

Analisis Pengaruh Iradiasi Matahari dan Suhu Permukaan terhadap Kinerja Panel Surya pada String Inverter 9 PLTS 1 MWp Batam

Syarifah Fadia Viranika¹, Suwadi Nanra²

Politeknik Negeri Batam¹, Universitas Batam²

Email: syarifahfadiaviranika2208@gmail.com¹

Abstrak

Unit PLTS 1 MWp Batam di Tanjung Uma sudah beroperasi selama 1 tahun sejak pasca COD (*Commercial Operating Date*) pada tanggal 15 Desember 2022. Selama masa operasi berjalan kurang adanya maintenance secara berkala, yang mengakibatkan penurunan efisiensi terhadap kinerja PLTS itu sendiri. Penurunan Efisiensi tersebut berdampak terhadap penyerapan energi oleh *PV Module* sehingga energi yang dihasilkan menurun. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengamati pengaruh iradiasi matahari, suhu permukaan dan penurunan *performance ratio* dari *PV module string* inverter 9 PLTS 1 MWp Batam. Teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu dengan mengumpulkan data pada periode September sebelum dilakukan maintenance dengan membandingkan data Oktober setelah dilakukan maintenance secara berkala. Berdasarkan dari data *performance ratio* yang diambil pada bulan September hasil rata rata *performance ratio* sebesar 77% dan data *performance ratio* Oktober sebesar 79%. Dari penelitian ini menunjukkan hasil kenaikan *performance ratio* sebesar 2% diakibatkan *maintenance* secara berkala serta pengaruh iradiasi matahari dan suhu permukaan.

Kata kunci: *Iradiasi, Matahari, PV Module, PLTS*

Abstract

The 1 MWp Batam PLTS unit in Tanjung Uma has been operating for approximately one year since post COD (Commercial Operating Date) on December 15 2022. During the operational period there was a lack of regular maintenance, which resulted in a decrease (Derating) of efficiency in the performance of the PLTS itself. This decrease in efficiency has an impact on energy absorption by the PV Module so that the energy produced decreases. This research was carried out with the aim of observing the effect of solar irradiation, surface temperature and the resulting decrease in performance ratio of the PV module string inverter 9 PLTS 1 MWp Batam. The data collection technique used is to collect data in the September period before maintenance is carried out by comparing October data after regular maintenance is carried out. Based on performance ratio data taken in September, the average performance ratio was 77% and performance ratio data in October was 79%. This research shows the results of an increase in performance ratio of 2% due to regular maintenance as well as the influence of solar irradiation and the influence of surface temperature.

Keywords: *Irradiation, Sun, PV Module, PLT*

Pendahuluan

Kebutuhan energi yang semakin meningkat merupakan suatu tantangan pada zaman sekarang ini (Sinaga et al., 2021). Menipisnya sumber energi menyebabkan terjadinya pergeseran dari penggunaan sumber energi tak terbarukan menuju energi terbarukan

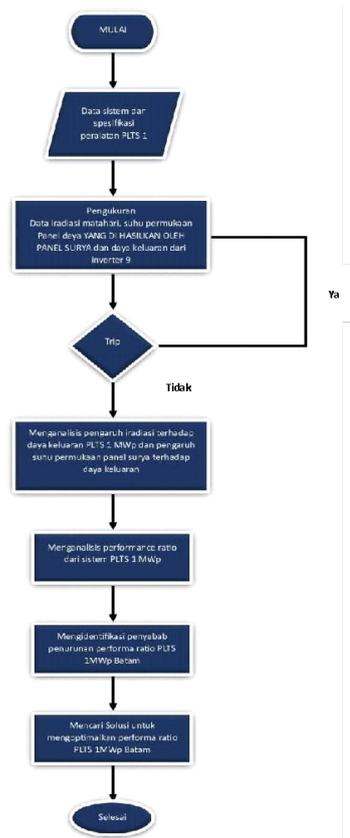
(Manan, 2009; Purwoto et al., 2018). Hal ini menyebabkan perlunya pengembangan energi listrik tenaga surya. Energi surya merupakan sumber daya alam yang tak terbatas dan ramah lingkungan, yang telah menjadi solusi penting dalam upaya mengurangi ketergantungan pada sumber energi konvensional berbasis fosil (Sharma & Chandel, 2013; Yuliananda et al., 2015). Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) adalah salah satu teknologi yang memanfaatkan sinar matahari untuk menghasilkan listrik, yang telah berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir (Artiningrum & Havianto, 2019; Nugraha, 2020). Dalam era perubahan iklim ini, PLTS menjadi solusi penting dalam mencapai tujuan pengurangan emisi karbon global dan mendukung transisi menuju energi bersih (Suwanti & Prasetyo, 2018). Kinerja PLTS sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya ialah iradiasi matahari (tingkat radiasi matahari yang diterima oleh panel surya) dan suhu permukaan panel surya (Makkulau et al., 2021; Suwanti & Prasetyo, 2018). Tingkat iradiasi matahari bervariasi sepanjang hari dan musim, sementara suhu permukaan panel surya berfluktuasi akibat kondisi cuaca, penggunaan energi, desain system serta Pengaruh debu juga berperan penting dalam kinerja modul (Hakim, 2015; Sukandarrumidi et al., 2015; Vries et al., 2011). Oleh karena itu, pemahaman yang cermat tentang pengaruh iradiasi matahari dan suhu panel surya terhadap daya keluaran PLTS menjadi sangat penting dalam mengoperasikan dan mengoptimalkan sistem PLTS (Setyawan, 2022).

