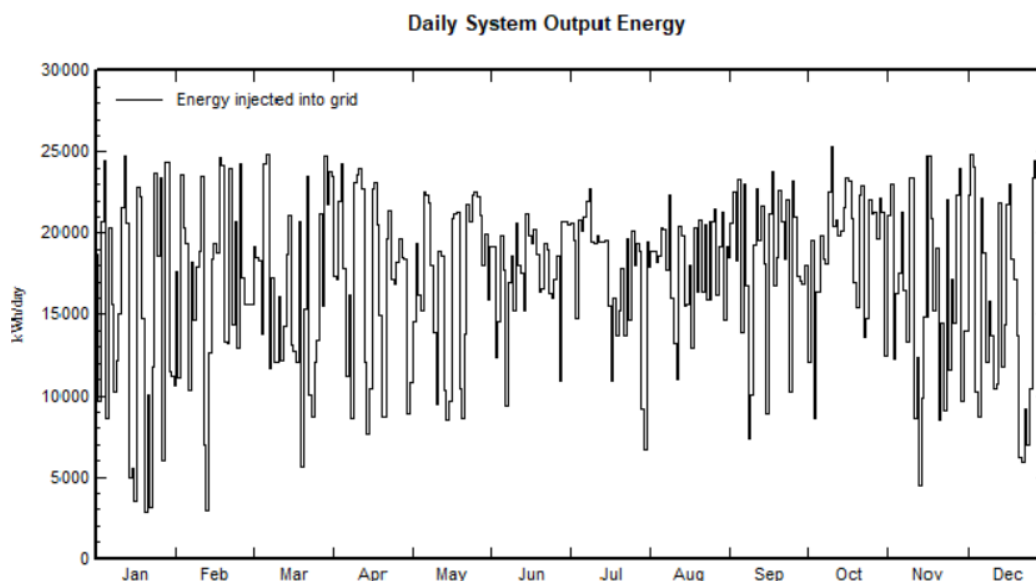
PV Array Characteristics			
<b>PV module</b>		<b>Inverter</b>	
Manufacturer	Jinkosolar	Manufacturer	Sungrow
Model	JKM-560N-72HL4-BDV	Model	SG3400-HV-20
(Original Pvsyst database)		(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	560 Wp	Unit Nom. Power	3437 kWac
Number of PV modules	6960 units	Number of inverters	1 unit
Nominal (STC)	3898 kWp	Total power	3437 kWac
Modules	240 Strings x 29 In series	Operating voltage	875-1300 V
<b>At operating cond. (50°C)</b>		Max. power (=>25°C)	3593 kWac
Pmpp	3604 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.13
U mpp	1119 V	Power sharing within this inverter	
I mpp	3221 A		
<b>Total PV power</b>		<b>Total inverter power</b>	
Nominal (STC)	3898 kWp	Total power	3437 kWac
Total	6960 modules	Max. power	3593 kWac
Module area	17979 m <sup>2</sup>	Number of inverters	1 unit
		Pnom ratio	1.13

Gambar 6. PV Characteristics Berdasarkan Pvsyst [14]

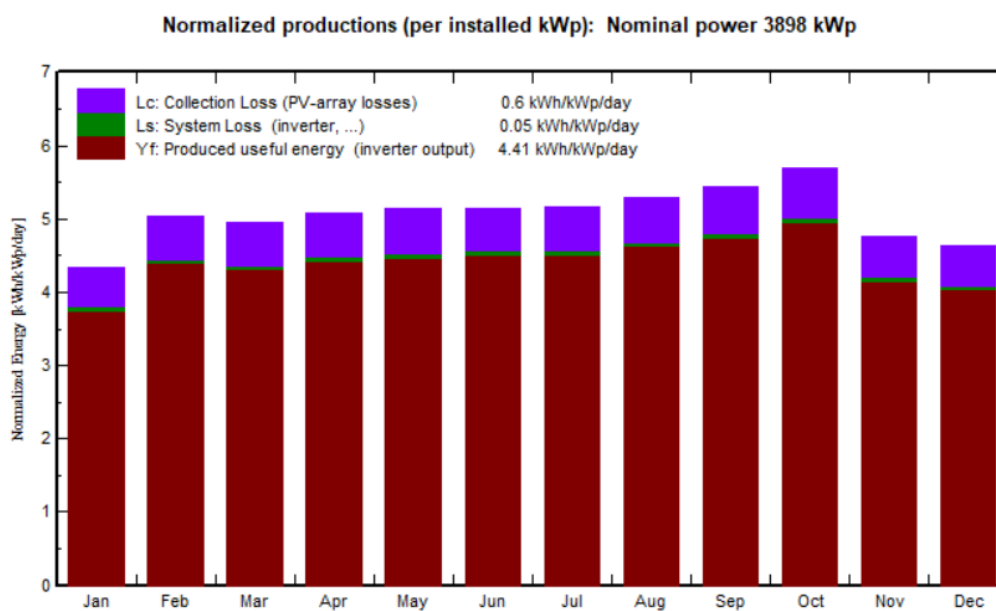
Pada Gambar 6 Sistem PV ini menggunakan modul Jinkosolar JKM560-72HL4-BDV dengan total 6960 modul, menghasilkan daya nominal 3689 kWp dan daya maksimal 3064 kWp pada kondisi operasi 50°C. Modul ini terhubung ke satu unit inverter Sungrow SG3400HV – 20 dengan daya nominal 3437 kWac dan maksimal 3639 kWac pada 25°C. Inverter beroperasi pada tegangan 875-1300 V dengan rasio promosi 1.13, memastikan

