

**ANALYSIS THE EFFECT OF SOLAR RADIATION ON THE
EFFICIENCY OF PV PLANT 50 KWP ROOFTOP UNPAM
VIKTOR**
**(ANALISA PENGARUH SOLAR RADIATION TERHADAP EFISIENSI
PLTS 50 KWP ROOFTOP UNPAM VIKTOR)**

Ojak Abdul Rozak¹, Rohmat Tri Mulyadi^{1*}, Hafidz Nurfadilah¹
¹Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang
Jl. Raya Puspitek, Buaran, Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15310,
Indonesia

*Corresponding author: rt.mulyadi18@gmail.com

ABSTRACT

The potential for solar energy in indonesia which is a tropical country is very large with an insolation of around 4.5 Kwh/m²/day. Solar energy in the form of radiation waves will affect the power generated by solar panels and the efficiency of solar panels in generating power. This study was conducted at PV plant pamulang university which has a total of 108 panels with 6 strings and 18 panels in each string. The data in this study were taken per string to see the difference of efficiency in each string. The main problem of this study is to find out how much power and efficiency generated by PV plant against solar radiation. The purpose of this study is to understand and analyze the effect of solar radiation on power and efficiency. The method used is a quantitative descriptive method using a seaward irradiance meter to measure the average daily radiation per string and isolarcloud software to retrieve data from the voltage and current per string. The data taken is then calculated using a formula and then described using tables. Study shows that heat from the weather will result in decreased efficiency and the results of the analysis for a day the average value of radiation is 544.19 w/m², the average power is 4227.79 watt and the resulting average efficiency is 18.57%.

Keyword: Analyze; Efficiency; PV Plant; Power; Solar Radiation

ABSTRAK

Potensi energi surya di indonesia yang merupakan negara tropis sangatlah besar dengan insolasi sekitar 4,5 Kwh/m²/hari. Energi surya yang berbentuk gelombang radiasi akan mempengaruhi daya yang dihasilkan panel surya dan besar efisiensi panel surya dalam menghasilkan daya. Penelitian ini dilakukan di PLTS universitas pamulang yang memiliki jumlah 108 panel dengan 6 string dan 18 panel di setiap stringnya. Data dalam penelitian ini diambil per-string untuk melihat perbedaan efisiensi di setiap string. Permasalahan utama penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar daya dan efisiensi yang dihasilkan oleh PLTS terhadap radiasi matahari. Tujuan dari penelitian yaitu memahami dan melakukan analisa pengaruh radiasi matahari terhadap daya dan efisiensi. Metode yang digunakan

adalah metode deskriptif kuantitatif dengan menggunakan alat seaward irradiance meter untuk mengukur radiasi ratahari per-string dan software isolarcloud untuk mengambil data dari tegangan dan arus per-string. Data yang diambil kemudian dihitung menggunakan rumus lalu dijabarkan menggunakan tabel.. Penelitian menunjukkan bahwa panas dari cuaca akan mengakibatkan efisiensi menurun dan hasil analisa selama sehari nilai rata-rata radiasi sebesar 544.19 w/m², rata-rata daya sebesar 4227.79 watt dan rata-rata efisiensi yang dihasilkan sebesar 18.57%.

Kata Kunci : Analisa; Daya; Efisiensi; PLTS; Radiasi Matahari

PENDAHULUAN

Perkembangan sumber energi Listrik terbarukan yang ramah lingkungan saat ini sudah memanfaatkan berbagai macam sumber daya. Kebutuhan dan minat dari sumber energi listrik ramah lingkungan di indonesia saat ini terus berkembang dan sudah banyak diantaranya sumber daya yang kurang ramah lingkungan dan tidak dapat diperbarui dan berkurangnya sumber daya untuk dimanfaatkan. maka dari itulah diperlukannya pemanfaatan sumber daya yang ramah lingkungan serta tersedia secara tak terbatas, salah satu contohnya sumber energi surya. (Juhana et al., 2022)

Cahaya matahari yang merupakan sumber energi terbesar yang bisa dimanfaatkan menggunakan alat yang dibuat dengan tujuan mengembangkan potensi kinerja pemanfaatan sumber energi matahari, yaitu panel surya yang nantinya disusun menjadi PLTS atau pembangkit listrik tenaga surya. PLTS pada dasarnya adalah sebuah rancangan dari berbagai alat yang berfungsi menyerap energi matahari dan mengubahnya menjadi energi listrik DC, Energi listrik ini kemudian bisa diubah menjadi energi listrik AC

menggunakan alat yang disebut dengan inverter. Listrik AC inilah yang nantinya bisa digunakan untuk keperluan Hari ke-hari. (Harahap, 2020)