Penelitian ini bertujuan menjelaskan hasil penelitian yang berdasarkan data pengukuran iradiasi matahari dan suhu permukaan panel surya selama periode waktu tertentu. Melalui analisis data yang mendalam, kami akan mengeksplorasi hubungan antara faktor-faktor tersebut dan daya keluaran PLTS. Temuan-temuan ini diharapkan dapat memberikan panduan berharga bagi PT PLN PEB dalam upaya meningkatkan efisiensi dan kinerja PLTS dalam berbagai kondisi lingkungan.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan data dari sistem dan juga melakukan wawancara terhadap teknisi yang bersangkutan (Creswell, 2021). Membandingkan data iradiasi matahari dan suhu permukaan terhadap energi yang dihasilkan pada waktu yang ditentukan (Pahlevi, 2014). Serta menghitung performance ratio yang dihasilkan pada periode September dan Oktober. Berikut ini adalah gambar Flowchart yang digunakan dalam penelitian.

Analisis Pengaruh Iradiasi Matahari dan Suhu Permukaan terhadap Kinerja Panel Surya pada String Inverter 9 PLTS 1 MWp Batam



Gambar 1. Alur Penelitian

Alur penelitian ini meliputi

- 1) Pengumpulan data sistem dan spesifikasi alat PLTS 1 MWp Batam yang diperoleh dari sistem maupun wawancara langsung dengan teknisi yang bersangkutan
- 2) Melakukan pengukuran data iradiasi matahari, suhu permukaan *PV module* menggunakan *thermal gun* dan melihat energi atau daya yang dihasilkan oleh *Pv module* pada *string inverter 9*
- 3) Apabila terjadi trip maka pengukuran dilakukan di hari berikutnya apabila tidak terjadi trip maka penelitian dilanjutkan
- 4) Menganalisis pengaruh iradiasi dan suhu permukaan *PV Module* terhadap energi yang dihasilkan pada waktu penelitian.
- 5) Mengidentifikasi penyebab penurunan *performance ratio* dari segi teknis maupun kondisi alam dengan melakukan perhitungan *performance ratio* dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Performa} = \frac{\text{Energi} \times 1000}{\text{Irradiasi} \times \text{Luas Panel} \times \text{Jumlah Panel} \times \text{efisiensi Panel}} \times 100 \quad (1)$$

- 1) Mencari solusi untuk mengoptimalkan *performance ratio* pada PLTS 1 MWp Tanjung Uma agar kinerja PLTS maksimal.



Gambar 2. Lokasi Penelitian

Hasil dan Pembahasan
Style Guidelines and Topics

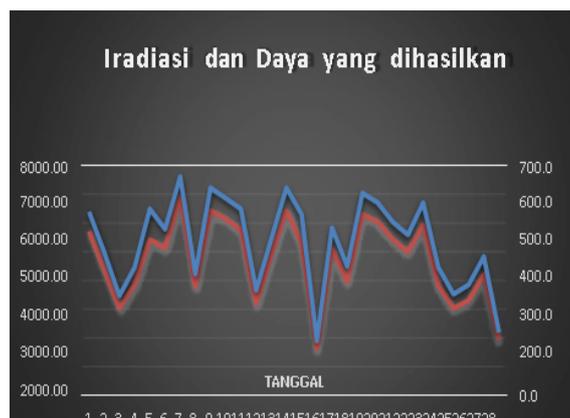
Pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pengukuran data September sebelum dilakukan maintenance dan Oktober setelah dilakukan maintenance rutin dengan menghasilkan data grafik sebagai berikut.

