

Pengaruh Shading (Bayangan) Pada Panel Surya Monocrystalline Terhadap Energi Listrik Yang Dihasilkan Secara Seri Dan Paralel

Partaonan Harahap¹, Egi Prastio², dan Benny Oktrialdi³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammdiyah Sumatera Utara

Copresponent Author : partaonanharahap@umsu.ac.id

Abstract — shading is a condition in which one or more silicone cells of a solar panel are covered from sunlight so that the shade is lower than the other. therefore, this study aims to look at the impact of shadows on the module by analyzing the output per plts array, then the shadow source is removed. the results of the analysis showed that there was an increase in the output at 08.00 – 18.00 wib. in the testing of solar panels connected in series & parallel if given the influence of shading, on the solar panel connected series & paralel will both experience the change of increase and decrease caused by the change in temperature, then on the side of the current changes that occur between series and parallel are very influential if due to the movement of clouds that can cover the sun, and on the power side are also affected, when on the voltage side and also the current are undergoing drastic changes. based on the calculation of the comparison of the average power of the battery in partial shading conditions connected in series there is an average of power of 73.2 watt, whereas in parallel connected there is a mean power of 88.7 watt. and the vrla battery type battery is divided by 50%, then the required battery for plts is connected serially by 45.7 ah and and paralel 188 ah. whereas the value of the effisein in the plts connected series is 0.68%. whereas at the efisein value in the parallel plts it is 0.56%.

keywords: solar cells, shadows, output power and efficiency

Abstrak — shading adalah kondisi dimana salah satu atau lebih sel silikon dari panel surya tertutup dari sinar matahari sehingga tengangannya lebih rendah dari yang lainnya. oleh sebab itu penelitian ini bertujuan untuk melihat dampak bayangan pada modul dengan menganalisis output per array plts, selanjutnya sumber bayangan dihilangkan. dari hasil analisa menunjukkan terdapat kenaikan output pada pukul 08.00 – 18.00 wib. pada pengujian panel surya yang terhubung secara seri & paralel jika diberi pengaruh shading, pada panel surya yang terhubung seri & paralel akan sama-sama mengalami perubahan peningkatan serta penurunan yang diakibatkan oleh perubahan suhu, kemudian pada sisi arus perubahan yang terjadi antara seri dan paralel sangat berpengaruh jika disebabkan oleh pergerakan awan yang dapat menutupi matahari, dan dari sisi daya juga ikut terpengaruh, apabila dari sisi tegangan dan juga arusnya mengalami perubahan yang drastis. berdasarkan hasil perhitungan perbandingan rata-rata daya kelauran pada kondisi partial shading terhubung secara seri terdapat rata-rata daya sebesar 73.2 watt, sedangkan pada terhubung secara paralel terdapat rata-rata daya sebesar 88.7 watt. dan baterai jenis vrla baterai dibagi 50%, maka baterai yang dibutuhkan untuk plts di hubungkan secara seri sebesar 45,7 ah dan dan

paralel 188 ah. sedangkan nilai efisein pada plts terhubung seri sebesar 0.68 %. sedangkan pada nilai efisein pada plts terhubung paralel sebesar 0.56%

Kata kunci: Sel surya, Bayangan, Daya output dan Efisiensi

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik dunia terus meningkat seiring dengan meningkatnya kemajuan peradaban manusia. Pemanfaatan sumber energi listrik seperti batu bara, bahan bakar minyak, gas alam menghadapi kendala yang semakin besar kendala tersebut adalah sumbernya yang semakin berkurang dan yang lebih penting lagi munculnya persoalan polusi lingkungan hidup yang membahayakan bagi kehidupan umat manusia.

Pengembangan sumber tenaga alternatif yang terbarukan dan bebas polusi menjadi kebutuhan mendesak bagi seluruh umat manusia. Sumber tenaga terbarukan tersebut seperti tenaga surya, tenaga angin, tenaga air, tenaga gelombang air laut dan lain-lain. Pengembangan pemanfaatan energy terbarukan harus dilakukan baik dalam bentuk riset di laboratorium maupun terapannya berupa teknologi tepat guna yang langsung dapat dimanfaatkan oleh masyarakat[1].

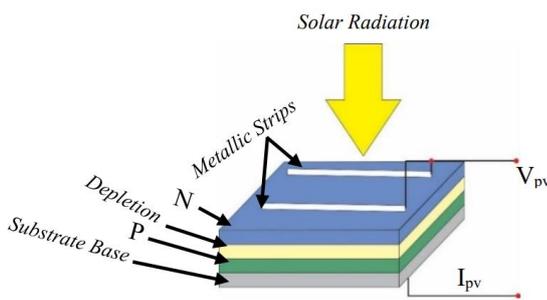
Hal ini membuat Indonesia terletak dikawasan tropis dan dilewati garis khatulistiwa sehingga tingkat radiasi matahari pada daerah di Indonesia memiliki rata-rata cukup tinggi perharinya yaitu 4,8 kWh/m² /hari dan ini membuat potensi besar untuk mengembangkan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)[2][3]. Sumber energi terbarukan mempunyai sifat terbarukan serta berkesinambungan dan pemanfaatan sumber energi terbarukan merupakan alternatif yang perlu terus dikembangkan. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menggunakan energi matahari sebagai sumber terbarukan dan mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik.