konversi daya yang efisien dan andal ke jaringan listrik.

Gambar 7 memperlihatkan hasil produksi energi harian dari Panel Surya. Gambar grafik di atas ini menggambarkan fluktuasi energi seiring dengan perubahan cuaca yang terjadi setiap bulannya, yang memengaruhi jumlah kWh/day yang dihasilkan oleh Panel Surya.[15].



Gambar 7. Energi Output Berdasarkan Pvsyst



**Gambar 8.** Normalized Production Berdasarkan PVSystem

Pada Gambar 8 dapat dilihat variabel standar hasil dari kinerja Sistem Panel Surya On-Grid dimana dapat diketahui :

- Lc : Rugi rugi pada PV Array sebesar 0.6 kWh/kWp/day
- Ls : Rugi rugi pada Sistem PLTS sebesar 0.05 kWh/kWp/day
- Yf : Energi yang disuplai/ Inverter Output sebesar 4.41 kWh/kWp

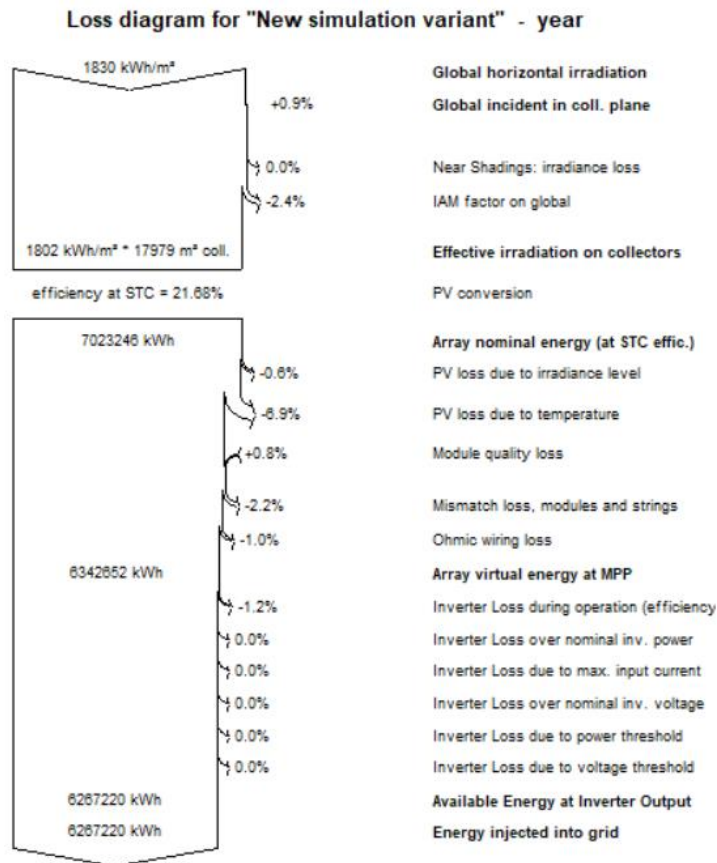
*Performance Ratio* (PR) didefinisikan sebagai perbandingan antara energi listrik AC yang dihasilkan oleh pembangkit dengan estimasi teoritis energi listrik yang dihasilkan oleh pembangkit tersebut jika modul mengonversi radiasi matahari yang diterima menjadi energi listrik sesuai dengan kapasitas pembangkitnya. Hasil simulasi menunjukkan bahwa *Performance Ratio* (PR) pada PLTS tersebut sebesar 0.871.[16].