- 1) Pengaruh iradiasi matahari terhadap kinerja PLTS 1 MWp Batam

Tabel 1. Iradiasi dan daya Oktober
OKTOBER

Tanggal	Daya Keluaran Maksimum	Total Energi yang Dihasilkan	Iradiasi	Maksimum	Akumulasi Iradiasi Harian
	KW Waktu	KWh	W/m2	Waktu	Wh/m2
1 Okt	106.10 12:10	557.8	1099	12:10	5687.35
2 Okt	99.59 11:40	566.2	1008	11:05	5389.65
4 Okt	105.56 11:50	388.0	1056	11:00	3842.22
3 Okt	90.92 10:05	301.8	910	10:05	3008.06
5 Okt	110.14 11:15	434.9	1201	10:45	4342.13
6 Okt	100.90 13:30	504.9	1003	13:30	5103.72
7 Okt	106.87 11:05	664.7	1145	11:45	6891.31
8 Okt	98.02 10:35	318.3	975	10:35	3179.11
9 Okt	91.37 12:20	566.5	963	12:15	5728.68
10 Okt	102.09 11:05	630.7	1063	11:30	6409.01
11 Okt	102.09 11:05	630.7	1063	11:30	6409.01
12 Okt	106.96 12:25	475.8	1075	12:25	4847.62
13 Okt	103.36 12:00	599.0	1063	12:25	6117.55
14 Okt	109.52 10:50	368.1	1099	11:20	3759.60
15 Okt	107.01 11:40	550.0	1091	11:40	5257.37
16 Okt	97.01 9:40	164.6	939	9:40	1598.84
17 Okt	102.11 12:35	508.7	1063	12:25	5070.14
18 Okt	103.81 11:15	391.9	1070	11:15	3932.17
19 Okt	97.12 11:25	614.4	988	11:55	6267.09
20 Okt	110.03 11:10	586.0	1127	10:50	6030.61
21 Okt	109.90 13:10	526.6	1184	13:10	5421.20
22 Okt	99.41 11:30	335.1	84	12:40	3284.83
23 Okt	110.03 10:40	306.5	1233	10:40	3006.78
24 Okt	109.90 11:55	388.2	1359	11:55	3809.51
25 Okt	93.82 10:30	420.5	951	10:30	4184.37
26 Okt	102.08 9:55	190.0	1040	9:55	1916.79
27 Okt	107.38 12:35	585.0	1109	12:35	5906.82
28 Okt	103.25 11:55	487.3	1082	11:55	4974.40

Analisis Pengaruh Iradiasi Matahari dan Suhu Permukaan terhadap Kinerja Panel Surya pada String Inverter 9 PLTS 1 MWp Batam



Gambar 3. grafik Iradiasi dan Daya Oktober

Dari gambar grafik 3 diatas terdapat akumulasi iradiasi harian dan total energi yang dihasilkan, terlihat bahwa semakin tinggi iradiasi maka semakin tinggi juga total energi yang dihasilkan (Manan, 2009). Tetapi data tersebut tidak selalu sesuai, karena terdapat di table 1 bahwa di tanggal 1 Oktober dan 09 Oktober terdapat ketidakselarasan dengan pernyataan yang seharusnya karena di tanggal 1 Oktober akumulasi iradiasi hariannya 5687,35 Wh/m² sedangkan di tanggal 09 Oktober iradiasi hariannya 5728,68 yang seharusnya di tanggal 09 Oktober daya keluarannya harus lebih besar dibandingkan tanggal 1 Oktober tetapi aktualnya berbanding terbalik sehingga dapat disimpulkan bahwa pengaruh iradiasi terhadap daya keluaran tidak hanya dari iradiasi itu sendiri tetapi ada beberapa faktor yang mempengaruhi contohnya faktor *soiling* yang memungkinkan terjadinya penurunan performa.

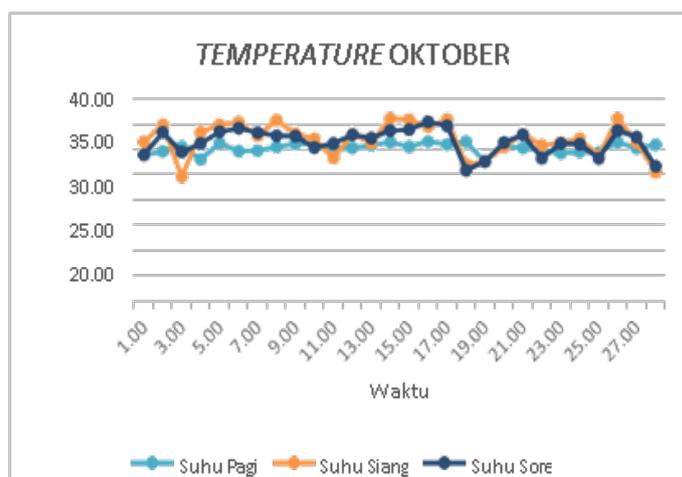
2) Pengaruh suhu permukaan terhadap kinerja PLTS