Untuk memaksimalkan intensitas matahari yang diterima oleh panel surya maka pada perancangan sistem dibutuhkan sudut kemiringan panel yang paling tepat untuk menerima radiasi matahari yang paling tinggi. Shading adalah dimana salah satu atau lebih sel silikon dari solar cell panel tertutup dari pancaran sinar matahari. Shading/teduh/bayangan PLTS biasanya dihasilkan dari susunan Array yang terdiri atas beberapa panel surya yang dihubungkan secara seri atau

paralel untuk menghasilkan daya yang diinginkan. Satu sel silikon menghasilkan tegangan lebih kurang 0,6 Volt.

Shading adalah kondisi dimana salah satu atau lebih sel silikon dari panel surya tertutup dari sinar matahari sehingga tegangannya lebih rendah dari yang lainnya. Pada keadaan ini, sel tersebut akan menjadi beban dari sel lainnya yang berfungsi normal. *Shading* akan mengurangi daya keluaran dari panel surya secara signifikan[4]. Tertutupnya sebagian permukaan sel surya biasanya disebabkan karena adanya bangunan atau pohon-pohon yang lebih tinggi. Karena menyebabkan tertutupnya sel surya maka kinerja dari sel surya pun tidak akan maksimal, sehingga dapat sangat berpengaruh pada penurunan nilai daya output dan juga arus yang dihasilkan. Umumnya, sudut orientasi panel surya yang menghasilkan energi tahunan maksimum, sangat bergantung terhadap posisi lintang dari lokasi pemasangan panel.

Penelitian sebelumnya telah menyoroti dampak negatif dari *shading* pada panel surya. Namun, kebanyakan penelitian tersebut fokus pada panel individu tanpa mempertimbangkan pengaruh konfigurasi koneksi seri dan paralel. Oleh karena itu, ada kebutuhan untuk melakukan penelitian yang lebih komprehensif yang melibatkan panel surya monocrystalline yang dihubungkan secara seri dan paralel. Panel surya merupakan suatu komponen semikonduktor yang berfungsi mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik. Pengubahan energi tersebut dilakukan dengan cara melepaskan elektron pada saat menerima rangsangan dari sinar matahari. Bahan semikonduktor yang digunakan pada panel surya untuk mengkonversi energi tersebut berupa silikon. Bahan tersebut terdiri atas dua buah lapisan yaitu lapisan bermuatan negatif (N) dan lapisan bermuatan positif (P), seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1[8].



Gambar 1. Konstruksi dari panel surya

Panel Surya merupakan teknologi yang berfungsi mengkonversi energi surya menjadi energi listrik secara langsung. Pada umumnya yang diketahui Sel Surya terbagi menjadi beberapa tipe, yaitu tipe Silicon Monocrystalline dan tipe Silicon Polycrystalline. Prinsip kerja panel surya tergolong sederhana yaitu menyerap radiasi matahari dan mengubahnya menjadi energi listrik yang mana cahaya matahari merupakan sumber daya alam yang melimpah. Panel surya merupakan modul yang terdiri beberapa sel

yang secara seri dan paralel tergantung ukuran dan kapasitas yang diperlukan. Solar cell biasanya terbuat dari potongan silikon yang sangat kecil dengan dilapisi bahan kimia khusus. Sel surya biasanya mempunyai ketebalan minimum 0,3 mm yang terbuat dari irisan semikonduktor dengan kutub positif dan negatif. Tiap sel surya biasanya menghasilkan tegangan 0,5 volt. Sel surya merupakan elemen aktif (Semikonduktor) yang dapat merubah energi surya menjadi energi listrik. Energi matahari yang terdiri dari energi photon akan menembus sisi tipe-n hingga daerah deplesi. Energi photon tersebut akan menghasilkan elektron dan hole yang berlimpah pada daerah deplesi dan terjadi medan listrik yang akan mendorong elektron dan hole keluar menuju sisi N dan P sehingga konsentrasinya sangat tinggi dan perbedaan potensial akan berkembang serta akan mengalirnya arus listrik.

Sebuah sel panel surya dapat dimodelkan oleh sebuah sumber arus secara paralel dengan dioda. Sebuah resistor shunt dan sebuah resistor paralel ditambahkan untuk model mekanisme kerugian dalam sel panel surya. Dari rangkaian ekuivalen pada Gambar 1, yang dihasilkan oleh sel panel surya adalah sumber arus dikurangi arus yang mengalir melalui dioda dan yang mengalir melalui resistor paralel, sehingga dapat dituliskan persamaan (2.1) seperti berikut [3] :

$$I = I_L - I_0 \left[\exp \left(\frac{V + R_s I}{V_t a} \right) - 1 \right] - \frac{V + R_s}{R_{sh}} \quad (1)$$

