



## Pengaruh Variasi Klaster Seri-Paralel Terhadap Daya Keluaran Dan Efisiensi Pada Luas Area Yang Sama Dari Panel Surya Jenis *Polycrystalline*

*Effect of Series-Parallel Cluster Variations on Output Power and Efficiency on the Same Area of Polycrystalline Solar Panels*

Nurpatria<sup>1\*</sup>, Syahrul<sup>2</sup>, M.Abim.J<sup>3</sup>

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Jl. Majapahit no. 62, Mataram, NTB, 83125, Indonesia. HP. 082339163863

\*E-mail: [achmarief231@gmail.com](mailto:achmarief231@gmail.com)\*

### ABSTRACT

Indonesia is a country that has the potential to develop solar energy by creating solar power plants in each region. One type of solar panel that can be utilized is polycrystalline solar panels with a series-parallel arrangement model. There are four variations in this study, the first variation is four clusters in series (ss), the second variation is two clusters-two clusters in series and parallelized (sp), the third variation is two clusters-two clusters in parallel and serialized (ps), the fourth variation is four clusters in parallel (pp). Data collection was carried out for 3 days from 10:00 to 14:00 Wita, with data recording every 20 minutes at the Faculty of Engineering, Mataram University. The purpose of this study is to determine the effect of variations in series-parallel series of solar panel clusters on output power and efficiency. The results of the study are the answer to the research objectives, showing that the average output power for the ss variation is 1,80 Watt, the sp variation is 0,78 Watt, the ps variation is 2,76 Watt, and the pp variation is 0,82 Watt. Then the average efficiency for the ss variation is 8,07%, the sp variation is 3,40%, the ps variation is 13,07%, and the pp variation is 2,29%.

**Keywords:** Solar panels, polycrystalline, parallel series, output power, efficiency

### 1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu negara yang terletak pada garis khatulistiwa, sehingga memiliki intensitas sinar matahari yang sangat tinggi. Indonesia memiliki potensi untuk mengembangkan energi terbarukan berupa energi surya Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan suatu rangkaian elektronik yang terdiri dari solar sel, penyimpan tenaga dan *power controller* panel surya merupakan teknologi yang berfungsi mengonversi energi matahari menjadi energi listrik secara langsung (Santoso dkk, 2021).

Energi Surya merupakan sumber energi yang tidak terbatas dan tidak akan pernah habis ketersediaannya dan energi ini juga dapat di manfaatkan sebagai energi alternatif yang akan di ubah menjadi energi listrik, dengan menggunakan sel surya. Panel Surya sebagai sumber energi listrik alternatif dapat dimanfaatkan oleh masyarakat yang memerlukan energi listrik, namun terkendala dengan tidak tersedianya energi listrik dari PLN seperti para pedagang kaki lima, masyarakat yang tinggal di wilayah terpencil maupun daerah yang belum ter aliri listrik dari PLN (Purwoto dkk, 2018).

Kemajuan teknologi dunia yang terus meningkat, memungkinkan permintaan energi pun turut meningkat, yang di mana negara-negara berkembang adalah sebagai konsumen terbesar. Namun, semakin lama kita bergantung pada energi dari bahan bakar fosil, semakin mungkin bahwa sumber daya ini akan habis dalam waktu dekat. Hal inilah yang menjadi memotivasi beberapa negara untuk mulai memanfaatkan energi terbarukan (*Renewable energy*). Dengan begitu Pembangkit Listrik Tenaga Matahari adalah salah satu pilihan tersebut (PLTS) (Anibta dkk, 2019)

Rangkaian seri-paralel merupakan suatu rangkaian yang digunakan untuk mengaplikasikan solar panel.