Tabel 2. Daya Dan Suhu Oktober

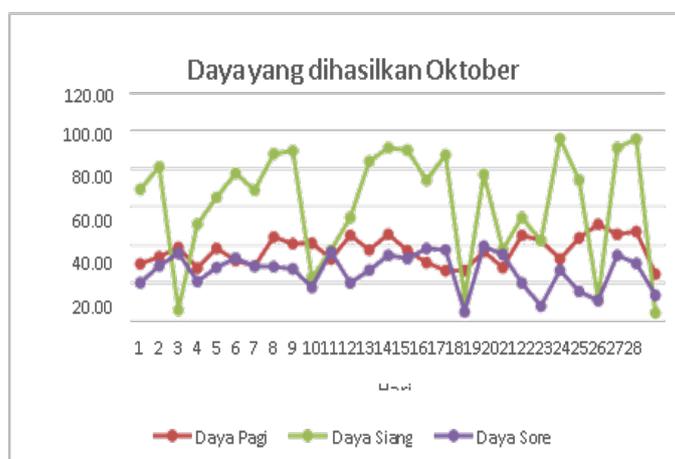
Daya dan Suhu Oktober						
Tanggal	Daya Pagi	Daya Siang	Daya Sore	Suhu Pagi	Suhu Siang	Suhu Sore
01-Okt	30.04	69.25	20.14	28.97	31.54	28.95
02-Okt	33.77	80.94	29.03	29.64	34.94	33.43
03-Okt	38.70	5.83	35.62	30.56	24.59	29.49
04-Okt	27.82	50.87	20.86	28.02	33.44	31.19
05-Okt	38.18	64.87	28.20	30.20	34.92	33.55
06-Okt	31.78	77.63	33.04	29.68	35.43	34.26
07-Okt	28.92	68.72	28.80	29.76	32.76	33.42
08-Okt	44.21	87.76	28.63	30.53	35.84	32.79
09-Okt	40.62	89.40	27.51	31.17	33.14	32.66
10-Okt	40.95	22.86	17.75	31.08	32.10	30.38
11-Okt	32.63	37.28	36.33	30.05	28.33	31.23
12-Okt	45.04	54.41	20.01	30.31	33.07	32.95
13-Okt	37.39	83.84	26.75	30.86	31.35	32.30
14-Okt	45.59	90.95	34.60	31.48	36.24	33.78
15-Okt	37.05	89.76	32.80	30.57	35.93	33.98
16-Okt	30.78	73.98	38.06	31.64	34.57	35.57
17-Okt	26.60	87.14	37.44	31.00	36.04	34.69
18-Okt	26.61	11.69	4.87	31.55	27.03	25.83
19-Okt	36.63	76.97	39.32	27.60	27.60	27.60
20-Okt	28.20	37.62	34.94	30.59	30.51	31.44

Daya dan Suhu Oktober						
Tanggal	Daya Pagi	Daya Siang	Daya Sore	Suhu Pagi	Suhu Siang	Suhu Sore
21-Okt	45.04	54.41	20.01	30.31	33.07	32.95
22-Okt	42.34	42.23	7.91	29.80	30.81	28.26
23-Okt	32.61	95.76	26.83	29.26	31.39	31.26
24-Okt	43.72	74.09	15.66	29.54	32.18	31.05
25-Okt	50.76	11.83	10.71	29.40	28.71	28.22
26-Okt	45.59	90.95	34.60	31.48	36.24	33.78
27-Okt	47.08	95.49	30.32	30.28	31.49	32.52
28-Okt	24.72	4.33	13.65	30.96	25.48	26.70

Dari tabel diatas menjelaskan bahwa Semakin tinggi *ambient temperature* atau suhu permukaan di sekitar module maka akan semakin tinggi pula daya yang dihasilkan. Kinerja yang diperhitungkan dalam pengamatan ini adalah rata rata daya setiap waktu yang ditentukan pada inverter 9 PLTS 1 MWp Batam. Hasil pengukuran temperature harian dan total energi yang dihasilkan pada waktu pagi dalam rentang 7.00-9.00 wib , siang 11.00-13.00 wib dan sore 15.00-17.00 perhari periode oktober 2023 dapat dilihat pada table 2 dan gambar 4



Gambar 4. Grafik Temperature Oktober



Gambar 5. Grafik Daya Oktober

Analisis Pengaruh Iradiasi Matahari dan Suhu Permukaan terhadap Kinerja Panel Surya pada String Inverter 9 PLTS 1 MWp Batam

Dari tabel diatas menjelaskan bahwa Semakin tinggi *ambient temperature* di sekitar module maka akan semakin tinggi pula daya yang dihasilkan. Akan tetapi hal tersebut tidak dapat di pastikan karna suhu ambient di sekitar module juga memiliki Batasan maximal atau *NOCT* yaitu 45 C sesuai dari data spesifikasi *PV Module*, hal ini menjadi perhatian karna apabila suhu *ambient module* mencapai maksimal maka akan terjadinya *dearating* atau penurunan daya, dari data diatas dapat dilihat bahwa suhu permukaan module di pagi hari paling tinggi di angka 31,64 dengan menghasilkan daya sebesar 30.78 wh/m² ditanggal 16 Oktober, suhu tertinggi di siang hari 36.24 C dimana menghasilkan daya sebesar 90.95 di tanggal 26 dan 14 Oktober, serta suhu permukaan *maximum* di sore hari sebesar 35,57 C dengan menghasilkan daya 30,78 wh/m² ditanggal 16 Oktober. Maka dapat disimpulkan bahwa data suhu permukaan dibulan oktober ini tidak berpengaruh terhadap kinerja panel surya karena dari data tersebut terlihat bahwa suhu ambient temperature tidak melewati batas *maximal* atau *NOCT*.