Potensi radiasi energi matahari di indonesia yang merupakan wilayah negara tropis yang berada di garis khatulistiwa bisa terbilang sangat besar, dengan insolasi (radiasi yang menuju ke permukaan bumi) radiasi harian sebesar 4,5-4,8 kWh/m²/hari dan dengan lama penyinaran sekitar 8 jam/hari, namun karena biaya PLTS yang masih tergolong tinggi untuk rakyat sipil, maka bisa dibilang pemanfaatan sumber energi matahari di indonesia untuk saat ini masih belum optimal. Pemerintah indonesia berusaha untuk investasi dalam projek PLTS agar sumber energi matahari akan bisa menjadi substitusi energi alternatif dari sumber energi lainnya. (Widianto et al., 2019)

Energi yang dipancarkan melalui sinar matahari disebut radiasi matahari, energi matahari akan merambat dari matahari sampai ke permukaan bumi dalam bentuk pancaran gelombang radiasi melalui ruang hampa dengan jarak sekitar 1.5×10^{11} meter, radiasi yang menuju ke bumi akan melalui proses pembauran di atmosfer dengan keberadaan awan-

awan dan juga partikel-partikel, setelah melalui atmosfer radiasi akan sampai ke lahan bumi dan juga lautan air yang menyerap dan memantulkan radiasi matahari, penyerapan radiasi matahari inilah yang menyebabkan suhu temperatur bumi menaik. (Priatam, 2021)

Dalam spesifikasi panel surya ada parameter yang disebut dengan efisiensi panel surya, Efisiensi ini mengindikasikan seberapa besarnya energi matahari yang bisa dikonversikan menjadi energi listrik dalam satuan persen. Semakin besar efisiensi dalam spesifikasi panel surya maka semakin besar pula radiasi matahari yang berhasil dikonversikan menjadi energi listrik (Ristandi, 2021). Energi matahari dalam waktu yang akan datang bisa menjadi salah satu sumber energi yang penting bagi kehidupan dan kelistrikan dengan semakin berkembangnya teknologi panel surya. (Khilar et al., 2022)

Besarnya efisiensi bisa dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya : radiasi matahari yang diterima karena semakin besar radiasi matahari maka akan semakin besar juga panas dari temperatur menaik (Caturwati et al., 2020). Panas tersebut akan mengurari daya yang dihasilkan sehingga efisiensi juga menurun, dari cuaca lingkungan dan kemiringan panel surya serta arahnya.

Secara garis besar nilai efisiensi panel surya diperoleh dan dipengaruhi oleh beberapa satuan yang terdapat pada PLTS itu sendiri, diantaranya yaitu :

1. Daya Maksimum

Daya maksimum merupakan daya maksimal yang dihasilkan panel surya saat menerima radiasi matahari, Data dari daya maksimum dapat diperoleh dari perkalian antara tegangan maksimum dan arus maksimum dari modul panel surya. Persamaan dari Daya Maksimum ini bisa dihitung dengan rumus berikut :

$$P_{max} = V_{max} \times I_{max}$$

Dimana :

P_{max} = Daya Maksimum (Watt)

V_{max} = Tegangan Maksimum (Volt)

I_{max} = Arus Maksimum (Ampere)

2. Radiasi Matahari

Radiasi matahari yang menuju ke panel surya diambil dengan satuan W/m^2 . Radiasi matahari adalah faktor penting bagi panel surya untuk menghasilkan daya, Semakin besar radiasi yang diterima panel surya maka akan semakin besar pula daya yang dihasilkan. Data radiasi matahari dapat diperoleh menggunakan alat ukur seperti *pyranometer* atau *solar radiation meter*.

3. Luas Total Panel Surya

Luas panel surya menentukan seberapa besar ukuran lahan yang dibutuhkan untuk rangkaian panel surya yang akan beroperasi, .Luas panel surya ditentukan oleh parameter sebagai berikut :

$$A = Length \times Width \times \Sigma$$

A = Luas Total dari Modul Panel Surya (m^2)

Length = Panjang dari Panel Surya (m)

Width = Lebar dari Panel Surya (m)

Σ = Jumlah Panel Surya yang Disusun Seri

Setelah mendapatkan 3 parameter diatas maka efisiensi panel surya bisa didapat menggunakan rumus berikut :

$$\eta = \frac{P_{max}}{I_r \times A} \times 100\%$$

Dimana :

η = Efisiensi Modul Surya (%)

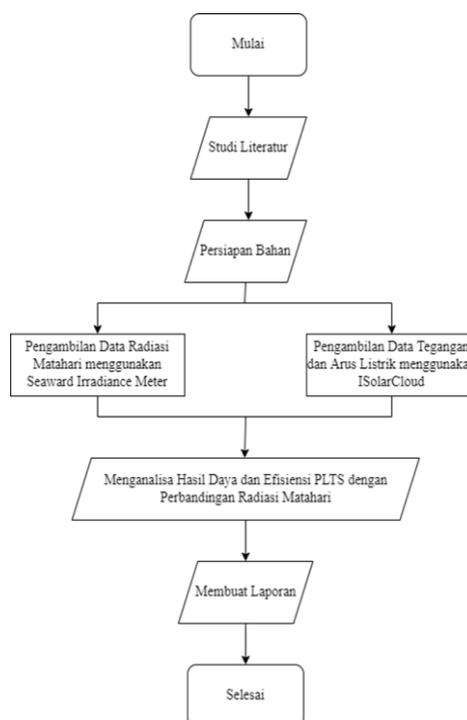
P_{max} = Daya Maksimum (Watt)