Hasil output daya panel Surya selama satu tahun yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 2 dan terlihat dengan Iradiasi Horizon Global dalam satu tahun sebesar 1829.9 kWh/m<sup>2</sup>. Iradiasi efektif Global tahunan adalah 1802.0 kWh/m<sup>2</sup>. Energi listrik yang dihasilkan oleh Panel Surya adalah 6342.5 kWh/tahun dan Energi listrik yang dikirimkan ke grid selama setahun sebesar 6267.2 kWh/tahun. Untuk suhu lingkungan selama setahun sebesar 22.94°C.[17].

Dari lokasi sistem PLTS tersebut, ditemukan bahwa potensi energi Matahari mencapai 1852 kWh/m<sup>2</sup>. Dengan efisiensi panel surya pada kondisi STC sebesar 21.68%, kerugian utama dalam sistem panel surya ini adalah kerugian temperatur sebesar 6.9%. Informasi tentang kerugian lainnya dapat dilihat dalam Gambar 9[18].

**Tabel 2.** Energi yang dihasilkan setahun

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray kWh	E_Grid kWh	PR ratio
January	137.7	72.18	22.41	134.3	130.5	459443	453615	0.866
February	142.6	80.08	22.17	140.9	137.2	484918	479228	0.873
March	153.0	83.07	22.94	153.5	149.8	526714	520401	0.870
April	149.6	76.31	23.11	152.6	148.9	523954	517846	0.871
May	153.2	67.15	23.67	159.2	155.4	545984	539514	0.870
June	147.5	65.16	22.99	154.3	151.0	533205	526879	0.876
July	153.5	65.98	22.75	159.9	156.7	552372	545715	0.875
August	159.8	81.46	23.03	164.1	160.7	565959	559333	0.874
September	161.8	80.89	22.98	163.5	159.8	560592	554108	0.870
October	178.0	92.73	23.57	176.8	173.1	604965	598040	0.868
November	145.8	85.20	22.83	142.9	139.1	491462	485576	0.872
December	147.5	80.82	22.80	143.7	139.8	492981	486963	0.870
Year	1829.9	931.02	22.94	1845.7	1802.0	6342550	6267220	0.871



**Gambar 9.** Loss Diagram Berdasarkan PVSyst [18]

#### 4. Simpulan

Sistem Array 13 pada PLTS Terapung merupakan sistem *on-grid* yang terhubung ke *grid* 150 kV Gardu Induk Cirata. Sistem ini menggunakan teknologi panel surya pada sis-

tem ini menggunakan jenis Bifacial Silikon Monocrystalin dengan kapasitas 560 Wp/ Panel Surya dan total modul PV sebanyak 6960 pcs, Central Inverter dengan kapasitas 3437 kW<sub>ac</sub> dan Transformator dengan kapasitas 6.874 kVA.



Berdasarkan perhitungan array 13 STA 25, diperoleh energi listrik sebesar 8256.2 kWh sementara hasil simulasi PVSyst menunjukkan energi listrik sebesar 6242.5 kWh. *Performance Ratio* (PR) Tahunan pada sistem dengan perhitungan manual sebesar 72,6%. Sedangkan PR Tahunan dengan menggunakan simulasi PVSyst didapatkan sebesar 87,01 %. Sehingga dari perbandingan kedua perhitungan memiliki perbedaan yang cukup jauh, namun dengan nilai *Performance Ratio* (PR) yang didapat pada Array 13 dapat dikatakan layak secara sistem karena nilai PRnya berkisar 70-90% berdasarkan IEC 61724-1:2017.

## Daftar Pustaka

- [1] N. Sartika, A. N. R. Fajri, and L. Kamelia, "Perancangan Dan Simulasi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Atap Pada Masjid Jami' Al-Muhajirin Bekasi," *Transmisi: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 25, no. 1, pp. 1–9, 2023, doi: 10.14710/transmisi.25.1.1-9.
- [2] A. G. Hutajulu, M. RT Siregar, and M. P. Pambudi, "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) on Grid Di Ecopark Ancol," *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, vol. 22, no. 1, p. 23, 2020, doi: 10.24912/tesla.v22i1.7333.
- [3] F. Husnayain, "Analisis rancang bangun PLTS ON-Grid hibrid baterai dengan PVSYST pada kantin teknik FTUI," *ELECTRICES*, vol. 2, no. 1, pp. 21–29, Apr. 2020, doi: 10.32722/ees.v2i1.2846.
- [4] K. K. Wajib, "MENGUNAKAN HELIOSCOPE DI PT . PEMBANGKITAN JAWA-BALI," 2022.
- [5] D. Liestyowati, I. Rachman, E. Firmansyah, and Mujiburrohman, "Rancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Berkapasitas 100 WP dengan Inverter 1000 Watt," *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 1, no. 5, pp. 623–634, Oct. 2022, doi: 10.55123/insologi.v1i5.1027.
- [6] A. Dani and D. Erivianto, "Studi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off Grid Skala Rumah Tangga pada Daerah Bagan Deli Menggunakan Pvsyst," *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, vol. 3, no. 9, pp. 961–972, 2022, doi: 10.36418/jist.v3i9.496.
- [7] P. K. P. Simamora and I. Krisnaldi, "PERANCANGAN AWAL SISTEM MOORING UNTUK PLTS TERAPUNG BERKAPASITAS 1 MWp DI WADUK JATIGEDE, JAWA BARAT," *Tekniklepasantai.Itb.Ac.Id*, pp. 1–18, 2025, [Online]. Available: <https://teknikleaspantai.itb.ac.id/wp-content/uploads/sites/441/2021/11/Abstrak-Panjang-Pandu-Kristian-P-S-15517046.pdf>
- [8] Karuniawan Eriko Arvin, Sugiono Friska Ayu Fitriani, Larasati Pangestuningtyas Diah, and Pramurti Adeguna Ridlo, "Analisis Potensi Daya Listrik PLTS Atap di Gedung Direktorat Politeknik Negeri Semarang Dengan Perangkat Lunak PVSYST," *Journal of Energy and Electrical Engineering (Jeee)*, vol. 4, no. 2, pp. 75–80, 2023.
- [9] A. Nugroho Tri Santosa, S. Hani, G. Santoso, F. Teknologi Industri, I. Sains, and T. AKPRIND Yogyakarta, "PERANCANGAN SISTEM PLTS OFF-GRID KAPASITAS 100 WP SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF CHARGING 220 V DI DAERAH TERDAMPAK BENCANA SEMERU," 2022.
- [10] A. Mansur, "ANALISA KINERJA PLTS ON GRID 50 KWP AKIBAT EFEK BAYANGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE PVSYST," *Transmisi*, vol. 23, no. 1, pp. 28–33, Jan. 2021, doi: 10.14710/transmisi.23.1.28-33.
- [11] S. Akbar, "Rancang Bangun Sistem Mini Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Portable," 2021.
- [12] R. Rezky Ramadhana, M. M. Iqbal, A. Hafid, and J. Teknik Elektro, "ANALISIS PLTS ON GRID," vol. 14, no. 1, 2022.
- [13] T. J. Pramono, E. Erlina, Z. Arifin, and J. Saragih, "Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Gedung Bertingkat," *Kilat*, vol. 9, no. 1, pp. 115–124, 2020, doi: 10.33322/kilat.v9i1.888.
- [14] N. Sartika, A. N. R. Fajri, and L. Kamelia, "PERANCANGAN DAN SIMULASI SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA

(PLTS) ATAP PADA MASJID JAMI' AL-MUHAJIRIN BEKASI," *Transmisi: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 25, no. 1, pp. 1-9, Feb. 2023, doi: 10.14710/transmisi.25.1.1-9.

- [15] J. Waluyo *et al.*, "PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) PEMBASMI SERANGGA PADA TANAMAN BAWANG MERAH DI KABUPATEN BREBES."
- [16] A. W. Hasanah, "Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off Grid 6,4 KWp Untuk 1 Unit Rumah Tinggal," *ENERGI & KELISTRIKAN*, vol. 13, no. 1, pp. 20-25, Jun. 2021, doi: 10.33322/energi.v13i1.965.
- [17] P. Kantor Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Penelitian Dan, A. Ardiansyah, I. Nyoman Setiawan, and I. Wayan Sukerayasa, "PERANCANGAN PLTS ATAP ON GRID SYSTEM PENGEMBANGAN KOTA PROBOLINGGO," 2021.
- [18] A. Wasri Hasanah, T. Koerniawan, T. Elektro, and S. Tinggi Teknik -PLN, "KAJIAN

KUALITAS DAYA LISTRIK PLTS SISTEM OFF-GRID DI STT-PLN," *JURNAL ENERGI & KELISTRIKAN*, vol. 10, no. 2, 2018.

Keterangan:

Eyield : Energi rata-rata PLTS (Wh)  
N : Total array PLTS  
Htilt : Radiasi matahari  
PSH : Peak Sun Hours (kWh/m<sup>2</sup>)