3) *Performance ratio* PLTS Tanjung Uma

Sub bab ini akan menjelaskan tentang perhitungan *performance ratio* kinerja *PV Module* di PLTS 1 MWp Batam. Dengan menggunakan rumus perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Performa} = \frac{\text{Energi} \times 1000}{\text{Irradiasi} \times \text{Luas Panel} \times \text{Jumlah Panel} \times \text{efisiensi Panel}} \times 100 \quad (1)$$

Energi : Total Energi yang dihasilkan Kwh Iradiasi, akumulasi Iradiasi harian wh/m²

Luas panel : Luas Permukaan 1 *PV Module* 1.983 m²

Jumlah panel : Jumlah *PV Module* di Inverter 9 (320)

Effisiensi Panel : Evisiensi *PV Module* berdasarkan spesifikasi (19,6%)

Contoh perhitungan di tanggal 1 Oktober dengan data tabel dibawah adalah sebagai berikut:

$$\text{PR} = \frac{\text{Energi} \times 1000}{\text{Irradiasi} \times \text{Luas Panel} \times \text{Jumlah Panel} \times \text{efisiensi Panel}} \times 100$$

$$\text{PR} = \frac{599 \text{ kWh} \times 1000}{6117.55 \frac{\text{wh}}{\text{m}^2} \times 1.983 \text{ m}^2 \times 320 \times 0,19667} \times 100$$

$$\begin{aligned} \text{PR} &= \frac{557.8 \text{ kWh} \times 1000}{5687.35 \frac{\text{wh}}{\text{m}^2} \times 1.983 \text{ m}^2 \times 320 \times 0,19667} \times 100 \\ &= 78.59 \% \end{aligned}$$

Dilihat dari perhitungan diatas bahwa *performance ratio* dapat dihitung melalui rumus dan spesifikasi alat yang sudah di tentukan. Hal tersebut dapat membantu dalam melihat turun dan naiknya performa atau kinerja module surya. Berikut adalah data tabel dan grafik *performance ratio* PLTS Tanjung Uma 1 MWp periode September dan Oktober yang telah dilakukan perhitungan.

Tabel 3. Data Periode September

September			
Tanggal	Total Energi yang Tanggal Dihasilkan	Akumulasi Iradiasi Harian	Performance Ratio Energi %
01-Sep	599.0	6117.55	78.46%
02-Sep	586.0	6030.61	77.86%
03-Sep	526.6	5421.20	77.84%
04-Sep	566.5	5728.68	79.24%
05-Sep	614.4	6267.09	78.56%
06-Sep	504.9	5103.72	79.27%
07-Sep	566.5	5728.68	79.24%
08-Sep	630.7	6409.01	78.86%
09-Sep	570.6	5860.61	78.02%
10-Sep	664.7	6891.31	77.29%
11-Sep	557.8	5687.35	78.59%
12-Sep	475.8	4847.62	78.65%
13-Sep	599.0	6117.55	78.46%
14-Sep	664.7	6891.31	77.29 %
15-Sep	614.4	6267.09	78.56 %
16-Sep	414.4	4390.35	75.64%
17-Sep	512.4	5430.64	75.61%
18-Sep	391.9	3932.17	79.86%
19-Sep	614.4	6267.09	78.56%
20-Sep	586.0	6030.61	77.86%
21-Sep	526.6	5421.20	77.84%
22-Sep	487.3	4974.40	78.50%
23-Sep	585.0	5906.82	79.36%
24-Sep	512.4	5430.64	75.61%
25-Sep	484.8	5267.90	73.74%
26-Sep	512.4	5430.64	75.61%
27-Sep	414.4	4390.35	75.64%
28-Sep	484.8	5267.90	73.74%

Tabel 4. Data Periode Oktober

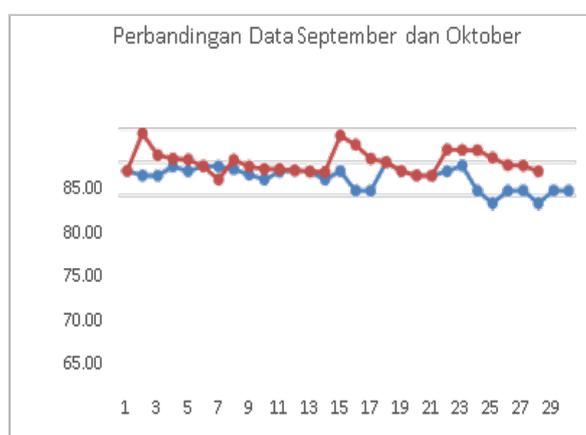
Oktober			
Tanggal	Total Energi yang dihasilkan	Akumulasi Iradiasi Harian	Performance Ratio Energi
	KWh	Wh/m2	%
1 Okt	557.8	5687.35	78.59
2 Okt	566.2	5389.65	84.18
3 Okt	388.0	3842.22	80.92
4 Okt	301.8	3008.06	80.40
5 Okt	434.9	4342.13	80.26
6 Okt	504.9	5103.72	79.27
7 Okt	664.7	6891.31	77.29
8 Okt	318.3	3179.11	80.23
9 Okt	566.5	5728.68	79.24
10 Okt	630.7	6409.01	78.86
11 Okt	630.7	6409.01	78.86
12 Okt	475.8	4847.62	78.65
13 Okt	599.0	6117.55	78.46
14 Okt	368.1	3759.60	78.46
15 Okt	550.0	5257.37	83.83
16 Okt	164.6	1598.84	82.50
17 Okt	508.7	5070.14	80.40