I_r = Intensitas Radiasi Matahari yang masuk Ke Modul Panel Surya (W/m^2)

A = Luas total dari area permukaan sel surya (m^2)

METODE PENELITIAN

Pengambilan data dilakukan mulai dari jam 09:00 s/d jam 15:00 WIB, pengambilan radiasi matahari dilakukan menggunakan *Seaward Solar Radiation Meter* langsung di panel surya per-stringnya. pengambilan data tegangan dan arus diambil dengan *monitoring* menggunakan *software* ISolarCloud



Gambar 1. *Flowchart* Penelitian Yang Dilakukan Dalam Melakukan Analisa Radiasi Matahari dan Efisiensi Panel Surya

Alat Penelitian

Seaward Solar Radiation Meter

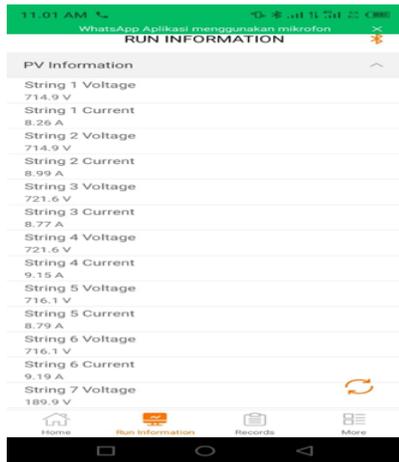


Gambar 2. Seaward Solar Radiation Meter

Batas rentang pengukuran insolasi dan resolusi 100 hingga 1250 W/m^2 . Sesuai dengan namanya alat ini berfungsi untuk mengukur radiasi matahari yang diterima oleh panel

surya, beberapa fitur pengukur jenis ini juga mempunyai fitur pengukur suhu panel surya dan kompas dengan jangkauan 0 hingga 360 derajat..(Al-Taani & Arabasi, 2018)

Software ISolarCloud



Gambar 3. Tampilan Dari Software ISolarCloud Yang Digunakan Untuk Memonitoring Data Daya Yang Dihasilkan

Terlihat fungsi dari software ini adalah agar bisa memonitoring data dari tegangan dan arus Per-String yang akan bisa diambil menjadi bahan penelitian

Bahan Penelitian

Canadian Solar CS3Y-485MS



Gambar 4. Panel surya digunakan untuk penelitian.

Tipe Monocrystalline dengan Seri CS3Y-485MS yang berarti panel surya ini memiliki spesifikasi 485 wattpeak. Berikut adalah spesifikasi detailnya :

Tabel 1 Spesifikasi Panel Surya

<i>Specifications</i>	<i>Value</i>
<i>Nominal Maximum Power (Pmax)</i>	485 W
<i>Optimum Operating Voltage (Vmp)</i>	44.4 V
<i>Optimum Operating Current (Imp)</i>	10.94 A
<i>Open Circuit Voltage (Voc)</i>	53.1 V
<i>Short Circuit Current (Isc)</i>	11.62 A
<i>Module Efficiency (%)</i>	20.6 %
<i>Operating Temperature</i>	42 ± 3°C
<i>Weight</i>	25.7 Kg
<i>Dimension</i>	2252 X 1048 X 35 mm
<i>Maximum System Voltage</i>	1000 V
<i>Maxium Series Fuse Rating</i>	20 A
<i>Cell-Type</i>	<i>Mono-crystalline</i>

Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlokasi di atap kampus universitas pamulang viktor, Tangerang selatan, Banten dengan koordinat 6°20'45.9"S 106°41'29.0"E. Objek PLTS berjumlah 108 panel dengan 6 string

yang masing-masing 18 panel dan diukur per-string.