Dimana I_L arus yang dibangkitkan cahaya (A), I_0 arus saturasi dioda p-n (A), R_s merupakan resistor seri pada sel PV (Ω), R_{sh} resistor paralel sel panel surya (Ω), a adalah parameter dioda $1 \leq a \leq 2$ dan V_t tegangan terminal (V) yang dinyatakan seperti persamaan (2.2) berikut :

$$V_t = N_s \frac{kT}{q} \quad (2)$$

Dimana,

T merupakan temperatur (K),

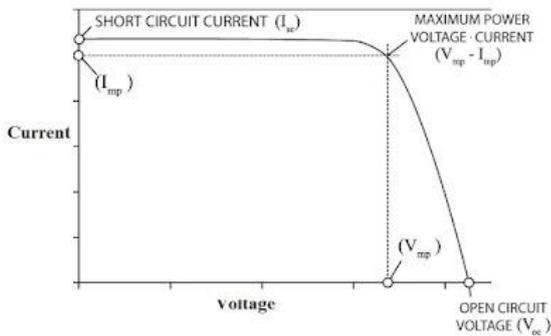
k konstanta Boltzmann (1.3806×10^{-23} J/K) dan

q muatan elektron (1.6021×10^{-19} C)

R_p resistor shunt atau resistor paralel menunjukkan arus yang bocor (leakage) pada sambungan p-n dioda, dimana nilainya untuk panel surya modul silikon sekitar 0.1 – 10 m².

Intensitas radiasi matahari tergantung pada posisi geografis, waktu, hari tahun, kondisi iklim, komposisi atmosfer, ketinggian, dan berbagai faktor lainnya. Pada umumnya data informasi tentang karakteristik dan kinerja perangkat panel surya sehubungan dengan apa yang disebut *Standard Test Condition* (STC), yang berarti intensitas radiasi matahari 1000 W / m² dengan kondisi suhu

pada 25 °C[9]. Pada Gambar 2 menunjukkan kurva karakteristik I dan V pada panel surya seperti berikut:



Gambar 3. Kurva karakteristik I dan V panel surya

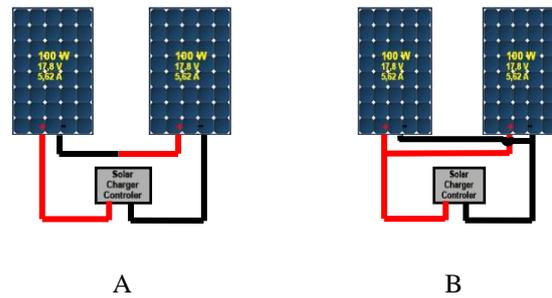
Pada kurva di atas V_{mp} merupakan tegangan maksimum dan I_{mp} adalah arus maksimum. Jumlah daya (watt) pada batas maksimum ditentukan dengan perkalian dari V_{mp} dan I_{mp} . Output berkurang sebagaimana tegangan menurun. Arus dan daya output dari kebanyakan panel surya menurun sebagaimana tegangan meningkat melebihi *maximum power point*.

II. METODE PENELITIAN

Pengujian arus dan tegangan panel surya dilakukan dengan melakukan pengukuran nilai arus dan tegangan dalam kondisi sirkuit tertutup, yaitu ketika panel surya terhubung dengan beban. Pengukuran arus dan tegangan dilakukan pada kabel yang menghubungkan Solar Charge Controller (SCC) dengan panel surya. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh suhu permukaan terhadap daya keluaran ketika *partial shading* dengan metode yang sama dengan pengujian sebelumnya yaitu mengukur suhu permukaan yang tidak tertutup oleh *partial shading* lalu membandingkannya pada tiap kondisi skenario shading. Pengujian dilakukan sehari-hari dimulai dari pukul 08:00 WIB sampai 18:00 WIB.

Penelitian dimulai pertama kali dengan merumuskan masalah yang akan dikaji dalam penelitian, dilanjutkan dengan studi kepustakaan untuk mendukung dan sebagai landasan pelaksanaan penelitian. Jalannya penelitian dilakukan dengan Perancangan sistem PLTS secara seri dan paralel, Melakukan pengukuran pengaruh shading pada 25%, 50% dan 75 % berhubung secara seri, Melakukan pengukuran pengaruh shading pada 25%, 50% dan 75 % berhubung secara Paralel, Melakukan analisis perhitungan Menentukan total beban pemakaian per hari, Analisis Pengaruh shading (bayangan) terhadap produksi energy listrik dari panel surya yang dihubungkan secara seri berdasarkan daya yang dihasilkan, Perbandingan Daya Rata-rata keluaran terhubung secara seri dan paralel, Pengaruh Kombinasi Rangkaian Seri-Paralel Panel Surya Terhadap Pengisian Kedalam Battery, Perhitungan Nilai Efisiensi dari Solar Panel Terhadap Efek Shading yang terhubung seri dan paralel.

Adapun perancangan alat sebagai berikut :



Gambar 4. A.Rangkaian Seri B. Rangkaian Paralel

1. Perhitungan Arus

Perhitungan Arus secara Seri : $I = I_1 = I_2 \dots$ (3)

Perhitungan Arus secara Paralel: $I = I_1 + I_2 \dots$ (4)

2. Perhitungan Tegangan

Perhitungan Tegangan secara Seri: $V = V_1 + V_2 \dots$ (5)

Perhitungan Tegangan secara Paralel: $V = V_1 = V_2$ (6)

Perhitungan Daya : $P = V \times I$ (7)

Adapun Spesifikasi dari Panel surya 50 Wp terdiri dari bahan polycrystalline berukuran 670 x 490 x 30 mm memiliki berat 3,8 Kg. Daya maksimal yang bisa dihasilkan sebesar 50 Watt dengan tegangan maksimum 17,2V dan arus maksimum 2,91A. Ketika arus nol, panel surya ini akan menghasilkan tegangan sebesar 21,6V. Sementara saat tegangan nol, panel surya akan dilalui arus sebesar 3,23A. Nilai panel surya memiliki efisiensi antara 15% dan 20%, meski dalam beberapa kasus panel surya yang memiliki kualitas tinggi dapat melebihi efisiensi 22% dan hampir mencapai 23%. Panel surya fotovoltaik yang tersedia dipasaran belum memiliki efisiensi di atas 20%.

Menentukan total beban pemakaian per hari.

Daya Beban (Wh) = Daya x Waktu

Menentukan kuantitas panel surya :

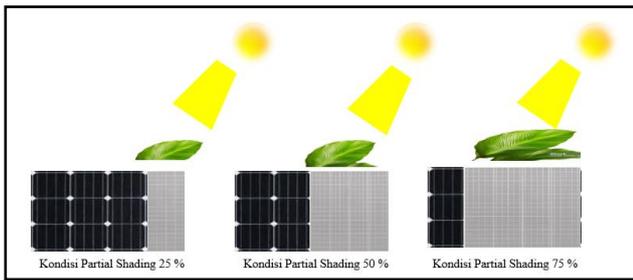
Kuantitas Modul Surya = $\frac{\text{Total Daya Beban Pemakaian Harian (Wh)}}{\text{Wp Panel} \times \text{Jam Matahari}}$

Menentukan jumlah baterai/aki:

Kuantitas Baterai (Ah) = $\frac{\text{Total Kebutuhan Energi Harian}}{\text{Tegangan Baterai} \times \text{Arus Baterai}}$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan dengan dengan Pengujian Suhu dan Kondisi *Partial Shading* 25%, 50% dan 75%. Pengukuran shading (bayangan) terhadap produksi energy listrik dari panel surya yang dihubungkan secara seri dilakukan selama 3 hari berturut-turut mulai tanggal 7 Maret- 9 Maret 2024 mulai pukul 08.00 -18.00 Wib terlihat hasil pengukuran seperti pada table dibawah ini.



Gambar 5. Pengujian Suhu dan Kondisi *Partial Shading* 25%, 50% dan 75%

Tabel 1. Hasil Pengujian Suhu dan Kondisi *Partial Shading* 25%, 50% dan 75% Pada Hari Pertama Terhubung Secara Seri

Hari Pertama

Waktu	Kondisi <i>Shading</i> 25%			Kondisi <i>Shading</i> 50%		Kondisi <i>Shading</i> 75%	
	Suhu	Tegangan	Arus	Tegangan	Arus	Tegangan	Arus
08.00-10.00	26	10	1.4	10	1.4	10	1.4
10.00-12.00	27	14	1.7	14	1.7	14	1.7
12.00-14.00	30	14.3	1.72	15	2	15	2
14.00-16.00	31	14.7	1.9	15.4	1.9	15.4	1.9
16.00-18.00	29	14.9	2	14	1.8	15	2.5

Berdasarkan hasil pengukuran *partial shading* 25%, 50%, 75 % yang dilakukan pada pukul 08:00 wib- 18.00 wib, dengan rata-rata suhu permukaan panel surya adalah 29 °c dengan tegangan rata-rata pada *partial shading* 25% sebesar 13.6 volt dan arus 1.7 amper, dan tegangan rata-rata pada *partial shading* 50 % sebesar 13.7 volt dan arus 1.8 amper, dan tegangan rata-rata pada *partial shading* 75 % sebesar 13.9 volt dan arus 1.9 amper.

Tabel 2. Hasil Pengujian Suhu dan Kondisi *Partial Shading* 25%, 50% dan 75% Pada Hari Kedua Terhubung Secara Seri

Hari kedua

Waktu	Kondisi <i>Shading</i> 25%			Kondisi <i>Shading</i> 50%		Kondisi <i>Shading</i> 75%	
	Suhu	Tegangan	Arus	Tegangan	Arus	Tegangan	Arus
08.00-10.00	28	13	1.5	12	1.5	12	1.5
10.00-12.00	30	14	1.7	14	1.7	14	1.7
12.00-14.00	30	14.5	2	15.3	2.2	15.3	2.2
14.00-16.00	32	14.5	2	15	2	15	2
16.00-18.00	31	14	1.7	15	1.8	14.3	1.8

Berdasarkan hasil pengukuran *partial shading* 25%, 50%, 75 % yang dilakukan pada pukul 08:00 Wib- 18.00 Wib, dengan rata-rata suhu permukaan panel surya adalah 30 °C dengan tegangan rata-rata pada *partial shading* 25% sebesar 14 Volt dan Arus 1.8 Amper, dan tegangan rata-rata pada *partial shading* 50 % sebesar 14.3 Volt dan Arus 1.8 Amper, dan tegangan rata-rata pada *partial shading* 75 % sebesar 14.1 Volt dan Arus 1.8 Amper.

Tabel 4.3. Hasil Pengujian Suhu dan Kondisi *Partial Shading* 25%, 50% dan 75% Pada Hari Ketiga Terhubung Secara Seri

Hari Ketiga

Waktu	Kondisi <i>Shading</i> 25%			Kondisi <i>Shading</i> 50%		Kondisi <i>Shading</i> 75%	
	Suhu	Tegangan	Arus	Tegangan	Arus	Tegangan	Arus
08.00-10.00	26	9	1.2	9	1.2	9	1.2
10.00-12.00	29	14	1.7	14	1.7	14	1.7
12.00-14.00	31	14.5	1.72	14.5	1.72	14.5	1.72
14.00-16.00	31	14.7	1.9	14.9	2	14.9	2
16.00-18.00	29	14	2	14	2	13	2.1

Berdasarkan hasil pengukuran *partial shading* 25%, 50%, 75 % yang dilakukan pada pukul 08:00 Wib- 18.00 Wib, dengan rata-rata suhu permukaan panel surya adalah 29,2 °C dengan tegangan rata-rata pada *partial shading* 25% sebesar 13.2 Volt dan Arus 1.7 Amper, dan tegangan rata-rata pada *partial shading* 50 % sebesar 13.3 Volt dan Arus 1.7 Amper, dan tegangan rata-rata pada *partial shading* 75 % sebesar 13.1 Volt dan Arus 1.7 Amper.

Tabel 4. Hasil Pengujian Suhu dan Kondisi *Partial Shading* 25%, 50% dan 75% Pada Hari Pertama Terhubung Secara *Paralel*

Hari Pertama

Waktu	Kondisi <i>Shading</i> 25%			Kondisi <i>Shading</i> 50%		Kondisi <i>Shading</i> 75%	
	Suhu	Tegangan	Arus	Tegangan	Arus	Tegangan	Arus
08.00-10.00	26	10	1.2	10	1.2	10	1.2
10.00-12.00	30	15	2	15	2	15	2
12.00-14.00	30	15.2	2.5	15.5	2.5	15.2	2.5
14.00-16.00	29	15	3	15.4	3	15	3
16.00-18.00	30	15.1	3.2	14.8	2.5	15	2.1

Berdasarkan hasil pengukuran *partial shading* 25%, 50%, 75 % yang dilakukan pada pukul 08:00 Wib- 18.00 Wib, dengan rata-rata suhu permukaan panel surya yang terhubung secara *paralel* adalah 29 °C dengan tegangan rata-rata pada *partial shading* 25% sebesar 14.1 Volt dan Arus 2.4 Amper, dan tegangan rata-rata pada *partial shading* 50 % sebesar 14.1 Volt dan Arus 2.2 Amper, dan tegangan rata-rata pada *partial shading* 75 % sebesar 14 Volt dan Arus 2.2 Amper.

Tabel 5. Hasil Pengujian Suhu dan Kondisi *Partial Shading* 25%, 50% dan 75% Pada Hari Kedua Terhubung Secara *Paralel*

Hari Kedua

Waktu	Kondisi <i>Shading</i> 25%			Kondisi <i>Shading</i> 50%		Kondisi <i>Shading</i> 75%	
	Suhu	Tegangan	Arus	Tegangan	Arus	Tegangan	Arus
08.00-10.00	26	10	1.2	10	1.2	10	1.2
10.00-12.00	30	15	2	15	2	15	2
12.00-14.00	30	15.2	2.5	15.5	2.5	15.2	2.5
14.00-16.00	29	15	3	15.4	3	15	3
16.00-18.00	30	15.1	3.2	14.8	2.5	15	2.1

Berdasarkan hasil pengukuran partial shading 25%, 50%, 75 % yang dilakukan pada pukul 08:00 Wib- 18.00 Wib, dengan rata-rata suhu permukaan panel surya yang terhubung secara *paralel* adalah 26.8 °C dengan tegangan rata-rata pada partial shading 25% sebesar 13.4 Volt dan Arus 1.7 Amper, dan tegangan rata-rata pada partial shading 50 % sebesar 13.5 Volt dan Arus 1.7 Amper, dan tegangan rata-rata pada partial shading 75 % sebesar 13.4 Volt dan Arus 1.8 Amper.

Tabel 6. Hasil Pengujian Suhu dan Kondisi *Partial Shading* 25%, 50% dan 75% Pada Hari Ketiga Terhubung Secara *Paralel*
Hari Ketiga

Waktu	Kondisi <i>Shading</i> 25%		Kondisi <i>Shading</i> 50%		Kondisi <i>Shading</i> 75%		
	Suhu	Tegangan	Arus	Tegangan	Arus	Tegangan	Arus
08.00-10.00	28	14.9	1.2	14.9	1.2	14.9	1.2
10.00-12.00	28	15	1.7	15	1.7	15	1.7
12.00-14.00	28	15.6	3.2	15.7	3.3	15.6	3.2
14.00-16.00	27	15	2.6	15	2.6	15	2.6
16.00-18.00	27	14.8	2.5	14.8	2.5	14.8	2.5

Berdasarkan hasil pengukuran partial shading 25%, 50%, 75 % yang dilakukan pada pukul 08:00 Wib- 18.00 Wib, dengan rata-rata suhu permukaan panel surya yang terhubung secara *paralel* adalah 28 °C dengan tegangan rata-rata pada partial shading 25% sebesar 15.1 Volt dan Arus 2.2 Amper, dan tegangan rata-rata pada partial shading 50 % sebesar 15.1 Volt dan Arus 2.3 Amper, dan tegangan rata-rata pada partial shading 75 % sebesar 15.1 Volt dan Arus 2.2 Amper.

Analisis Pengaruh *shading* (bayangan) terhadap produksi energy listrik dari panel surya yang dihubungkan secara seri berdasarkan daya yang dihasilkan.

Untuk membandingkan antara daya keluaran rangkaian seri, maka kita harus menghitung data yang ada dengan rumus sebagai berikut:

Perhitungan Daya: $P = V \times I$

Tabel 7. Daya keluaran rangkaian seri

Hari	Daya <i>Shading</i> 25%	Daya <i>Shading</i> 50%	Daya <i>Shading</i> 75%
Pertama	23.7	24.1	26.4
Kedua	24.9	26.2	26
Ketiga	22.6	22.9	22.8
Ptotal	71.2	73.2	75.2

Dari hasil perhitungan bahwa semakin banyak jumlah panel yang dihubungkan maka semakin besar daya rata-rata keluaran yang dihasilkan sebesar 73.2 Watt

Analisis Pengaruh *shading* (bayangan) terhadap produksi energy listrik dari panel surya yang dihubungkan secara *paralel* berdasarkan daya yang dihasilkan.

Untuk membandingkan antara daya keluaran rangkaian *paralel*, maka kita harus menghitung data yang ada dengan rumus sebagai berikut:

Tabel 8. Daya keluaran rangkaian *paralel*

Hari	Daya <i>Shading</i> 25%	Daya <i>Shading</i> 50%	Daya <i>Shading</i> 75%
Pertama	33.5	31.7	30.3
Kedua	22.8	22.9	23.5
Ketiga	33.7	34.1	33.7
Ptotal	90	88.7	87.5

Dari hasil perhitungan bahwa semakin banyak jumlah panel yang dihubungkan maka semakin besar daya rata-rata keluaran yang dihasilkan sebesar 88.7 Watt.

Perbandingan Daya Rata-rata keluaran terhubung secara seri dan *paralel*

Tabel 9. Perbandingan Daya rata-rata keluaran rangkaian seri dan *paralel*

HARI	DAYA RATA-RATA KELUARAN TERHUBUNG SECARA	
	Seri	<i>Paralel</i>
Pertama	74.2	95.5
Kedua	77.1	96.2
Ketiga	68.3	102
Rata-rata	73.2	88.7

Dari hasil perhitungan di atas bahwa semakin banyak jumlah panel yang dihubungkan maka semakin besar daya keluaran yang dihasilkan, Berdasarkan data yang diperoleh tersebut, temperatur lingkungan dapat mempengaruhi nilai daya keluaran yang terukur pada panel surya. Semakin besar nilai temperatur lingkungan, maka nilai daya keluaran yang dihasilkan akan semakin meningkat. Peningkatan daya keluaran juga mempengaruhi efisiensi kerja dari panel surya. Sedangkan Pengaruh Kombinasi Rangkaian Seri-Paralel Panel Surya Terhadap

1. Pengisian Kedalam *Battery*

Pada dasarnya rangkaian seri atau paralel menghasilkan daya yang relatif sama, namun kombinasi nilai kuat arus dan tegangan yang berbeda. Hal ini dapat disesuaikan dengan tujuan pemakaian rangkaian panel surya. Pada sistem PLTS ini menggunakan tipe modul surya 50 Wp dari daya yang dihasilkan untuk perhitungan yang lebih efektif. Untuk negara tropis seperti Indonesia paparan sinar matahari yang didapat oleh panel surya berkisar 10 jam per harinya. Dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Daya Beban (Wh)} = \text{Daya rata-rata} \times \text{Waktu}$$

Pada kondisi *Partial Shading* terhubung secara Seri terdapat rata-rata daya sebesar 73.2 Watt

$$\text{Daya Beban (Wh)} = 73.2 \text{ Watt} \times 3 \text{ Hari} = 219.6 \text{Wh}$$

Pada kondisi *Partial Shading* terhubung secara *paralel* terdapat rata-rata daya sebesar 88.7 Watt

$$\text{Daya Beban (Wh)} = 88.7 \text{ Watt} \times 3 \text{ Hari} = 226.1 \text{Wh}$$

Pada sistem PLTS ini menggunakan tipe baterai VRLA lead acid dengan spesifikasi 12V 100 Ah dan inverter jenis PSW yang mana nilai efisiensi hanya 95% sehingga daya beban

harus ditambahkan 5% dari daya beban untuk perhitungan yang lebih efektif. dihitung menggunakan persamaan berikut: Menentukan jumlah baterai/aki:

Untuk Seri

$$\text{Kuantitas Baterai (Ah)} = \frac{219.6 \text{ Wh} \times 5\%}{12 \text{ Volt} \times 100 \text{ Ah}} = 91.5$$

$$\text{Maka Kuantitas Baterai} = \frac{91.5}{50\%}$$

$$\text{Maka Kuantitas Baterai} = 45,7 \text{ Ah}$$

Untuk Paralel

$$\text{Kuantitas Baterai (Ah)} = \frac{226.1 \text{ Wh} \times 5\%}{12 \text{ Volt} \times 100 \text{ Ah}} = 94$$

$$\text{Maka Kuantitas Baterai} = \frac{94}{50\%}$$

$$\text{Maka Kuantitas Baterai} = 188 \text{ Ah}$$

Penggunaan baterai jenis VRLA tidak dianjurkan digunakan pada discharge sampai kapasitas baterai habis total. Perhitungan jumlah baterai dibagi 50%, maka baterai yang dibutuhkan untuk PLTS di hubungkan secara seri dan paralel memenuhi daya beban per hari adalah 1 unit. Nilai Efisiensi dari Solar Panel Terhadap Efek Shading yang terhubung seri dan paralel

Efisiensi pada sel surya adalah perbandingan antara daya yang dihasilkan oleh sel surya dengan energi input yang diterima energy matahari. Efisiensi yang digunakan adalah efisiensi saat pengambilan data dilakukan. Untuk menghitung nilai efisiensi panel surya, dapat menggunakan persamaan pada BAB 3.

$$\eta = P_{out} / P_{in} \times 100\%$$

Dimana:

η = Efisiensi panel surya (%)

P_{out} = Daya output (Watt)

P_{in} = Daya input (Watt)

Maka:

Pada perhitungan nilai efisein pada PLTS dengan menggunakan rumus Efisiensi :

Terhubung Seri

$$\eta = P_{out} / P_{in} \times 100\%$$

$$\eta = 50 / 73.2 \times 100\%$$

$$\eta = 0.68\%$$

Terhubung Paralel

$$\eta = P_{out} / P_{in} \times 100\%$$

$$\eta = 50 / 88.7 \times 100\%$$

$$\eta = 0.56\%$$

Maka nilai efisein pada PLTS terhubung seri sebesar 0.68 % sedangkan pada nilai efisein pada PLTS terhubung paralel sebesar 0.56%. *Partial shading* yang dilakukan pada solar panel memiliki dampak yang signifikan dalam efisiensi kerja dari panel surya maupun tegangan keluaran, Penurunan efisiensi yang ditimbulkan akibat terjadinya *partial shading* sebesar 0.56% - 0.68 %.

IV. KESIMPULAN

Hasil dari pengujian panel surya yang terhubung secara seri & paralel jika diberi pengaruh *shading*, apabila disimpulkan adalah tegangan pada panel surya yang terhubung seri & paralel akan sama-sama mengalami perubahan peningkatan serta penurunan yang diakibatkan oleh perubahan suhu.

1. Berdasarkan hasil perhitungan perbandingan rata-rata daya kelauran pada kondisi *Partial Shading* terhubung secara Seri terdapat rata-rata daya sebesar 73.2 Watt, sedangkan pada terhubung secara Paralel terdapat rata-rata daya sebesar 88.7 Watt.
2. Penggunaan baterai jenis VRLA baterai dibagi 50%, maka baterai yang dibutuhkan untuk PLTS di hubungkan hubungkan secara seri sebesar 45,7 Ah dan dan paralel 188 Ah.
3. Pada nilai efisein pada PLTS terhubung seri sebesar 0.68 %. sedangkan pada nilai efisein pada PLTS terhubung paralel sebesar 0.56%.

Diharapkan dengan adanya alat ini pengguna panel surya tidak perlu repot untuk mengganti jenis rangkaian secara manual untuk menyesuaikan kebutuhan daya beban, disamping itu pengguna panel surya juga dapat mengetahui konfigurasi yang sesuai dengan penggunaan beban yang digunakan.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada LP2M terkhusus Uniersitas Muhammadiyah Sumatea Utara (UMSU) yang telah memberikan dana untuk penelitian ini. Dengan bantuan dana tersebut, penelitian ini bisa dilakukan dengan lebih baik.

DAFTAR ACUAN

- [1] A. Giyantara and R. B. Rizqullah, "Pengaruh Partial Shading Terhadap Daya Keluaran Pada Panel Surya," *Semin. Nas. ...*, 2020.
- [2] C. A. Siregar, A. M. Siregar, M. Daud, and M. D. Nasution, "firza,+Pemetaan+Potensi+Radiasi+Matahari+Di+S umatera+Utara+Berdasarkan+Perhitungan+Matemat ika+-+Chandra+Amirsyah+Putra+Siregar," pp. 72–78, 2021.
- [3] P. Harahap, F. I. Pasaribu, C. A. P. Siregar, and B. Oktrialdi, "Performance of Grid-Connected Rooftop Solar PV System for Households during Covid-19 Pandemic," *J. Electr. Technol. UMY*, vol. 5, no. 1, pp. 26–31, 2021, doi: 10.18196/jet.v5i1.12089.
- [4] Dongshuo New Energi, "Efek Shading pada output sistem PV surya," pp. 1–10, 2020.
- [5] P. P. A. Santoso, F. Nopriyandy, I. F. B. Ningsih, L. D. Anjiu, and I. Kurniawan, "Pengaruh Bentuk Rangkaian Panel Surya Terhadap Kuat Arus, Tegangan dan Daya," *J. Engine Energi, Manufaktur, dan Mater.*, vol. 6, no. 1, p. 26, 2022, doi: 10.30588/jeemm.v6i1.996.
- [6] R. Gustami, "Karakteristik sistem plts terhubung

- paralel dengan variasi beban,” pp. 1–22, 2020.
- [7] E. Doni Anibta, H. Hasan, and S. Syukriyadin, “Perancangan Sistem Monitoring dan Switching Kontrol Hubungan Seri-Paralel Panel Surya,” *Snete.Unsyiah.Ac.Id*, pp. 66–71, 2019.
- [8] P. Harahap, I. Nofri, and S. Lubis, “PLTS 200 Wp to Meet Energy Needs at the Taqwa Muhammadiyah Mosque, Sei Litu Village, Sawit Sebrang Langkat District,” *J. Innov. Community Engagem.*, vol. 1, no. 1, pp. 60–71, 2021, doi: 10.28932/jice.v1i1.3380.
- [9] Suryautamaputra, “Pengertian dan Jenis Panel Surya,” *Suryautamaputra.Co.Id*, pp. 1–7, 2016.
- [10] P. Surya, “Tahapan Analisa Bayangan PLTS Sebelum Pasang Panel Surya benzyltoluidine - China,” pp. 1–14, 2022.
- [11] S. Baqaruzi, K. Kananda, and A. Muhtar, “Perbandingan Penempatan Panel Fotovoltaik Di Atas Tanah (Ground Mounting Pv) Atau Di Atas Atap (Rooftop Pv) Sebagai Implementasi Pemanfaatan Plts Yang Efisien Di Itera,” *J. Elektro*, vol. 13, no. 1, pp. 31–38, 2020, doi: 10.25170/jurnalelektro.v13i1.1822.
- [12] T. Mesin, E. Terbarukan, and T. Elektronika, “Ligh Rangkaian Panel Surya secara 300L Solar Water Heater 300L Solar Water Heater,” pp. 1–8, 2021.
- [13] M. Inverter and T. Dunia, “Inverter Terbaik untuk PLTS , Daftar Merek Inverter Top Dunia Jenis Inverter Surya Inverter Off Grid (Stand-Alone Solar Inverter),” pp. 1–33, 2021.
- [14] A. R. L. Francisco, “IDE Arduino,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2013.
- [15] A. H. H. FAIZ and I. D. SAPUTRO, “Sirangsell: Rancang Bangun Sistem Switching Rangkaian Seri Dan Paralel Output Sel Surya Berbasis Arduino Uno,” no. 17524082, 2021.
- [16] A. P. Saffar and B. D. Barani, “Thermal effects investigation on electrical properties of silicon solar cells treated by laser irradiation,” *Int. J. Renew. Energy Dev.*, vol. 3, no. 3, pp. 184–187, 2014, doi: 10.14710/ijred.3.3.184-187.
- [17] icosolartenagasurya, “Perbedaan Monocrystalline vs Polycrystalline,” *Www.Tenagasuryadotblog.Wordpress.Com*, pp. 1–7, 2018.
- [18] Muhammad Fitara Zambak, “UniMAP Library Digital,” *SSRN Electron. J.*, vol. 1, no. 2, p. ; 8 شماره 2013, 117-99 ص.
- [19] S. Yoomak, T. Patcharoen, and A. Ngaopitakkul, “Performance and economic evaluation of solar rooftop systems in different regions of Thailand,” *Sustain.*, vol. 11, no. 23, pp. 1–20, 2019, doi: 10.3390/su11236647.
- [20] “Dioda Bypass PV Junction Box Untuk Perlindungan Panel Surya Sel Surya Terhubung Seri,” pp. 1–8, 2021.
- [21] A. Wicaksana and T. Rachman, “Gelombang Keluaran Inverter,” *Angew. Chemie Int. Ed. 6(11)*, 951–952., vol. 3, no. 1, pp. 10–27, 2018.
- [22] P. Inverter, P. Sine, W. Dan, and M. Sine, “Hobi Mikro,” pp. 6–11, 2018.
- [23] P. Sinewave, “Inverter Pure Sine Wave Inverter Puresinewave,” pp. 3–5.
- [24] M. Amin, J. Bailey, C. Tapia, and V. Thodimeladine, “Comparison of PV array configuration efficiency under partial shading condition,” *Conf. Rec. IEEE Photovolt. Spec. Conf.*, vol. 2016-November, pp. 3704–3707, 2016, doi: 10.1109/PVSC.2016.7750368.
- [25] N. Evalina, F. I. Pasaribu, A. A. H, and A. Sary, “Penggunaan Arduino Uno Untuk Mengatur Temperatur Pada Oven,” vol. 4, no. 2, pp. 122–128, 2022
- [26] J. Bai, Y. Cao, Y. Hao, Z. Zhang, S. Liu, and F. Cao, “Characteristic output of PV systems under partial shading or mismatch conditions,” *Sol. Energy*, vol. 112, pp. 41–54, 2015, doi: 10.1016/j.solener.2014.09.048.
- [27] F. Salem and M. A. Awadallah, “Detection and assessment of partial shading in photovoltaic arrays,” *J. Electr. Syst. Inf. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 23–32, 2016, doi: 10.1016/j.jesit.2015.10.003.
- [28] Y. J. Wang and P. C. Hsu, “Analytical modelling of partial shading and different orientation of photovoltaic modules,” *IET Renew. Power Gener.*, vol. 4, no. 3, pp. 272–282, 2010, doi:10.1049/iet-rpg.2009.0157.
- [29] W. Xiao, *Photovoltaic Power System*. 2017.
- [30] H. Ziar, S. Mansourpour, E. Afjei, and M. Kazemi, “Bypass diode characteristic effect on the behavior of solar PV array at shadow condition,” 2012 3rd *Power Electron. Drive Syst. Technol. PEDSTC 2012*, vol. 01, pp. 229–233, 2012, doi: 10.1109/PEDSTC.2012.6183331.