Analisis Pengaruh Iradiasi Matahari dan Suhu Permukaan terhadap Kinerja Panel Surya pada String Inverter 9 PLTS 1 MWp Batam

Oktober			
Tanggal	Total Energi yang dihasilkan	Akumulasi Iradiasi Harian	Performance Ratio Energi
	KWh	Wh/m ²	%
18 Okt	391.9	3932.17	79.86
19 Okt	614.4	6267.09	78.56
20 Okt	586.0	6030.61	77.86
21 Okt	526.6	5421.20	77.84
22 Okt	335.1	3284.83	81.75
23 Okt	306.5	3006.78	81.68
24 Okt	388.2	3809.51	81.66
25 Okt	420.5	4184.37	80.53
26 Okt	190.0	1916.79	79.43
27 Okt	585.0	5906.82	79.36
28 Okt	487.3	4974.40	78.50

4) Penyebab *performance ratio* turun

Berdasarkan hasil dari kinerja PLTS itu bergantung pada radiasi matahari, penyebab *performance ratio* turun juga disebabkan karena adanya hambatan radiasi matahari yg ditangkap oleh *PV module*, hambatan itu bisa dari kotoran seperti debu, kotoran burung dll, hal ini juga di pengaruhi oleh beberapa *factor* lain . Dari tabel 3.3.1 dan 3.3.2 dapat dilihat bahwa setelah melakukan pembersihan atau *maintenance* terhadap *PV Module* performa pada bulan September dan bulan Oktober tersebut ada peningkatan hal tersebut karena penelitian ini diperkirakan performa menurun karena kurangnya pembersihan pada *PV module* di bulan sebelumnya yaitu September dan pada 1 Oktober adalah awal mula pembersihan secara berkala atau rutin. Selain itu kita juga dapat melihat gambar grafik dari data tabel 3 dan 4 sebagai penunjang data dan penjelasan lebih rinci.



Gambar 6. Perbandingan performa September & Oktober

Dilihat dari gambar 6 terlihat jelas bahwa adanya peningkatan *performance ratio* energi di bulan Oktober dibandingkan di bulan September dengan performa paling tinggi 84.18 % di tanggal 2 Oktober sehari setelah pembersihan *PV Module*, hal ini mungkin bisa menjadi dasar dalam menentukan pembersihan atau *maintenance PV module* secara berkala, tetapi hal tersebut belum tentu menjadi dasar bahwa turunnya performa pada *PV Module* hanya karna penumpukan debu atau soiling bisa jadi karna *factor* lain baik teknis maupun non teknis, setelah di Analisa secara mendalam ternyata temperature lingkungan

juga mempengaruhi naik dan turunnya performa. Untuk perhitungan kenaikan persentase kita harus menghitung performa dari setiap bulannya atau bisa kita ambil dari jumlah total akumulasi dan total energi yang dihasilkan setiap bulannya dengan rumus *performance ratio* yaitu

$$PR = \frac{\text{total Energi} \times 1000}{\text{total akumulasi Irradiasi} \times \text{Luas Panel} \times \text{Jumlah Panel} \times \text{effisiensi Panel}} \times 100$$

$$PR = \frac{13062.2 \text{ kWh} \times 1000}{131.375.94 \frac{\text{Wh}}{\text{m}^2} \times 1.983 \text{ m}^2 \times 320 \times 0.19667} \times 100$$

$$PR = 79.6702\%$$

$$PR = \frac{\text{total Energi} \times 1000}{\text{total akumulasi Irradiasi} \times \text{Luas Panel} \times \text{Jumlah Panel} \times \text{effisiensi Panel}} \times 100$$

$$PR = \frac{15037.5 \text{ kWh} \times 1000}{155.152.14 \frac{\text{Wh}}{\text{m}^2} \times 1.983 \text{ m}^2 \times 320 \times 0.19667} \times 100$$

Performance Ratio = 77.662 %

Dengan hasil presentasi *Performance Ratio* Oktober – Performance Ratio September = 79.6702% - 77.662 % = 2.0073 %

Dari hasil perhitungan persentase diatas dapat disimpulkan bahwa ada kenaikan 2% dari *performance ratio* September dengan *performance ratio* Oktober pada Inverter 9, hal itu menunjukkan bahwa pembersihan pada *PV Module string* inverter 9 memberikan dampak terhadap kinerja PLTS pada *String* Inverter 9.