Gambar 5. Lokasi Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menghitung Luas PLTS Per-String

Untuk menghitung efisiensi kita perlu mengetahui berapa luas permukaan modul surya yang disusun per-string tersebut dengan rumus :

$$A = \text{Length} \times \text{Width} \times \Sigma$$

$$2.25 \times 1.04 \times 18 = 42.12 \quad (1)$$

Jumlah total panel surya yang disusun seri per-string adalah 18 panel, maka dari itu jika kita memasukan panjang dan lebar sesuai dengan spesifikasi panel surya didapat total luas permukaan modul surya per-stringnya adalah 42.12 m²

Menghitung Daya Maksimum PLTS

Dengan menggunakan rumus kita bisa mengambil contoh perhitungan daya yang ada di Tabel 2 dibawah pada String 1 :

$$P_{max} = V_{max} \times I_{max}$$

$$732.3 \times 7.52 = 5506.90 \quad (2)$$

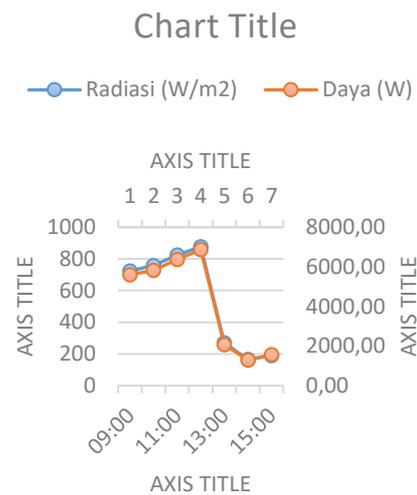
Tabel 2 Hasil Analisa Daya PLTS

Jam 09:00 Cuaca Cerah (40°C)				
String	Radiasi (W/m ²)	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (W)
1	720	732.3	7.52	5506.90
2	725	727.5	7.63	5550.83
3	715	735.4	7.59	5581.69
4	726	727.1	7.68	5584.13
5	725	731.4	7.60	5558.64
6	736	739.2	7.80	5765.76
Rata-rata	724.5	732.15	7.64	5591.32
Jam 10:00 Cuaca Cerah (41°C)				
String	Radiasi (W/m ²)	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (W)
1	762	723.1	8.21	5936.65
2	768	718.6	8.4	6036.24
3	745	727.4	8.04	5848.30
4	759	732.3	7.73	5660.68
5	756	725.4	8.01	5810.45
6	758	724.7	7.81	5659.91
Rata-rata	758	725.25	8.03	5825.37
Jam 11:00 Cuaca Cerah (41°C)				
String	Radiasi (W/m ²)	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (W)
1	803	714.9	8.26	5905.07
2	820	715.4	9.26	6624.60
3	811	720.1	8.69	6257.67
4	829	704.1	9.31	6555.17
5	835	706.7	9.24	6529.91
6	847	714.8	8.94	6390.31
Rata-rata	824.17	712.67	8.95	6377.12
Jam 12:00 Cuaca Cerah (41°C)				
String	Radiasi (W/m ²)	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (W)
1	872	715.2	9.61	6873.07
2	875	688.9	10.08	6944.11
3	881	689.1	9.91	6828.98
4	877	695.2	9.98	6938.10
5	879	703.7	9.59	6748.48
6	884	704.6	9.77	6883.94
Rata-rata	878	699.45	9.82	6869.45

Jam 13:00 Cuaca Berawan (42°C)				
String	Radiasi (W/m ²)	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (W)
1	275	719	2.98	2142.62
2	280	715.4	3.02	2160.51
3	313	713.1	3.34	2381.75
4	257	708.6	2.86	2026.60
5	250	707.3	2.58	1824.83
6	251	707.6	2.61	1846.84
Rata-rata	271	711.83	2.90	2063.86
Jam 14:00 Cuaca Mendung (36°C)				
String	Radiasi (W/m ²)	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (W)
1	165	721.8	1.84	1328.11
2	162	722.6	1.76	1271.78
3	164	722.9	1.79	1293.99
4	165	720.6	1.78	1282.67
5	167	721.9	1.81	1306.64
6	166	721.5	1.77	1277.06
Rata-rata	164.83	721.88	1.79	1293.37
Jam 15:00 Cuaca Mendung (35°C)				
String	Radiasi (W/m ²)	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (W)
1	188	743.5	1.94	1442.39
2	183	741.3	2.01	1490.01
3	188	746.5	2.07	1545.26
4	190	748.7	2.18	1632.17
5	192	745.6	2.24	1670.14
6	192	753.1	2.21	1664.35
Rata-rata	188.83	746.45	2.11	1574.05

Hasil penelitian menunjukkan rata-rata radiasi yang diterima dan daya yang dihasilkan cukup stabil jika dibandingkan dengan penurunan dan kenaikan radiasi dan dayanya. Rata-rata radiasi tertinggi yang diterima dihasilkan pada jam 12:00 dengan jumlah 878 W/m² dan rata-rata daya yang dihasilkan juga merupakan yang tertinggi yaitu 6869.45 watt. Daya yang dihasilkan

akan berbandik balik dengan radiasi matahari yang diterima oleh panel surya, Semakin besar radiasi yang diterima maka akan semakin besar pula daya yang dihasilkan.



Gambar 6. Perbandingan Radiasi Matahari Yang Diterima dan Daya Yang Dihasilkan Menunjukkan Hasil Yang Stabil

Terjadi penurunan di jam 13:00 akibat cuaca berawan yang mengakibatkan radiasi yang diterima menurun yang menyebabkan rata-rata radiasi yang diterima yaitu 271 W/m² dan rata-rata daya yang dihasilkan sebesar 2063.86 Watt. Rata-rata radiasi dan daya terendah terdapat pada Jam 14:00 dimana cuaca dalam kondisi mendung yaitu sebesar 164.83 W/m² dan Daya sebesar 1293.37 Watt.

Menghitung Efisiensi PLTS

Efisiensi bisa dihitung dengan membagi daya maksimum dengan jumlah Radiasi yang sudah dikalikan luas dari PLTS yang digunakan

rumus dan contoh perhitungannya pada string 1 seperti berikut :

$$\eta = \frac{P_{max}}{I_r \times A} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{5506.90}{720 \times 42.12} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{5506.90}{30326.4} \times 100\%$$

$$\eta = 0.1816 \times 100\% = 18.16\% \quad (3)$$

Tabel 3 Hasil Analisa Efisiensi

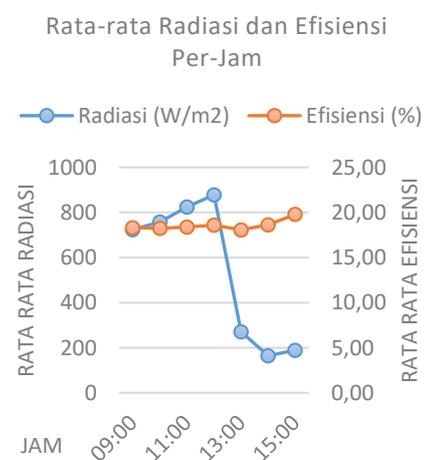
Jam 09:00 Cuaca Cerah (40°C)			
String	Radiasi (W/m ²)	Daya (W)	η (%)
1	720	5506.90	18.16
2	725	5550.83	18.18
3	715	5581.69	18.53
4	726	5584.13	18.26
5	725	5558.64	18.20
6	736	5765.76	18.60
Rata-rata	724.5	5591.32	18.32
Jam 10:00 Cuaca Cerah (41°C)			
String	Radiasi (W/m ²)	Daya (W)	η (%)
1	762	5936.65	18.50
2	768	6036.24	18.66
3	745	5848.30	18.64
4	759	5660.68	17.71
5	756	5810.45	18.25
6	758	5659.91	17.73
Rata-rata	758	5825.37	18.25
Jam 11:00 Cuaca Cerah (41°C)			
String	Radiasi (W/m ²)	Daya (W)	η (%)
1	803	5905.07	17.46
2	820	6624.60	19.18
3	811	6257.67	18.32
4	829	6555.17	18.77
5	835	6529.91	18.57
6	847	6390.31	17.91

Rata-rata			
	824.17	6377.12	18.37
Jam 12:00 Cuaca Cerah (41°C)			
String	Radiasi (W/m ²)	Daya (W)	η (%)
1	872	6873.07	18.71
2	875	6944.11	18.84
3	881	6828.98	18.40
4	877	6938.10	18.78
5	879	6748.48	18.23
6	884	6883.94	18.49
Rata-rata	878	6869.45	18.58
Jam 13:00 Cuaca Berawan (42°C)			
String	Radiasi (W/m ²)	Daya (W)	η (%)
1	275	2142.62	18.50
2	280	2160.51	18.32
3	313	2381.75	18.07
4	257	2026.60	18.72
5	250	1824.83	17.33
6	251	1846.84	17.47
Rata-rata	271	2063.86	18.07
Jam 14:00 Cuaca Mendung (36°C)			
String	Radiasi (W/m ²)	Daya (W)	η (%)
1	165	1328.11	19.11
2	162	1271.78	18.64
3	164	1293.99	18.73
4	165	1282.67	18.46
5	167	1306.64	18.58
6	166	1277.06	18.26
Rata-rata	164.83	1293.37	18.63
Jam 15:00 Cuaca Mendung (35°C)			
String	Radiasi (W/m ²)	Daya (W)	η (%)
1	188	1442.39	18.22
2	183	1490.01	19.33
3	188	1545.26	19.51
4	190	1632.17	20.39
5	192	1670.14	20.65
6	192	1664.35	20.58