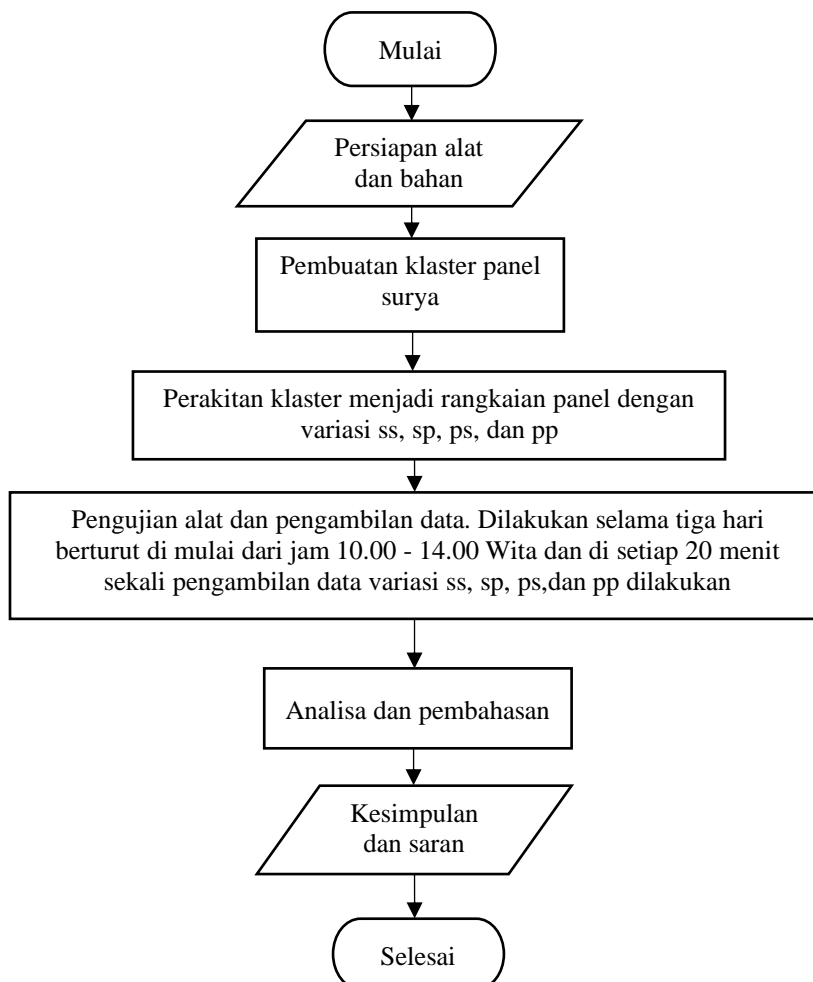
Rangkaian ini juga dapat membuktikan tingkat kenaikan signifikan terhadap tegangan atau arus yang dikeluarkan. Rangkaian seri secara teori menaikkan tegangan yang besar namun, kebalikannya rangkaian paralel akan cenderung meningkatkan arus dalam solar panel tersebut.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental dengan menguji setiap variasi-variasi secara bersamaan untuk mendapatkan nilai daya keluaran dan efisiensi dari panel surya.

### 2.1 Diagram alir penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian studi kasus dengan kerangka berpikir seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

## 2.2 Variabel penelitian

### 2.2.1 Variabel terikat

Berikut adalah variabel terikat dalam penelitian ini:

1. Tegangan
2. Arus
3. Efisiensi panel surya

### 2.3.2 Variabel bebas

Adapun variabel bebas dalam penelitian ini adalah rangkaian klaster panel surya divariasikan dengan variasi ss, sp, ps, dan pp dalam satu klaster berisikan 4 modul dengan rangkaian seri-seri, paralel-paralel, dan seri-paralel.

## 2.3 Alat dan bahan

Tabel 1. Alat dan bahan

Alat	Bahan
Silet.	Modul panel <i>polycrystalline</i> 0.25 WP dengan
Solder.	tegangan maksimal ( $V_{Maks}$ ) 0.5 V dan dengan arus
Gunting.	( $I_{Maks}$ ) 0.5 A.
Lem.	Tripleks.
Penggaris.	<i>Bus wire</i> .
<i>Powerbank</i> .	<i>Tab wire</i> .
Digital volt & ampere meter.	Kabel instalasi panel.
Multimeter.	Kertas film bening.
<i>Solar Power Meter</i> .	Kawat Solder.



Gambar 2. Penelitian

## 2.3 Spesifikasi alat dan bahan

### 2.3.1 Digital volt dan ampere meter

Digital volt dan ampere meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur tegangan dan arus yang dihubungkan langsung pada panel surya.


Tabel 2. Spesifikasi digital volt dan ampere meter

Nama	Spesifikasi	Alat
Display Volt	Merah	
Display Current	Biru	
Tegangan Operasi	DC 4,5 – 30V	
Pengukuran Tegangan	DC 0-100 V	
Minimum Resolusi	0,1 V	
Refresh Rate	Sekitar 500ms	
Akurasi	1%	
Operating Current	>20mA	
Pengukuran Arus	DC 0-10A	
Suhu Kerja	-10° s/d. 65°C	

### 2.3.2 Multimeter

Dalam penelitian ini multimeter digunakan untukantisipasi jika digital volt dan ampere meter tidak berfungsi dengan baik.


Tabel 3. Spesifikasi multimeter

Nama	Spesifikasi	Alat
Merek	Tofuda.	
Model	DT-830B.	
Dimensi	102 × 56 × 27 mm.	
Display	3 ½ digit LCD.	
Battery	9V 6F 22.	
Berat	170 g.	
DC Voltage	200mV-600V[(1% + 2dgt)].	
AC Voltage	200-600V[(1,5% + 2dgt)].	
DC Current	200µA-10A[(1,2 + 2dgt)].	
Electrical resistance	200-2M[(1,5% + 2dgt)].	

### 2.3.3 Solar power meter

Solar power meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur intensitas radiasi matahari.


Tabel 4. Spesifikasi solar power meter

Nama	Spesifikasi	Alat
Model	SPM-1116SD.	
Spectral response	400 to 1100 nm.	
Measuring unit	W/m <sup>2</sup> , Btu/(ft <sup>2</sup> x h).	
Solar Power Range/ Solar power resolution	Range: 2000 W/m <sup>2</sup> , 634 Btu(ft <sup>2</sup> x h).	
Display	LCD size;52 mm x 38 mm.	
Power Supply	DC 1,5 V battery (UM3, AA) X 6	
	PCs.	

### 2.3.4 Modul panel surya polycrystalline

Panel surya yang digunakan dalam penelitian ini yaitu panel surya *polycrystalline*.

Tabel 5. Spesifikasi modul panel surya *polycrystalline*

Nama	Spesifikasi	Alat
Model	DIY Solar Cell	
Average Power (Watt)	0,25 WP	
Average Current (Amps)	0,5 A (max)	
Average Voltage (Volts)	0,5 V (max)	
Berat	1 gr	
Ukuran	52 mm x 26 mm	

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Variasi rangkaian seri

Rangkaian seri panel surya merupakan salah satu konfigurasi yang sering digunakan. Rangkaian seri panel surya terhubung jika bagian (+) panel surya pertama terhubung ke bagian (-) panel surya kedua sehingga arus yang mengalir pada setiap panel surya sama besar. Tegangan total yang dihasilkan pada rangkaian seri akan sama dengan jumlah tegangan pada setiap panel surya yang dihubungkan (Humairah, 2023). Dalam penelitian ini variasi rangkaian seri adalah rangkaian yang dihubungkan secara seri dengan menghubungkan 4 kluster panel surya *polycrystalline* secara seri dan penamaan dari variasi ini adalah variasi (ss). Pada penelitian ini diperoleh data hasil untuk rata-rata hari variasi ss pada tanggal 29, 30 Agustus, dan 5 September 2023.

Tabel 6. Data penelitian variasi ss

Waktu (WITA)	Intensitas Radiasi ( $W/m^2$ )	V (Volt)	I (Ampere)	$P_{in}$ (Watt)	$P_{out}$ (Watt)	$\eta$ (%)
10.00	795	3,97	0,35	17,20	1,39	8,07
10.20	861	3,97	0,38	18,63	1,50	8,03
10.40	926,7	3,93	0,39	20,05	1,55	7,72
11.00	986,4	3,93	0,42	21,34	1,64	7,68
11.20	1035,4	3,92	0,44	22,40	1,72	7,70
11.40	1066	3,98	0,44	23,06	1,75	7,60
12.00	1099,67	3,90	0,46	23,79	1,80	7,55
12.20	1104	3,92	0,46	23,88	1,79	7,50
12.40	1079	3,92	0,45	23,34	1,76	7,56
13.00	1056,3	3,90	0,43	22,85	1,68	7,34
13.20	1018,73	3,95	0,42	22,04	1,66	7,53
13.40	984,03	3,95	0,37	21,29	1,45	6,81
14.00	929,87	3,98	0,34	20,11	1,37	6,80

#### 3.1.1 Analisa daya keluaran variasi rangkaian ss

Daya keluaran adalah daya yang dihasilkan panel surya dengan perhitungan tegangan dikali arus. Adapun persamaan dari daya keluaran sebagai berikut,

$$P_{out} = V \times I \text{ (Putri dkk, 2022)} \quad (1)$$

Untuk perhitungan daya keluaran diambil sampel jam 10.00 WITA pada tabel 6 sebagai berikut,

$$\begin{aligned} P_{out} &= 3,97 \times 0,35 \\ &= 1,39 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Keterangan:

$P_{out}$  : Daya keluaran panel surya (Watt)

$V$  : Tegangan (V)

I : Arus (A)

### 3.1.2 Analisa daya masuk variasi rangkaian ss

Daya masuk adalah daya yang dihasilkan dari perhitungan intensitas matahari dikali luas penampang rangkaian. Adapun persamaan dari daya masuk sebagai berikut,

$$P_{in} = I_{rad} \times A \quad (\text{Putri dkk, 2022}) \quad (2)$$

Rumus dari luas penampang sebagai berikut,

$$L_s = p \times b \quad (3)$$

$$L_k = 4 \times L_s$$

$$A = 4 \times L_k$$

Diketahui spesifikasi keping panel surya terdapat pada tabel 5 dimana panjang keping sebesar 52 mm dan lebar keping 26 mm, sehingga perhitungan luas penampang rangkaian sebagai berikut,

$$L_s = 52 \times 26$$

$$= 1352 \text{ mm}^2$$

$$= 0,001352 \text{ m}^2$$

$$L_k = 4 \times 0,001352$$

$$= 0,005408 \text{ m}^2$$

$$A = 4 \times 0,005408$$

$$= 0,021632 \text{ m}^2$$

Maka perhitungan  $P_{in}$  berdasarkan persamaan 2 dan 3 serta data sampel di jam 10.00 WITA pada tabel 6 sebagai berikut,

$$P_{in} = 795 \times 0,021632$$

$$= 17,20 \text{ Watt}$$

Keterangan:

$P_{in}$  : Daya masuk panel surya (Watt)

$I_{rad}$  : Intensitas matahari (Watt/m<sup>2</sup>)

A : Luas penampang rangkaian (m<sup>2</sup>)

L<sub>k</sub> : Luas penampang klaster (m<sup>2</sup>)

L<sub>s</sub> : Luas penampang keping (m<sup>2</sup>)

p : Panjang keping (mm)

b : Lebar keping (mm)

### 3.1.3 Analisa efisiensi panel surya variasi ss

Efisiensi panel surya diperoleh dari perhitungan  $P_{out}$  dibagi  $P_{in}$  dan dikalikan 100%. Untuk persamaan rumus efisiensi panel surya sebagai berikut,

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \% \quad (\text{Makkulau dkk, 2020}) \quad (4)$$

untuk perhitungan efisiensi panel surya diambil dari sampel data pada tabel 6 di jam 10.00 WITA,

$$\eta = \frac{1,39}{17,20} \times 100 \%$$

$$= 8,07 \%$$

Keterangan:

$\eta$  : Efisiensi panel surya (%)

### 3.2 Variasi rangkaian paralel

Rangkaian paralel panel surya merupakan salah satu cara untuk memaksimalkan arus listrik yang dihasilkan oleh beberapa panel surya yang terhubung secara paralel. Dalam rangkaian ini, bagian positif (+) dan negatif (-) dari setiap panel surya dihubungkan ke dalam satu rangkaian paralel (Humaira, 2023). Pada penelitian ini variasi rangkaian paralel adalah rangkaian yang dihubungkan secara paralel dengan menghubungkan 4 klaster panel surya *polycrystalline* secara paralel dan penamaan dari variasi ini adalah variasi (pp). Pada penelitian ini diperoleh data hasil rata-rata hari untuk variasi pp pada tanggal 29, 30 Agustus, dan 5 September 2023.

Tabel 7. Data penelitian variasi pp

Waktu (WITA)	Intensitas Radiasi (W/m <sup>2</sup> )	V (Volt)	I (Ampere)	P <sub>in</sub> (Watt)	P <sub>out</sub> (Watt)	η (%)
10.00	795	0,89	0,67	17,20	0,60	3,48
10.20	861	0,85	0,64	18,63	0,57	3,06
10.40	926,7	0,82	0,64	20,05	0,82	4,09

11.00	986,4	0,81	0,64	21,34	0,52	2,44
11.20	1035,4	0,82	0,66	22,40	0,54	2,43
11.40	1066	0,83	0,67	23,06	0,56	2,41
12.00	1099,67	0,80	0,68	23,79	0,54	2,29
12.20	1104	0,81	0,72	23,88	0,59	2,46
12.40	1079	0,83	0,66	23,34	0,55	2,34
13.00	1056,3	0,82	0,69	22,85	0,57	2,47
13.20	1018,73	0,83	0,68	22,04	0,47	2,14
13.40	984,03	0,87	0,73	21,29	0,64	3,01
14.00	929,87	0,85	0,62	20,11	0,53	2,64

### 3.2.1 Analisa daya keluaran variasi pp

Perhitungan daya keluaran data yang diambil dari data sampel pada tabel 7 sebagai berikut,

$$P_{out} = 0,89 \times 0,67 \\ = 0,60 \text{ Watt}$$

### 3.2.2 Analisa daya masuk variasi pp

Untuk daya masuk panel surya diperoleh data yang sama pada semua variasi rangkaian.

### 3.2.3 Analisa efisiensi panel surya variasi pp

Perhitungan efisiensi panel surya data yang diambil dari sampel tabel 7 sebagai berikut,

$$\eta = \frac{0,60}{17,20} \times 100 \% \\ = 3,48 \%$$

### 3.3 Variasi rangkaian seri-paralel

Rangkaian seri paralel pada panel surya digunakan untuk mengoptimalkan penggunaan energi surya dengan cara meningkatkan tegangan dan arus secara bersamaan. Pada rangkaian seri paralel, beberapa panel surya dihubungkan secara seri untuk menghasilkan tegangan yang lebih besar, dan beberapa rangkaian seri tersebut dihubungkan secara paralel untuk meningkatkan arus yang dihasilkan (Humaira, 2023). Dalam penelitian ini digunakan 8 klaster panel surya yang dihubungkan secara seri-paralel, 4 klaster dihubungkan secara seri-paralel dengan 2 klaster-2 klaster dihubungkan seri dan diparalelkan serta penamaan variasinya (sp) sedangkan, 4 klaster lainnya dihubungkan secara seri-paralel dengan 2 klaster-2 klaster dihubungkan paralel dan diserikan serta penamaannya variasi (ps).

Tabel 8. Data penelitian variasi sp

Waktu (WITA)	Intensitas Radiasi (W/m <sup>2</sup> )	V (Volt)	I (Ampere)	P <sub>in</sub> (Watt)	P <sub>out</sub> (Watt)	η (%)
10.00	795	1,30	0,36	17,20	0,47	2,71
10.20	861	1,25	0,44	18,63	0,55	2,93
10.40	926,7	1,33	0,43	20,05	0,57	2,82
11.00	986,4	1,40	0,46	21,34	0,65	3,04
11.20	1035,4	1,42	0,49	22,40	0,70	3,11
11.40	1066	1,43	0,55	23,06	0,78	3,40
12.00	1099,67	1,41	0,51	23,79	0,72	3,02
12.20	1104	1,44	0,53	23,88	0,77	3,22
12.40	1079	1,46	0,51	23,34	0,74	3,17
13.00	1056,3	1,44	0,48	22,85	0,70	3,05
13.20	1018,73	1,48	0,47	22,04	0,69	3,15
13.40	984,03	1,45	0,44	21,29	0,63	2,98
14.00	929,87	1,44	0,36	20,11	0,52	2,61

Tabel 9. Data penelitian variasi ps

Waktu (WITA)	Intensitas Radiasi (W/m <sup>2</sup> )	V (Volt)	I (Ampere)	P <sub>in</sub> (Watt)	P <sub>out</sub> (Watt)	η (%)
10.00	795	2,01	1,12	17,20	2,25	13,07
10.20	861	2,00	1,18	18,63	2,35	12,64
10.40	926,7	1,99	1,24	20,05	2,46	12,26
11.00	986,4	1,99	1,32	21,34	2,63	12,33
11.20	1035,4	1,98	1,30	22,40	2,58	11,54
11.40	1066	2,01	1,32	23,06	2,65	11,50



12.00	1099,67	1,97	1,34	23,79	2,65	11,12
12.20	1104	2,02	1,36	23,88	2,76	11,55
12.40	1079	1,99	1,35	23,34	2,69	11,52
13.00	1056,3	2,00	1,33	22,85	2,65	11,61
13.20	1018,73	2,00	1,31	22,04	2,62	11,88
13.40	984,03	2,03	1,27	21,29	2,57	12,06
14.00	929,87	2,01	1,18	20,11	2,37	11,76

### 3.3.1 Analisa daya keluaran variasi sp

Diambil sampel data dari tabel 8 untuk perhitungan daya keluaran sebagai berikut,

$$P_{out} = 1,30 \times 0,36$$

$$= 0,47 \text{ Watt}$$

### 3.3.2 Analisa daya keluaran variasi ps

Diambil sampel data dari tabel 9 untuk perhitungan daya keluaran sebagai berikut,

$$P_{out} = 2,01 \times 1,12$$

$$= 2,25 \text{ Watt}$$

### 3.3.3 Analisa daya masuk variasi sp dan ps

Untuk daya masuk diperoleh data yang sama pada semua variasi penelitian

### 3.3.4 Analisa efisiensi variasi sp

Diambil sampel data dari tabel 8 untuk perhitungan efisiensi sebagai berikut,

$$\eta = \frac{0,47}{17,20} \times 100 \%$$

$$= 3,48 \%$$

### 3.3.5 Analisa efisiensi variasi ps

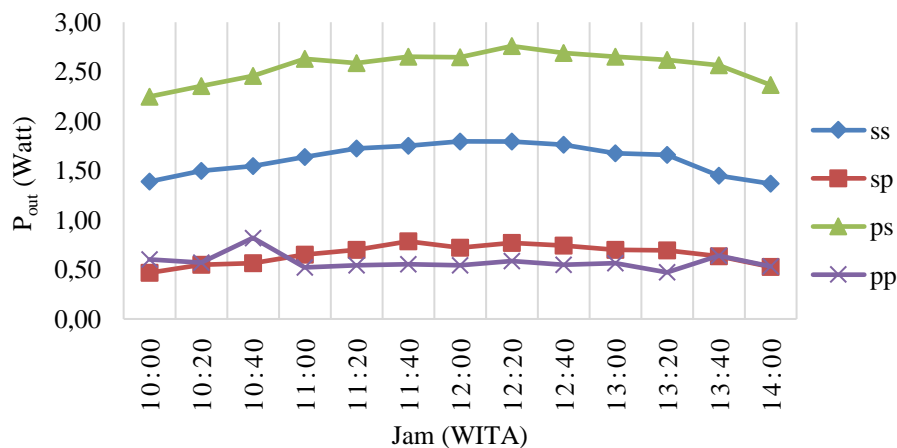
Diambil sampel data dari tabel 9 untuk perhitungan efisiensi sebagai berikut,

$$\eta = \frac{2,25}{17,20} \times 100 \%$$

$$= 13,07 \%$$

## 3.4 Grafik daya keluaran panel surya

Berikut grafik rata-rata harian daya keluaran panel surya untuk variasi ss, sp, ps, dan pp.



Gambar 3. Grafik hubungan waktu terhadap daya keluaran

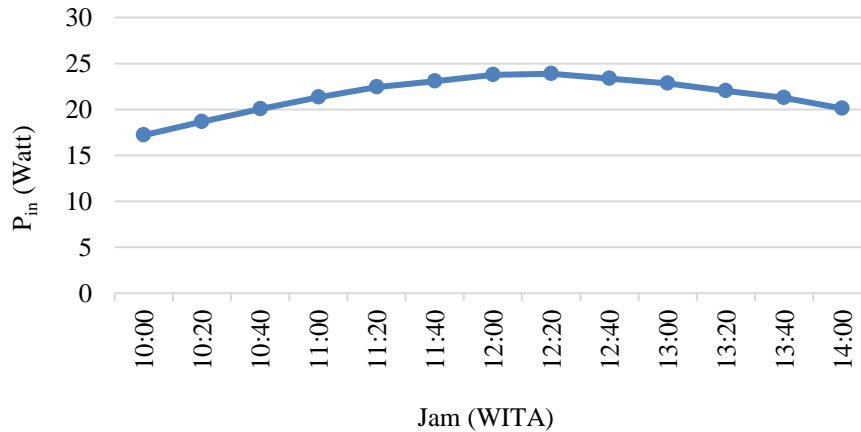
Dari gambar 3 menunjukkan bahwa terlihat jelas adanya indikasi perbedaan data rata-rata daya keluaran setiap variasi dalam penelitian. Untuk variasi ss, rata-rata daya keluarannya terdapat di antara nilai 1 dan 2 Watt, dengan nilai rata-rata tertinggi terjadi pada jam 12.00 WITA sebesar 1,80 Watt dan nilai rata-rata terendahnya terjadi pada jam 14.00 WITA sebesar 1,37 Watt. Selanjutnya untuk variasi sp, rata-rata daya keluarannya terletak di antara nilai 0 dan 1 Watt, dengan nilai rata-rata tertinggi di jam 11.40 WITA dengan nilai 0,78 Watt dan nilai rata-rata terendahnya di jam 10.00 WITA sebesar 0,47 Watt. Adapun variasi ps, rata-rata daya keluarannya berada di antara nilai 2 dan 3 Watt, rata-rata tertinggi sebesar 2,76 Watt pada jam 12.20 WITA dan rata-rata daya keluaran terendahnya yaitu 2,25 Watt di jam 10.00 WITA. Berikutnya variasi pp, rata-rata daya keluarannya terdapat pada nilai 0 dan 1 Watt, rata-rata daya keluaran tertinggi sebesar 0,82 Watt pada jam 10.40 WITA dan rata-rata daya keluaran terendah pada jam 13.20 WITA sebesar 0,47 Watt. Perbedaan pola rangkaian menjadi alasan terjadinya perbedaan hasil dari daya keluaran dalam penelitian. Penelitian ini didukung oleh penelitian dari



(Amalia dkk, 2022) dengan judul Analisa Perbandingan Daya Keluaran Panel Surya Tipe Monokristalin 50 WP Yang Dirangkai Seri Dan Paralel Pada Instalasi PLTS Off-Grid. Adapun panel surya yang digunakan ada dua panel yang dirangkai secara bergantian, dirangkai seri dan paralel. Untuk rangkaian seri didapatkan hasil 35,77 V dan 3,18 A sedangkan, untuk rangkaian paralel 17,69 V dan 6,38 A. Dalam penelitian ini, rangkaian tertinggi diperoleh dari variasi rangkaian paralel-seri dikarenakan kombinasi antara paralel dan seri menghasilkan tegangan dan arus yang meningkat sehingga rangkaian kombinasi lebih tinggi menghasilkan daya keluaran.

### 3.5 Grafik daya masuk panel surya

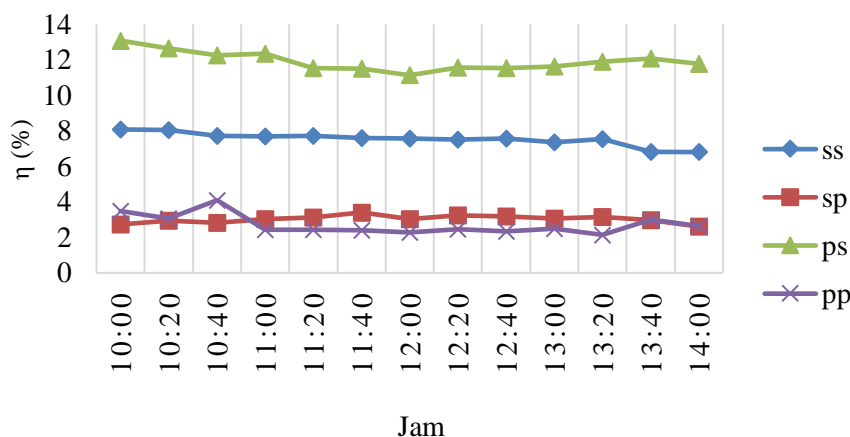
Berikut grafik rata-rata harian daya masuk panel surya.



Dari gambar 4.1 hubungan antara  $P_{in}$  terhadap waktu menunjukkan bahwa, grafik daya masuk terhadap waktu terjadi naik dan turun dikarenakan perubahan nilai intensitas radiasi matahari seiring berjalannya waktu dengan begitu, intensitas yang diterima akan berbeda-beda setiap jamnya. Adapun pada tabel 4.5, 4.6, 4.7, dan 4.8 menunjukkan bahwa rata-rata daya masuk dari panel surya jam 10.00 WITA adalah 17,20 Watt, rata-rata daya masuk dari panel surya jam 10.20 WITA adalah 18,63 Watt, rata-rata daya masuk dari panel surya jam 10.40 WITA adalah 20,05 Watt, rata-rata daya masuk dari panel surya jam 11.00 WITA adalah 21,34 Watt, rata-rata daya masuk dari panel surya jam 11.20 WITA adalah 22,40 Watt, rata-rata daya masuk dari panel surya jam 11.40 WITA adalah 23,06 Watt, rata-rata daya masuk dari panel surya jam 12.00 WITA adalah 23,79 Watt, rata-rata daya masuk dari panel surya jam 12.20 WITA adalah 23,88 Watt, rata-rata daya masuk dari panel surya jam 12.40 WITA adalah 23,34 Watt, rata-rata daya masuk dari panel surya jam 13.00 WITA adalah 22,85 Watt, rata-rata daya masuk dari panel surya jam 13.20 WITA adalah 22,04 Watt, rata-rata daya masuk dari panel surya jam 13.40 WITA adalah 21,29 Watt, rata-rata daya masuk dari panel surya jam 14.00 WITA adalah 20,11 Watt. Kemudian dari gambar 4.1 terlihat bahwa rata-rata daya masuk terendah terjadi pada jam 10.00 WITA sebesar 17,20 Watt dan rata-rata daya masuk tertinggi terjadi pada jam 12.20 WITA sebesar 23,88 Watt. Hal ini berkaitan dengan penelitian dari (Asy'ari dkk, 2012) dengan judul Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Sel Surya menyatakan, intensitas matahari tertinggi terjadi pada jam 12.00-13.00.

### 3.6 Grafik efisiensi panel surya

Berikut grafik rata-rata harian efisiensi panel surya untuk variasi ss, sp, ps, dan pp.



Pada gambar 4.3 terlihat bahwa grafik efisiensi terjadi karena hasil dari daya keluaran dibagi daya masuk dan dikali 100 %. Adapun untuk variasi ss, rata-rata efisiensi tertingginya sebesar 8,07 % pada jam 10.00 WITA dan rata-rata efisiensi terendahnya sebesar 6,80 % di jam 14.00 WITA. Berikutnya variasi sp, rata-rata efisiensi tertingginya sebesar 3,40 % pada jam 11.40 WITA dan rata-rata terendahnya sebesar 2,61 % pada jam 14.00 WITA. Selanjutnya variasi ps, rata-rata efisiensi tertingginya di jam 10.00 WITA dengan nilai sebesar 13,07 %

dan rata-rata efisiensi terendahnya sebesar 11,12 % pada jam 12.00 WITA. Terakhir, untuk variasi pp, rata-rata efisiensi teringginya sebesar 4,09 % pada jam 10.40 WITA dan rata-rata efisiensi terendahnya sebesar 2,14 % di jam 13.20 WITA. Untuk rata-rata efisiensi tertinggi terdapat pada variasi ps dengan nilai sebesar 13,07 % pada jam 10.00 WITA dan rata-rata efisiensi terendahnya pada variasi pp di jam 10.40 WITA dengan nilai 2,14 %. Penelitian ini didukung oleh penelitian (Dahliya dkk, 2021) dengan melakukan penelitian menggunakan panel surya *polycrystalline* 100 Wp sehingga, menghasilkan tegangan 19,690 V dan arus 0,259 A serta, efisiensi yang diperoleh sebesar 10,002 %.

#### 4. KESIMPULAN

Daya keluaran rata-rata tertinggi yang didapatkan di setiap variasi yaitu, variasi ss dengan nilai sebesar 1,80 Watt, variasi sp dengan nilai sebesar 0,78 Watt, variasi ps dengan nilai variasi sebesar 2,76 Watt, dan variasi pp dengan nilai sebesar 0,82 Watt. Efisiensi rata-rata tertinggi yang didapatkan dalam penelitian di setiap variasi yaitu, variasi ss dengan nilai 8,07 %, variasi sp dengan nilai sebesar 3,40 %, variasi ps dengan nilai 13,07 %, dan variasi pp dengan nilai sebesar 2,29 %. Variasi ps memiliki rata-rata daya keluaran dan efisiensi tertinggi selama pengujian.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Tugas akhir ini dapat diselesaikan berkat bimbingan dan dukungan ilmiah maupun materiil dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada; Allah Subhanahu Wa ta'ala, yang telah memberikan petunjuk serta jalan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Kedua orang tua penulis bapak Khaeril Anwar dan ibu Husnul Qoriah yang sangat penulis cintai dan yang telah membesarkan serta mendidik penulis, semoga selalu dalam perlindungan Allah Subhanahu Wa ta'ala. Bapak Ir. Muhamad Syamsu Iqbal, ST., MT., Ph.D. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mataram. Bapak Arif Mulyanto, ST., MT. Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram. Bapak Nurpatia, ST., M.Eng. Selaku dosen pembimbing utama yang telah meluangkan waktu untuk memberi arahan dan bimbingan kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir ini, sehingga dapat terselesaikan dengan baik. Bapak Syahrul, ST., M.Eng., Ph.D. Selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan bimbingan dan ilmu yang bermanfaat untuk penulis selama penyusunan Tugas Akhir ini. Bapak Prof. Mirmanto, ST., MT., bapak Yesung Allo Padang, ST., M.Eng., dan ibu Nurchayati, ST., MT. Selaku tim dosen pembahas yang telah memberikan koreksi, masukan maupun arahan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Bapak I Dewa Ketut Okariawan, ST., MT. Selaku dosen pembimbing akademik, seluruh tim dosen pengajar Jurusan Teknik Mesin dan seluruh staf administrasi Teknik Mesin. Tim panel surya Yusril, Ihsan, Rusdin dan Wahyu yang sudah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Komunitas Akhi Engineer (AE) yaitu, Bena, Dapir, Hendi, Ihsan, Mulyadi, Ponco, Rajib, Reivaldi, Rusdin, Sya'ban, Wahyu, Yusril, Zahrul, dan Zidan yang selalu mendukung dan turut membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Seluruh keluarga, sanak saudara, sahabat, dan kerabat penulis yang tidak bisa disebutkan secara keseluruhan yang sudah turut membantu, mendukung, dan memotivasi penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Mesin angkatan 2019 yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu yang sudah turut membantu penelitian ini baik secara moril maupun materiil. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah memberikan dukungan, doa, kritik, saran, dan bimbingan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

#### DAFTAR NOTASI

$\eta$	: Efisiensi (%)
A	: Luas rangkaian panel surya <i>polycrystalline</i> (m <sup>2</sup> )
b	: Lebar (m)
I	: Arus (Ampere)
Irad	: Intensitas Radiasi Matahari (W/m <sup>2</sup> )
Lk	: Luas klaster panel surya <i>polycrystalline</i> (m <sup>2</sup> )
Ls	: Luas keping panel surya <i>polycrystalline</i> (m <sup>2</sup> )
p	: Panjang (m)
Pin	: Daya masuk (Watt)
Pout	: Daya keluar (Watt)
pp	: Rangkaian paralel-paralel
ps	: Rangkaian paralel-seri
sp	: Rangkaian seri-paralel
ss	: Rangkaian seri-seri
V	: Tegangan (Volt)

#### DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, D., Abdillah, H., & Hariyadi, T. W. (2022). Analisa Perbandingan Daya Keluaran Panel Surya Tipe Monokristalin 50 WP Yang Dirangkai Seri Dan Paralel Pada Insta- lasi PLTS Off-Grid. *Jurnal Elektro dan Mesin Terapan*, 8(1), 12-21. <https://doi.org/1-035143/elementer.v8i1.5187>
- Anibta, E. D., Hasan, H., & Syukriyadin, S. (2019). Perancangan Sistem Monitoring Dan Switching Control Hubungan Seri-Paralel Panel Surya. *In Seminar Nasional dan Expo Teknik Elektro. Banda Aceh* (pp. 66-

71).

- Asy'ari, H., Jatmiko., Angga. (2012). Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Sel Surya. *Simposium Nasional RAPI XI FT UMS* (52-57).
- Dahliya, D., Samsurizal, S., & Pasra, N. (2021). Efisiensi Panel Surya Kapasitas 100 Wp Akibat Pengaruh Suhu Dan Kecepatan Angin. *Sutet*, 11(2), 71-80.
- Humaira, J. D. (2023). Komparasi Unjuk Kerja Hubungan Seri, Paralel, dan Seri Paralel pada Panel Surya. *MSI Transaction on Education*, 4(1), 1-12.
- Makulau, A., Samsurizal, S., & Kevin, S. (2020). Karakteristik Temperatur Pada Permukaan Sel Surya Polycrystalline Terhadap Efektivitas Daya Keluaran Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *SUTET*, 10(2), 69-78. <https://doi.org/10.33322/sutet.v10i2.1291>
- 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.
- Putri, S. W., Marausna, G., & Prasetyo, E. E. (2022). Analisis Pengaruh Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Daya Keluaran Pada Panel Surya. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 8(1), 29-37. <https://doi.org/10.56521/teknika.v8i1.442>
- Santoso, P. P. A., Nopriandy, F., Ningsih, I. F. B., Anjiu, L. D., & Kurniawan, I. (2022). Pengaruh Bentuk Rangkaian Panel Surya Terhadap Kuat Arus, Tegangan dan Daya. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, 6(1), 26-35.