Solusi mengoptimalkan *performance ratio*

Solusi untuk mengoptimalkan *performance ratio* pada PLTS 1 MWp Tanjung Uma adalah dengan membersihkan atau melakukan *maintenance* pada *PV module* secara berkala karena dilihat dari data data terlampir bahwa pengaruh performa turun adalah akibat *soiling* atau penumpukan debu pada *PV module* oleh karena itu dapat dilakukan pembersihan terhadap *PV module* dengan waktu seminggu sekali sehingga dapatlah performa sesuai data berikut

Tabel 5. Solusi mengoptimalkan *performance ratio*

Tanggal	Daya Keluaran Maksimum		Total Energi yang Dihasilkan	Iradiasi Maksimum		Akumulasi Iradiasi Harian	Performance Ratio Energi	Performance Ratio Energi
	KW	Waktu		W/m2	Waktu			
1 Okt	106.10.00	12.10	557.8	1099	12.10	5687.35	78.59	78.59
2 Okt	110.14.00	11:15	434.9	1201	10:45	4342.13	80.26	80.26
3 Okt	90.92	10.05	301.8	910	10.05	3008.06	80.40	80.40
4 Okt	105.56.00	11:50	388.0	1056	11:00	3842.22	80.92	80.92
5 Okt	99.59.00	11:40	566.2	1008	11.05	5389.65	84.18	84.18
6 Okt	100.90	13:30	504.9	1003	13.30	5103.72	79.27	79.27
7 Okt	106.87	11.05	664.7	1145	11.45	6891.31	77.29	77.29
8 Okt	98.02.00	10.35	318.3	975	10:35	3179.11	80.23	80.23
9 Okt	109.52.00	10:50	368.1	1099	11:20	3759.60	78.46	78.46

Analisis Pengaruh Iradiasi Matahari dan Suhu Permukaan terhadap Kinerja Panel Surya
pada String Inverter 9 PLTS 1 MWp Batam

Tanggal	Daya Keluaran Maksimum		Total Energi yang Dihasilkan	Iradiasi Maksimum		Akumulasi Iradiasi Harian	Performance Ratio Energi	Performance Ratio Energi
10 Okt	102.09.00	11.05	630.7	1063	11.30	6409.01	78.86	78.86
11 Okt	91.37.00	12:20	566.5	963	12.15	5728.68	79.24	79.24
12 Okt	103.36.00	12:00	599.0	1063	12:25	6117.55	78.46	78.46
13 Okt	106.96	12.25	475.8	1075	12:25	4847.62	78.65	78.65
14 Okt	102.09.00	11.05	630.7	1063	11.30	6409.01	78.86	78.86
15 Okt	107.01.00	11.40	550.0	1091	11.40	5257.37	83.83	83.83
16 Okt	97.01.00	09.40	164.6	939	9:40	1598.84	82.50	82.50
17 Okt	102.11.00	12.35	508.7	1063	12:25	5070.14	80.40	80.40
18 Okt	103.81	11:15	391.9	1070	11.15	3932.17	79.86	79.86
19 Okt	97.12.00	11:25	614.4	988	11:55	6267.09	78.56	78.56
20 Okt	110.03.00	11.10	586.0	1127	10:50	6030.61	77.86	77.86
21 Okt	109.90	13:10	526.6	1184	13:10	5421.20	77.84	77.84
22 Okt	103.25.00	11:55	487.3	1082	11.55	4974.40	78.50	78.50
23 Okt	107.38.00	12:35	585.0	1109	12.35	5906.82	79.36	79.36
24 Okt	109.90	11:55	388.2	1359	11.55	3809.51	81.66	81.66
25 Okt	110.03.00	10.40	306.5	1233	10.40	3006.78	81.68	81.68
26 Okt	99.41.00	11:30	335.1	84	12:40	3284.83	81.75	81.75
27 Okt	93.82	10:30	420.5	951	10.30	4184.37	80.53	80.53
28 Okt	102.08.00	9:55	190.0	1040	9:55	1916.79	79.43	79.43

Sesuai dengan data diatas dapat dilihat bahwa ditanggal 7 Oktober 2023, 14 Oktober 2023, 21 Oktober 2023, dan 28 Oktober 2023 telah dilakukan *maintenance* atau pembersihan terhadap *PV Module* sehingga mencapai performa terbaik. Tetapi untuk ditanggal 9-10 Oktober performa tidak mencapai performa terbaik karena di pengaruhi oleh *factor* hujan dan mendung. dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa sebaiknya dilakukan pembersihan terhadap *PV Module* string inverter 9 PLTS 1 MWp Batam dilakukan setiap seminggu sekali sedangkan untuk menjaga temperature tetap stabil disarankan menanam tanaman hias yang tidak teralu tinggi sehigga tidak menutupi atau mengakibatkan bayangan (*Shading*) terhadap *PV Module* seperti tanaman cabai dan tomat dapat ditanam disekitaran *PV module* sehingga temperature lingkungan tidak terlalu tinggi dan performa yang dihasilkan sesuai yang diharapkan.