Rata-rata	188.83	1574.05	19.78
-----------	--------	---------	-------

Terlihat hasil efisiensi yang dihasilkan dengan besaran rata-rata yang diterima disekitar 18% dan menaik di jam 15:00 sampai di rata-rata disekitar 19%. Rata-rata efisiensi tertinggi terjadi pada jam 15:00 sebesar 19.78% dengan radiasi sebesar 188.83 W/m², Sedangkan efisiensi terendah terjadi pada jam 13:00 sebesar 18.07% dengan radiasi sebesar 271 W/m². Diantara jam 09:00 dan jam 10:00 bisa terlihat terjadi penurunan efisiensi di beberapa string menjadi dibawah 18% dikarenakan terjadinya kenaikan panas suhu menjadi 41°C dan menyebabkan rata efisiensi menurun sebesar 0.07%. Pada jam 11:00 rata-rata efisiensi menaik sebesar 0.12% dan terlihat suhu panel surya masih berada di 41°C meskipun di beberapa string masih ada efisiensi yang dibawah 18% karena pengaruh panas dari panel surya. Pada jam 12:00 suhu terlihat masih berada di sekitar 41°C dan efisiensi tiap string stabil di sekitar 18%, Namun karena rata-rata radiasi matahari yang diterima dan daya yang dihasilkan lebih besar dibandingkan pada jam 11:00 maka rata-rata efisiensinya juga meningkat sebesar 0.21% menjadi 18.58%. Pada jam 13:00 saat melakukan pengukuran cuaca berubah dari cerah menjadi berawan yang mengakibatkan rata-rata radiasi yang diterima oleh panel surya langsung berkurang dari sekitar 878 W/m² menjadi 271 W/m², Hal ini juga menyebabkan rata-rata daya yang

dihasilkan menurun menjadi 2063.86 watt, Dikarenakan pada jam 13:00 saat dilakukan pengukuran panas dari suhu panel surya masih pada 42°C, terlihat menurunnya tingkat efisiensi di tiap string dan beberapa ada yang dibawah 18% dengan rata-rata 18.07%. Pada jam 14:00 terlihat cuaca berubah dari berawan menjadi mendung dan suhu panel surya sudah menurun menjadi 36°C, Terlihat meskipun radiasi yang diterima oleh panel surya lebih rendah dan daya yang dihasilkan dari jam sebelumnya namun rata-rata efisiensi meningkat sebesar 0.56% dikarenakan suhu dari panel surya yang sudah mulai menurun. Pada jam 15:00 terjadi sedikit peningkatan pada radiasi yang diterima dan daya yang dihasilkan karena cuaca menjadi sedikit lebih baik dibandingkan dari jam 14:00, Terlihat juga suhu menurun lagi menjadi 35°C dan karena terjadinya kenaikan radiasi dan daya pada suhu yang lebih rendah maka rata-rata efisiensi menaik sebesar 1.15% menjadi 19.78%.



Gambar 7. Perbandingan Radiasi Yang Dihasilkan dan Efisiensi Yang Terhitung Terlihat Perbedaan Dari Kenaikan Dan Penurunannya

Bisa disimpulkan bahwa jumlah radiasi yang diterima dan daya yang dihasilkan sangat berpengaruh dengan efisiensi yang dihasilkan karena dengan jumlah radiasi yang besar belum tentu menghasilkan efisiensi yang besar juga karena daya yang dihasilkan juga berpengaruh dalam efisiensi, apabila daya yang dihasilkan oleh PLTS tidak ideal dengan jumlah radiasi yang diterima maka jumlah efisiensi yang dihasilkan juga akan menurun. Faktor seperti suhu lingkungan dan cuaca juga bisa mempengaruhi efisiensi. Pada jam 13:00 sampai jam 15:00 terlihat efisiensi menaik secara signifikan dikarenakan cuaca yang berawan menyebabkan menurunnya suhu panas dari panel surya dan menaikinya efisiensi.

Hasil Akhir Rata-rata Harian

Berdasarkan data hasil penelitian di tabel 2 dan 3 bisa didapat hasil perhitungan rata-rata total keseluruhan siklus harian dari radiasi matahari, daya dan efisiensi dengan menghitung nilai rata-rata dari radiasi per-jam dan kemudian di hitung lagi rata-ratanya seperti berikut di tabel berikut :

Tabel 4 Hasil Total Rata-rata Radiasi

Rata-rata Radiasi Per-String		
Jam	Hasil	Satuan
09:00	724.5	W/m ²
10:00	758	W/m ²

11:00	824.17	W/m ²
12:00	878	W/m ²
13:00	271	W/m ²
14:00	164.83	W/m ²
15:00	188.83	W/m ²
Total Rata-rata Radiasi Harian	544.19	W/m²

Pada tabel 4 terlihat bahwa rata-rata radiasi tertinggi berada di jam 12:00 sebesar 878 W/m² dengan dan radiasi terendah terdapat pada 14:00 yaitu 164.83 W/m² karena cuaca mendung. Total rata-rata radiasi matahari selama sehari adalah 544.19 W/m²

Tabel 5 Hasil Total Rata-rata Daya

Rata-rata Daya Per-String		
Jam	Hasil	Satuan
09:00	5591.32	Watt
10:00	5825.37	Watt
11:00	6377.12	Watt
12:00	6869.45	Watt
13:00	2063.86	Watt
14:00	1293.37	Watt
15:00	1574.05	Watt
Total Rata-rata Daya Harian	4227.79	Watt

Pada Tabel 5 terlihat rata-rata daya tertinggi berada di Jam 12:00 sebesar 6869.45 watt dan yang terendah berada di Jam 14:00 sebesar 1293.37 watt. Total rata-rata daya yang dihasilkan dalam sehari per-stringnya yaitu 4227.79 watt, Rata-rata nilai tertinggi dan terendah terjadi di Jam yang sama dalam perbandingan radiasi matahari yang diterima dan daya yang dihasilkan.

Tabel 6 Hasil Total Rata-rata Efisiensi

Rata-rata Efisiensi Per-String		
Jam	Hasil	Satuan
09:00	18.32	%
10:00	18.25	%
11:00	18.37	%
12:00	18.58	%
13:00	18.07	%
14:00	18.63	%
15:00	19.78	%
Total Rata-rata Efisiensi Harian	18.57	%

Pada tabel 6 rata-rata efisiensi terbesar terjadi di jam 15:00 sebesar 19.78% dan yang terendah terjadi di Jam 13:00 sebesar 18.07% , Total rata-rata efisiensi per-string selama sehari adalah 18.57%. Jika dibandingkan dengan tabel 4 dan tabel 5, Nilai rata-rata efisiensi terbesar dan terkecil terjadi di Jam yang berbeda karena efisiensi akan dipengaruhi oleh panas dan akan menurun apabila panas dari cuaca tinggi dan menaik apabila panas cuaca turun, Terlihat pada pembahasan sebelumnya di tabel 5 efisiensi tertinggi pada jam 15:00 yang memiliki suhu terendah diantara semua jam yaitu 35°C dan efisiensi terendah memiliki suhu tertinggi yaitu 42°C, Hal ini bisa membuktikan bahwa panas dari suhu panel surya juga merupakan faktor yang menentukan hasil dari daya dan efisiensi selain radiasi matahari bisa dibandingkan dengan hasil disimpulkan pada jurnal (Pido, R. Himran S. Mahmuddin, 2018) yang berjudul “**Analisa Pengaruh**

Pendinginan Sel Surya Terhadap Daya Keluaran dan Efisiensi”, Di jurnal tersebut disimpulkan bahwa panel surya yang memakai alat pendingin akan menghasilkan efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan yang tidak pakai, Ini berarti efisiensi akan meningkat apabila suhu panel surya menurun sedangkan efisiensi akan menurun apabila suhu dari panel surya menaik

KESIMPULAN

Daya yang dihasilkan PLTS akan berubah sesuai dengan radiasi yang diterima, Sedangkan Nilai Efisiensi bergantung dari seberapa besar radiasi matahari yang berhasil dikonversikan menjadi daya tersebut. Saat keadaan cuaca cerah maka radiasi akan tinggi dan daya yang dihasilkan panel surya juga akan bertambah besar seperti yang terlihat di bagian pembahasan rata-rata radiasi tertinggi terjadi pada jam 12:00 yaitu sebesar 878 W/m² dan daya rata-rata yang dihasilkannya yaitu 6869.45 watt, Sedangkan radiasi terendah yang terjadi pada jam 14:00 yaitu sebesar 164.83 W/m² dengan daya yang dihasilkannya yaitu 1293.37 watt.

Namun semakin cerah hari dan seiring bertambahnya radiasi matahari yang sampai pada panel surya maka panas dari matahari tersebut akan membuat suhu dari panel surya menaik dan panas dari suhu tersebut akan mengakibatkan efisiensi menurun, Terlihat seperti pada pembahasan efisiensi terendah terjadi di jam 13:00 sebesar 18.07%

dengan rata-rata radiasi sebesar 271 W/2 pada suhu 42°C yang belum menurun meskipun cuaca sudah berawan dikarenakan suhu panel surya membutuhkan waktu agar suhu menurun tidak seperti radiasi yang akan langsung menurun drastis apabila cuaca memburuk, Sedangkan efisiensi tertinggi terjadi di jam 15:00 sebesar 19.78% dengan rata-rata radiasi 188.83 W/m² ketika suhu panel surya sudah menurun menjadi 35°C.

Bisa disimpulkan dengan jumlah radiasi yang besar belum tentu menghasilkan efisiensi yang besar karena masih ada faktor lain seperti panas matahari yang menyebabkan suhu dari panel surya meningkat, Maka dari itu untuk meningkatkan efisiensi dari PLTS, sangat disarankan untuk memakai alat bantu pendingin untuk menurunkan suhu karena daya yang dihasilkan seharusnya juga bisa bertambah lebih besar apabila suhu dari panel surya menurun lebih rendah. Rata-rata analisa selama sehari didapat : radiasi matahari per-string sebesar 544.19 W/m², Rata-rata daya per-string sebesar 4227.79 watt dan rata-rata efisiensi per-string sebesar 18.57%.

REFERENSI

- Al-Taani, H., & Arabasi, S. (2018). Solar irradiance measurements using smart devices: A cost-effective technique for estimation of solar irradiance for sustainable energy systems. *Sustainability (Switzerland)*, *10*(2). <https://doi.org/10.3390/su10020508>
- Dahliya, D., Samsurizal, S., & Pasra, N. (2021). Efisiensi Panel Surya Kapasitas 100 Wp Akibat Pengaruh Suhu Dan Kecepatan Angin. *Sutet*, *11*(2), 71–80. <https://doi.org/10.33322/sutet.v11i2.1551>
- Dang, M.-Q. (2018). Potential of solar energy in Indonesia. *Solar Energy in Indonesia*, *7*(June), 0–26.
- Fathurrachman, M. G., Busaeri, N., & Hiron, N. (2022). Analisis Integrasi Pembangkit Listrik Hybrid Di Wilayah Daerah Pantai Tasikmalaya Selatan Menggunakan Aplikasi Homer. *Journal of Energy and Electrical Engineering*, *62*(02).
- Harahap, P. (2020). Pengaruh Temperatur Permukaan Panel Surya Terhadap Daya Yang Dihasilkan Dari Berbagai Jenis Sel Surya. *RELE (Rekayasa Elektrikal Dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro*, *2*(2), 73–80. <https://doi.org/10.30596/rele.v2i2.4420>
- Husnayain, F. (2020). Analisis rancang bangun PLTS ON-Grid hibrid baterai dengan PVSYST pada kantin teknik FTUI. *Electrices*, *2*(1), 21–29. <https://doi.org/10.32722/ees.v2i1.2846>
- Juhana, Ojak Abdul Rozak, & Citra Dewa, D. (2022). Experimental Study of Sea Wave Power Plant with Mechanical Buoying

- System. *Journal of Renewable Energy and Mechanics*, 5(02), 95–108.
<https://doi.org/10.25299/rem.2022.vol5.no02.10196>
- Kassan, M. F. (2019). *Solar Radiation Measuring Instruments & State of the Art Technologies*. 0–40.
- Khilar, R., Suba, G. M., Kumar, T. S., Samson Isaac, J., Shinde, S. K., Ramya, S., Prabhu, V., & Erko, K. G. (2022). Improving the Efficiency of Photovoltaic Panels Using Machine Learning Approach. *International Journal of Photoenergy*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/4921153>
- NurHidayat, T. (2021). Analisis Output Daya Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan Kapasitas 10WP, 20WP, DAN 30WP. *Jurnal CRANKSHAFT*, 4(2), 9–18.
- Pido, R. (2019). Analisa Pengaruh Kenaikan Temperatur Permukaan Solar Cell Terhadap Daya Output. *Gorontalo Journal of Infrastructure and Science Engineering*, 2(2), 24. <https://doi.org/10.32662/gojise.v2i2.683>
- Pido, R. Himran S. Mahmuddin (2018). Analisa Pengaruh Pendinginan Sel Surya Terhadap Daya Keluaran dan Efisiensi. *Journal Teknologi*, (2018), 31-38, 19(1)
- Prajogo, S., Utami, S., & Pudim, A. (2018). Pengembangan Sistem Manajemen Energi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Guna Meningkatkan Kontinuitas Listrik Rumah Tangga. *Prosiding Seminar Nasional Vokasi Indonesia, November*.
- Priatam, P. P. T. D. (2021). Analisa Radiasi Sinar Matahari Terhadap Panel Surya 50 WP. *RELE:Jurnal Teknik Elektro*, 4(1), 48–54. <http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RELE/article/view/7825>
- Ristandi, M. N. (2021). *Studi evaluasi kinerja plts kampus universitas pamulang*.
- Sampeallo, A. S., & Galla, W. F. (2021). ANALISIS KINERJA PLTS 25 KWP DI GEDUNG LABORATORIUM RISET TERPADU LAHAN KERING KEPULAUAN UNDANA TERHADAP VARIASI BEBAN. *Jurnal Media Elektro / Vol. VII / No. 1, VII(1)*.
- Tan Jian Wei, N., Jian Nan, W., & Guiping, C. (2017). Experimental study of efficiency of solar panel by phase change material cooling. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 217(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/217/1/012011>
- Widianto, E., Santoso, D. B., Kardiman, K., & Fauji, N. (2019). Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Photovoltaic-Wind Turbines Di Pantai Sedari Karawang. *JRST (Jurnal Riset Sains Dan*

Teknologi, 3(1), 41.
<https://doi.org/10.30595/jrst.v3i1.3653>

Zaidi, B., & Materials, P. (2018).
Solar Panels and Photovoltaic
Materials. In *Solar Panels and
Photovoltaic Materials* (Issue
July 2018).
<https://doi.org/10.5772/intechopen.72061>