Kesimpulan

Dari analisa pengaruh iradiasi matahari dan suhu permukaan terhadap kinerja PLTS yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa: (1) Iradiasi matahari sangat berpengaruh pada kinerja PLTS 1 MWp Tanjung Uma, dilihat dari data data yang di tampilkan bahwa semakin tinggi irradiasi matahari maka semakin tinggi daya keluaran yang dihasilkan. (2) Suhu permukaan PV module tidak berpengaruh terhadap daya keluaran PLTS selama masih di bawah batas maximal atau NOCT yaitu < 45 C. selama masa penelitian suhu tidak pernah diatas 45 C, sehingga energi yang dianalisis tidak berpengaruh terhadap suhu karena masih di bawah ambang batas maximum. (3) *Performance Ratio* di PLTS Tanjung Uma 1 MWp sebelum dilakukan pembersihan di bulan September sebesar 77 % dan Oktober sebesar 79 % sehingga persentase kenaikan untuk kinerja pada *String Inverter* 9 sebesar 2%. (4) *Performance ratio* menurun dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya adalah penebalan debu (*soiling*) dan suhu disekitar *PV Module*. Tetapi tidak menutup kemungkinan bahwa ada penurunan *PV*

Module yang disebabkan oleh penurunan kinerja material, dilihat dari masa pakai 1 tahun mungkin sekali terjadinya degradasi oleh module itu sendiri, tetapi hal yang di tekankan pada Analisa ini adalah factor yang menyebabkan performa module itu menurun seperti pengaruh penyerapan cahaya yang tidak maximal dan suhu yg mempengaruhi performa module. Sehingga dapat disimpulkan penebelan debu karena kurangnya *maintenance* mempengaruhi performa dari sebuah module. (5) Mengatasi penurunan performa terhadap panel surya dapat diatasi dengan melakukan pembersihan dengan cara menyiramkan air dan di lap secara berkala atau pembersihan pada *PV Module* , Mengatasi suhu permukaan dan ambient temperature yang tinggi dapat diatasi dengan cara penanaman tumbuhan hias yang tidak telalu tinggi sehingga tidak terjadi *shading*, contohnya seperti tanaman tomat dan cabai

BIBLIOGRAFI

- Artiningrum, T., & Havianto, J. (2019). Meningkatkan Peran Energi Bersih Lewat Pemanfaatan Sinar Matahari. *Geoplanart*, 2(2).
- Creswell, J. W. (2021). *A concise introduction to mixed methods research*. SAGE publications.
- Hakim, A. R. (2015). Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik. *Universitas Brawijaya Malang*.
- Makkulau, A., Samsurizal, S., Fikri, M., & Christiono, C. (2021). Pengaruh Intensitas Matahari Terhadap Karakteristik Sel Surya Jenis Polycrystalline Menggunakan Regresi Linear. *KILAT*, 10(1). <https://doi.org/10.33322/kilat.v10i1.994>
- Manan, S. (2009). Energi Matahari, Sumber Energi Alternatif Yang Effisien, Handal Dan Ramah Lingkungan Di Indonesia. *Gema Teknologi*.
- Nugraha, I. M. A. (2020). Penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Sumber Energi Pada Kapal Nelayan: Suatu Kajian Literatur. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 4(2). <https://doi.org/10.46252/jsai-fpik-unipa.2020.vol.4.no.2.76>
- Purwoto, B. H., Jatmiko, J., Fadilah, M. A., & Huda, I. F. (2018). Efisiensi penggunaan panel surya sebagai sumber energi alternatif. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 18(1), 10–14.
- Pahlevi, R. (2014). Pengujian Karakteristik Panel Surya Berdasarkan Intensitas Tenaga Surya. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 85(1).
- Setyawan, F. A. (2022). Peningkatan Output Daya PLTS Menggunakan Sistem Tracker Dan Reflektor Cahaya Matahari. *JURNAL SURYA ENERGY*, 6(2). <https://doi.org/10.32502/jse.v6i2.3955>
- Sharma, V., & Chandel, S. S. (2013). Performance analysis of a 190 kWp grid interactive solar photovoltaic power plant in India. *Energy*, 55, 476–485.
- Sinaga, D. H., Sasue, R. R. O., & Hutahaean, H. D. (2021). Pemanfaatan Energi Terbarukan Dengan Menerapkan Smart Grid Sebagai Jaringan Listrik Masa Depan. *Journal Zetroem*, 3(1).
- Sukandarrumidi, Kolta, H. Z., & Wintolo, D. (2015). Energi Terbarukan, Konsep Dasar Menuju Kemandirian Energi. In *Gadjahmada University Press*.
- Suwarti, W., & Prasetyo, B. (2018). Analisis Pengaruh Intensitas Matahari, Suhu Permukaan & Sudut Pengarah Terhadap Kinerja Panel Surya. *Jurnal Teknik Energi*, 14(3), 78–85.
- Vries, P. de, Connors, M., & Jaliwala, R. (2011). ENERGI yang Terbarukan. *Buku*

Analisis Pengaruh Iradiasi Matahari dan Suhu Permukaan terhadap Kinerja Panel Surya pada String Inverter 9 PLTS 1 MWp Batam

Panduan Energi Terbarukan, 106.

Yuliananda, S., Sarya, G., & Hastijanti, R. A. R. (2015). Pengaruh perubahan intensitas matahari terhadap daya keluaran panel surya. *JPM17: Jurnal Pengabdian Masyarakat, 1*(02).

Copyright holder:

Syarifah Fadia Viranika, Suwadi Nanra (2024)

First publication right:

Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

This article is licensed under:

