

Analisis Pengaruh Suhu dan *Partial Shading* Terhadap *Output Daya* PV 100-WP

Masramdhani Saputra^{*a)}, Asfari Hariz Santoso^{a)}, Binar Surya Gumilang^{a)}, Tio Chandra
Ardhi Pratama^{a)}

(Artikel diterima: April 2023, direvisi: Mei 2023)

Abstract: *This experiment discusses the effect of the variability of solar radiation due to partial shading and surface temperature of the PV Panel on the output power of 100 Wp solar panels. This study begins by determining the load of the system, i.e. DC pump in the nutrient circulation system of the DFT hydroponic system. From there, we can observe the change in solar panel power output and PV surface temperature change due to partial shade. This survey method actually measures the temperature and intensity of solar radiation and measures the power output of a solar panel, and the tools used are thermal sensors used to measure the surface temperature of solar panels. Solar power meter. to measure the solar irradiance and use the multimeter to measure the voltage and current, 10A capacity SCC battery, 100Wp capacity solar panel and 65Ah battery. The test will be conducted for 5 days, starting from 09:00 to 15:00 every day. This result shows that temperature increase affects the output power decrease when the solar panel is in normal condition (not half shaded condition). On the other hand, when partial shade conditions increase, the temperature does not affect the decrease in solar panel output power. The greater the intensity of partial shade produced by the solar panel, the lower the output power. However, for short periods of partial shade, the output power produced tends to be more stable than under normal conditions.*

Kata – kata Kunci : *Hydroponics, Output Power, Partial Shading, Solar Power Plant, Temperature*

1. Pendahuluan

Salah satu kebutuhan pokok manusia yang terus meningkat adalah pangan karena jumlah populasi manusia yang terus bertambah setiap hari. Tumbuhan menjadi salah satu penyedia utama pangan. Bercocok tanam merupakan solusi untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Saat ini, bercocok tanam dapat dilakukan di mana saja dengan mudah. Dalam perkembangan ilmu pertanian, sistem hidroponik telah dikenalkan kepada masyarakat. Teknologi pertanian ini cocok dikembangkan di wilayah perkotaan dengan lahan terbatas dan tenaga kerja yang sedikit. Sistem hidroponik menggunakan media tanam berupa pipa dan air yang mengalir untuk memberikan nutrisi kepada tanaman. Namun, sistem ini memerlukan pompa air yang terus-menerus untuk memastikan tanaman tumbuh dengan baik dan dapat dipanen. Penggunaan pompa air secara terus-menerus menyebabkan biaya penggunaan listrik PLN meningkat dan memberatkan petani hidroponik [4, 5].

Cadangan bahan bakar fosil semakin menipis dan langka. Menurut Rencana Strategis Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) tahun 2015-2019, cadangan minyak bumi Indonesia diperkirakan akan habis dalam 13 tahun mendatang [6]. Oleh karena itu, penggunaan energi terbarukan menjadi pilihan yang tepat untuk menggantikan listrik konvensional. Selain mengurangi biaya listrik, energi terbarukan juga mendukung penggunaan energi hijau dan mengurangi penggunaan energi fosil. Energi terbarukan dapat digunakan sebagai alternatif pembangkit tenaga listrik. Energi surya semakin populer karena ketersediaannya yang melimpah dan tak terbatas.

Penggunaan panel surya untuk memanfaatkan energi matahari adalah pilihan yang tepat karena durasi penyinaran matahari yang berlangsung sekitar 7 hingga 8 jam sehari. Panel surya dapat mengubah langsung energi matahari menjadi energi listrik yang dapat digunakan dalam sistem on-grid maupun off-grid.

Meskipun demikian, pemanfaatan energi listrik dari panel surya dalam budidaya tanaman hidroponik masih belum banyak dilakukan.

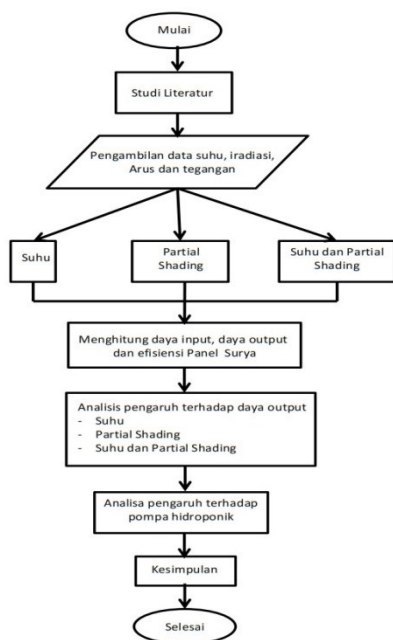
Daya yang dihasilkan oleh panel surya tergantung pada radiasi matahari yang diterimanya. Tingkat pencahayaan dari radiasi matahari yang jatuh pada luasan panel surya sebanding dengan daya listrik yang dihasilkan. Ketika panel surya menerima radiasi matahari yang berbeda akibat perubahan cuaca atau adanya halangan seperti awan, bayangan bangunan, atau pepohonan, kondisi ini disebut *partial shading*. Ketika sebagian permukaan panel surya tertutup, daya keluaran panel akan mengalami penurunan yang signifikan. Semakin banyak area yang terkena *shading*, daya keluaran panel surya akan semakin berkurang. Namun, beberapa penelitian menunjukkan bahwa ketika intensitas *shading* mencapai titik tertentu, daya keluaran panel surya menjadi konstan. Selain itu, cuaca dan paparan sinar matahari yang lama juga memengaruhi suhu permukaan panel surya dan akhirnya mempengaruhi efisiensi dan keluaran panel. Oleh karena itu, pengujian ini bertujuan untuk mengeksplorasi efek variasi radiasi matahari akibat *partial shading* dan suhu permukaan panel surya 100 Wp terhadap daya keluaran panel tersebut].

2. Metodologi

Adapun diagram alir penyelesaian penelitian menggunakan tahapan studi literatur, pengumpulan data dan pengolahan data dengan tujuan dapat menganalisis pengaruh dari suhu dan *partial shading* maupun keduanya terhadap daya output yang dihasilkan serta terhadap pompa sistem hidroponik.

* Korespondensi: masramdhani@polinema.ac.id

a) Prodi Sistem Kelistrikan, Jurusan Teknik Elektro, Polinema.
Jalan Soekarno-Hatta No. 9 Malang 65141



Gambar 2.1. Diagram Alir Penyelesaian Penelitian.

2.1 Hidroponik DFT

Istilah hidroponik merujuk pada metode bercocok tanam yang tidak menggunakan tanah sebagai media pertumbuhannya. Dalam hidroponik, tanaman dapat tumbuh dengan baik melalui pengaturan aliran air yang mengandung oksigen dan nutrisi ke akar tanaman. Keuntungan dari metode bercocok tanam hidroponik meliputi pertumbuhan dan produksi tanaman yang lebih terjamin, perawatan yang lebih mudah, penggunaan pupuk yang lebih efisien, serta aspek kebersihan yang lebih baik. Selain itu, hasil tanaman dalam hidroponik memiliki kontinuitas yang lebih jelas karena tidak terbatas pada musim tanam [6].

DFT (Deep Flow Technique) adalah salah satu sistem tanam dalam metode hidroponik yang menggunakan genangan air dalam instalasi dan menggunakan sirkulasi aliran yang lambat. Sistem ini mengandalkan listrik sebagai penggerak pompa agar nutrisi dapat dengan mudah mengalir ke seluruh akar tanaman. Instalasi pada metode hidroponik DFT memiliki bentuk yang datar sehingga mampu mempertahankan air nutrisi dalam genangan. Ketinggian air nutrisi dalam instalasi biasanya sekitar 4-6 cm. Jumlah air nutrisi yang menggenang dapat disesuaikan dengan ukuran sekitar ¼ dari diameter pipa yang digunakan.

2.2 PLTS Off-Grid

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah perangkat yang digunakan untuk mengonversi energi matahari menjadi energi listrik. PLTS juga dikenal dengan sebutan Solar Cell, Solar Photovoltaic, atau Solar Energy. PLTS memanfaatkan sinar matahari untuk menghasilkan arus listrik searah (Direct Current/DC), yang dapat diubah menjadi arus listrik bolak-balik (Alternating Current/AC) jika diperlukan. PLTS off-grid, juga dikenal sebagai PLTS stand-alone, adalah jenis PLTS yang beroperasi secara mandiri tanpa terhubung ke jaringan listrik umum, seperti PLN. Pada sistem ini, diperlukan baterai untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan pada siang hari sehingga dapat digunakan oleh beban pada malam hari [7].

2.3 Suhu Panel Surya

Salah satu faktor yang mempengaruhi kinerja suatu modul atau panel surya adalah suhu panel. Faktor-faktor yang mempengaruhi suhu panel surya meliputi (1) suhu lingkungan sekitar (ambient temperature), (2) koefisien temperatur (Temperature Coefficient), (3) kecepatan angin, dan (4) jenis instalasi panel surya [8]. Kinerja sel surya mencapai titik maksimum jika suhu sel tetap normal (sekitar 25°C), namun kenaikan suhu di atas nilai normal akan mengurangi tegangan yang dihasilkan (Voc). Setiap kenaikan suhu sel surya sebesar 10°C dari suhu normal 25°C akan mengakibatkan penurunan sekitar 0,4% pada total daya yang dihasilkan, atau secara keseluruhan daya akan melemah dua kali lipat untuk setiap kenaikan suhu sel sebesar 10°C [3].

2.4 Partial Shading

Partial shading merujuk pada kondisi ketika modul PV menerima intensitas radiasi matahari yang berbeda-beda akibat perubahan cuaca lokal atau keadaan lingkungan sekitar, seperti adanya awan, bayangan bangunan, atau pepohonan. Dalam kondisi partial shading, modul PV yang tidak terhalangi oleh bayangan akan menerima radiasi matahari pada tingkat tertentu, sedangkan modul yang terkena bayangan akan menerima radiasi yang lebih rendah. Daya yang dihasilkan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sangat bergantung pada intensitas radiasi matahari [3]. Kuat pencahayaan radiasi matahari yang diterima oleh luasan panel surya berbanding lurus dengan daya listrik yang dihasilkan. Kondisi ini menyebabkan penurunan daya keluaran dari rangkaian panel surya (PV array).

2.5 Output dan Input Daya

Sebelum kita dapat menentukan nilai daya output yang dihasilkan, penting untuk mengetahui daya input yang diterima. Daya input ini dapat dihitung dengan mengalikan intensitas radiasi matahari yang diterima dengan luas area modul PV [9], dan dapat diungkapkan melalui persamaan sebagai berikut:

$$P_{in} = I_r \times A \dots \dots \dots (2-1)$$

Keterangan:

P_{in} = Daya Input akibat radiasi matahari (Watt)

I_r = Intensitas radiasi matahari (Watt/m²)

A = Luas area permukaan *photovoltaic module* (m²)

Sedangkan untuk besarnya daya pada *solar cell* (P_{out}) yaitu perkalian tegangan dan arus yang dihasilkan oleh sel *photovoltaic*, dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut [10, 11, 12] :

$$P_{out} = V \times I \dots \dots \dots (2-2)$$

Keterangan:

P_{out} = Daya yang dibangkitkan oleh *solar cell* (Watt),

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

2.6 Efisiensi Panel Surya

Efisiensi pada sel surya adalah perbandingan antara daya yang dihasilkan oleh sel surya dengan energi input yang diterima dari irradiance matahari. Efisiensi yang digunakan adalah efisiensi saat pengambilan data dilakukan. Untuk menghitung nilai efisiensi panel surya, dapat menggunakan persamaan 2-3 sebagai berikut [13, 14, 15]:

$$\eta = P_{out} / P_{in} \times 100\% \dots \dots \dots (2-3)$$

Dimana:

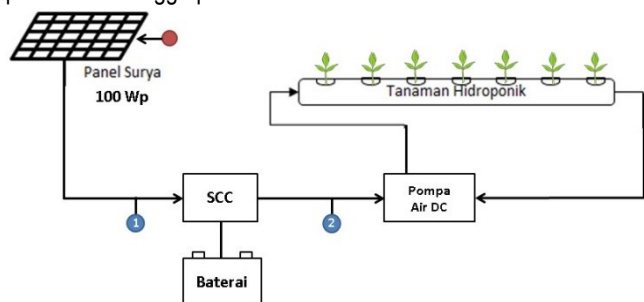
η = Efisiensi panel surya (%)

P_{out} = Daya output (Watt)

$$P_{in} = \text{Daya input (Watt)}$$

3. Pembahasan

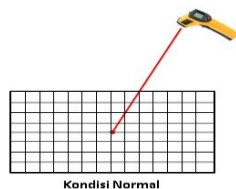
Pengujian arus dan tegangan panel surya dilakukan dengan melakukan pengukuran nilai arus dan tegangan dalam kondisi sirkuit tertutup, yaitu ketika panel surya terhubung dengan beban. Beban yang digunakan dalam pengujian ini adalah motor pompa DC. Pengukuran arus dan tegangan dilakukan pada kabel yang menghubungkan Solar Charge Controller (SCC) dengan panel surya (posisi 1), serta pada kabel yang menghubungkan SCC dengan beban pompa DC (posisi 2). Selama pengujian, juga dilakukan pengukuran suhu dan intensitas radiasi matahari mulai pukul 09.00 hingga pukul 15.00 WIB.



Gambar 3.1 Diagram Kerja PLTS Untuk Hidroponik

3.1 Hasil Pengujian Pengaruh Suhu

Pengujian efek suhu terhadap daya keluaran dilakukan dalam kondisi normal tanpa adanya partial shading. Pengambilan data dilakukan secara periodik setiap 10 menit untuk memantau perubahan suhu dan dampaknya terhadap daya output yang dihasilkan.



Gambar 3.2. Pengujian Suhu Kondisi Normal

Dari hasil pengujian yang dilakukan, dipilih beberapa sampel berdasarkan data intensitas radiasi yang sama namun memiliki perbedaan nilai temperatur dan daya pada setiap jam pengujian yang berbeda pada posisi 1. Tujuan dari ini adalah untuk mengamati apakah perbedaan suhu pada intensitas radiasi yang sama akan berdampak pada peningkatan atau penurunan nilai daya keluaran.

Tabel 3.1. Tabel Hubungan Suhu Permukaan Dengan Kapasitas Daya Keluaran

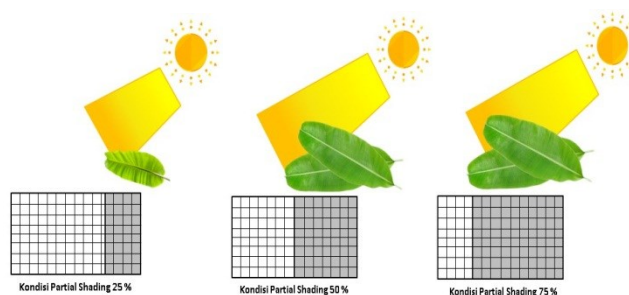
Irradian (W/m^2)	Waktu	Suhu ($^{\circ}C$)	P out (Watt)	P in (Watt)	Efisiensi (%)
281	9:00	27	23,14	195,79	11,82
	14:10	32,2	14,43	175,22	8,24
399	9:30	29	27,51	273,84	10,05
	11:00	34	21,71	272,40	7,97

638	14:40	30,6	33,27	437,38	7,61
	10:50	37,6	29,57	434,64	6,8
852	12:50	35,7	58,79	584,31	10,06
	11:10	38,8	31,96	582,26	5,49
939	10:00	33	33,65	642,40	5,24
	14:00	35,7	20,72	632,35	3,28

Pada intensitas radiasi matahari sebesar 638 W/m^2 , terdapat perbedaan nilai daya pada suhu dan waktu yang berbeda. Pada pukul 14:40, pada suhu 30,6 $^{\circ}C$, daya yang dihasilkan adalah 33,27 W, sedangkan pada pukul 10:50, pada suhu 37,6 $^{\circ}C$, daya yang dihasilkan adalah 29,57 W, meskipun intensitas cahayanya sama. Selain itu, pada tabel data yang sama, terlihat penurunan nilai efisiensi pada intensitas radiasi yang sama. Pada suhu 30,6 $^{\circ}C$, efisiensi sebesar 7,4%, sedangkan pada suhu 37,6 $^{\circ}C$, efisiensi turun menjadi 6,8%. Hal ini juga terjadi pada beberapa titik nilai intensitas radiasi lain yang tercantum dalam tabel 3.1 di atas. Ketika suhu rendah, nilai daya dan efisiensi yang dihasilkan lebih tinggi. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa temperatur permukaan panel surya memiliki pengaruh terhadap daya keluaran dan efisiensi panel surya. Berdasarkan tabel 3.1 di atas, terlihat pengaruh rata-rata perubahan daya untuk setiap peningkatan atau penurunan suhu sebesar 3,36 $W/^{\circ}C$.

3.2 Hasil Pengujian Partial Shading

Pengujian dilakukan untuk mengamati dampak dari shading dengan melakukan tiga skenario berbeda. Untuk menjaga kondisi panel surya dalam keadaan normal tanpa partial shading, data suhu rata-rata harian diambil dari percobaan sebelumnya, dan diperoleh suhu rata-rata harian sebesar 35,4 $^{\circ}C$. Selanjutnya, pengamatan dilakukan untuk menentukan waktu pada saat panel surya mencapai suhu yang sama dengan suhu rata-rata harian tersebut. Hasilnya menunjukkan bahwa suhu rata-rata tercapai sekitar pukul 10:50 WIB. Tujuannya adalah agar pengujian dapat difokuskan pada dampak yang dihasilkan oleh partial shading tanpa dipengaruhi oleh faktor lain, seperti perbedaan suhu.



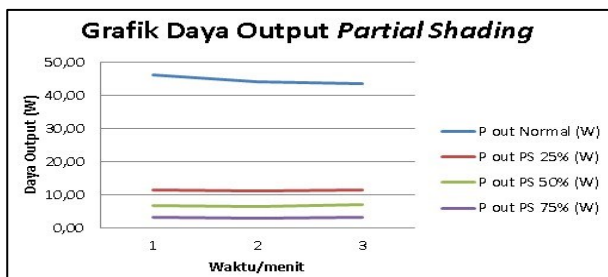
Gambar 3.3. Pengujian Kondisi Partial Shading 25%, 50% dan 75%

Pengukuran arus dan tegangan diukur secara manual menggunakan multimeter digital dan dilakukan pengambilan masing-masing 3 sampel data pada tiap kondisi. Hal ini bertujuan agar suhu tidak lekas berubah lebih besar maupun lebih kecil dan pengambilan data pada tiap kondisi tidak terpengaruh oleh adanya perubahan suhu

Tabel 3.2 Hasil Perhitungan Daya Saat Kondisi *Partial Shading*

Kondisi	P in (Watt)	P out (Watt)		Efisiensi (%)	
		Posisi 1	Posisi 2	Posisi 1	Posisi 2
Normal	526,218	35,00	15,97	6,65	3,03
	512,55	32,88	15,96	6,41	3,11
	495,1233	32,25	15,97	6,51	3,23
<i>Partial shading</i> 25%	541,1161	4,55	15,44	0,84	2,85
	523,211	4,67	15,43	0,89	2,95
	527,9948	4,43	15,43	0,84	2,92
<i>Partial shading</i> 50 %	493,0048	3,69	15,42	0,75	3,13
	483,5738	3,69	15,42	0,76	3,19
	488,836	3,81	15,42	0,78	3,15
<i>Partial shading</i> 75%	501,3422	3,08	15,42	0,61	3,08
	494,9866	2,83	15,42	0,57	3,11
	543,4397	3,08	15,43	0,57	2,84

Berdasarkan data tabel 3.2, pada posisi 1 efek *partial shading* 25% menyebabkan penurunan daya sebesar 86,36%. 50% *partial shading* mengakibatkan penurunan daya sebesar 88,82%. Selanjutnya, 75% *partial shading* menyebabkan penurunan daya keluaran sebesar 91,03% dibandingkan daya pada kondisi normal. Selain itu penurunan juga terjadi pada nilai efisiensi, hal ini karena nilai efisiensi sangat bergantung pada nilai daya seperti dalam persamaan 2-3.

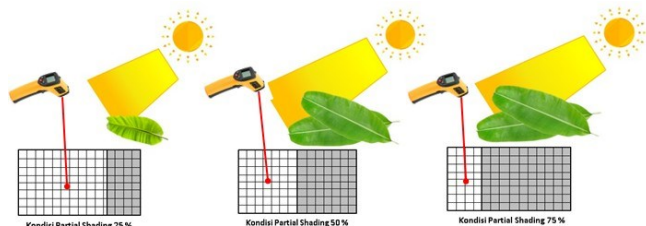


Gambar 3.4 Grafik Daya Output Saat *Partial Shading*

Dari grafik diatas dapat dilihat perbedaan dari efek *partial shading*, semakin besar intensitas *partial shading*nya maka semakin kecil daya keluaran yang dihasilkan dan berlaku sebaliknya. Namun, pada grafik diatas daya keluaran saat terjadi *partial shading* cenderung lebih stabil daripada dalam kondisi normal.

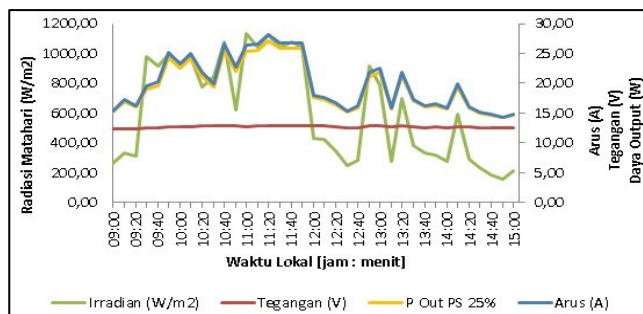
3.3 Hasil Pengujian Suhu dan *Partial Shading*

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 seharian dimulai dari pukul 09:00 WIB sampai 15:00 WIB.

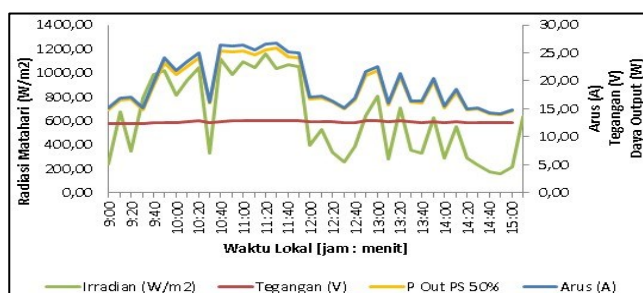


Gambar 3.5 Pengujian Suhu dan Kondisi *Partial Shading* 25%, 50% dan 75%

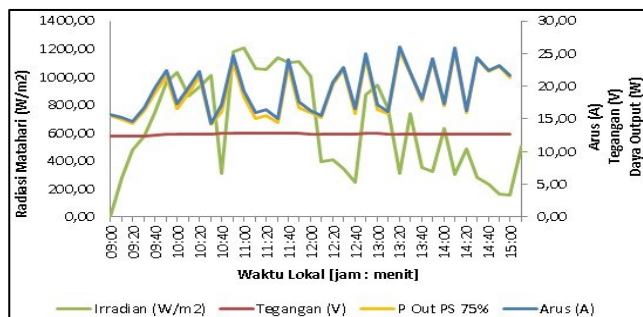
Dari data (posisi 1) pada tiap kondisi *partial shading* dibuat grafik sebagai berikut :



Gambar 3.6 Grafik Hubungan Radiasi Matahari Dengan Daya Saat *Partial Shading* 25%



Gambar 3.7 Grafik Hubungan Radiasi Matahari Dengan Daya Saat *Partial Shading* 50%



Gambar 3.8 Grafik Hubungan Radiasi Matahari Dengan Daya Saat *Partial Shading* 75%

Berdasarkan analisis dari ketiga grafik di atas, dapat disimpulkan bahwa nilai daya output sangat dipengaruhi oleh perubahan nilai arus. Dalam hal ini, terdapat hubungan sebanding antara perubahan radiasi matahari dan perubahan arus. Sementara itu, nilai tegangan cenderung tetap stabil.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa saat terjadi kondisi *partial shading* sepanjang hari, perubahan nilai daya output lebih dominan dipengaruhi oleh perubahan intensitas radiasi matahari yang berdampak pada perubahan arus. Temuan ini juga konsisten dengan penelitian yang telah dilakukan oleh [3], yang menyatakan bahwa energi atau daya yang dihasilkan oleh sel surya sangat tergantung pada intensitas radiasi matahari yang diterima.

Tabel 3.3 Tabel Hubungan Suhu Dengan Daya Keluaran Saat *Partial Shading*

Kondisi	Irradian (W/m ²)	Waktu	Suhu (°C)	P Out (Watt)	P in (Watt)	Efisiensi (%)
Partial shading 25%	275	13:10	32,5	2,92	189,64	1,54
		14:00	33,7	3,02	186,57	1,62
	330,75	9:10	29,8	4,46	225,39	1,98
		13:40	32,1	3,4	226,68	1,5
	917,15	9:40	33,5	7,13	625,52	1,14
		12:50	42,9	8,32	628,04	1,32
	985,8	9:30	32,2	6,5	671,17	0,97
		9:50	36,6	11,56	676,22	1,71
	1044	11:30	43,3	12,9	712,79	1,81
		11:50	45,6	12,9	714,15	1,81
	1074,2	10:40	34,8	12,8	734,24	1,74
		11:40	44,6	12,9	733,97	1,76
Partial shading 50%	286	13:10	32,6	3,05	194,77	1,56
		14:00	33,5	2,65	196,14	1,35
	343,95	9:20	29,9	4,34	237,75	1,83
		12:20	34,8	3,43	232,36	1,48
	985,1	9:40	33,2	6,55	673,29	0,97
		10:50	45,8	12,42	673,15	1,84
	1046,7	10:20	43,8	11,26	715,79	1,57
		11:10	44,4	11,78	714,84	1,65
Partial shading 75%	162,5	14:50	30	1,51	109,34	1,38
		14:40	30,7	1,64	112,76	1,45
	281,7	9:00	29,3	1,85	192,31	0,96
		14:20	35,4	2,77	192,72	1,44
	311,75	13:10	32,2	3,4	213,90	1,59
		10:30	36,4	11,21	212,20	5,28
	348,85	12:20	34,4	3,3	237,82	1,39
		13:30	35,6	3,68	238,98	1,54

Dari data yang disajikan, metode yang sama digunakan dalam pengujian pengaruh suhu dalam kondisi normal. Pada pengujian sebelumnya, terlihat bahwa terjadi penurunan daya setiap kali suhu meningkat. Namun, saat dalam kondisi partial shading, tidak selalu terjadi penurunan daya seiring dengan kenaikan suhu. Sebagai contoh, pada data partial shading 75% pada posisi 1 dengan iradiasi 281,7 W/m² pada pukul 09:00, suhu permukaan panel surya adalah 29,3 °C dengan daya keluaran sebesar 1,85 Watt. Pada pukul 14:20, suhu permukaan panel surya meningkat menjadi 35,4°C dengan daya keluaran sebesar 2,77 Watt. Demikian pula, pada data partial shading 25% pada posisi 1 dengan iradiasi 1044 W/m², terlihat kenaikan suhu dari 43,3°C pada pukul 11:30 menjadi 45,6°C pada pukul 11:50, namun daya keluarannya tetap sama yaitu 12,9 Watt.

Dengan demikian, data tersebut sesuai dengan grafik Gambar 3.6-3.8 yang menunjukkan bahwa nilai tegangan cenderung konstan. Jika dihubungkan dengan data tabel 3.3 di atas, hal ini terjadi karena tidak adanya pengaruh yang signifikan dari kenaikan suhu yang dapat menyebabkan penurunan nilai tegangan dan daya output. Hal ini disebabkan oleh adanya partial shading yang menyebabkan permukaan panel surya tidak memiliki penyebaran suhu yang merata. Oleh karena itu, data suhu yang diukur pada permukaan panel surya yang tidak terkena partial shading tidak dapat digunakan sebagai indikator bahwa kenaikan suhu akan memengaruhi daya output saat kondisi partial shading.

3.4 Analisa Pengaruh Terhadap Pompa Sistem Hidroponik

Untuk melihat pengaruh suhu dan partial shading terhadap pompa dan sistem hidroponik, dapat dilihat pada data pengujian arus dan tegangan serta hasil perhitungan daya pada posisi 2. Hal ini disebabkan karena pada posisi 2 merupakan posisi pengukuran data yang menuju saluran beban yaitu pompa untuk sistem hidroponik. Berikut merupakan tabel data pengaruh suhu pada posisi 2:

Tabel 3.4 Hubungan Suhu Permukaan Dengan Kapasitas Daya Keluaran Di Posisi 2

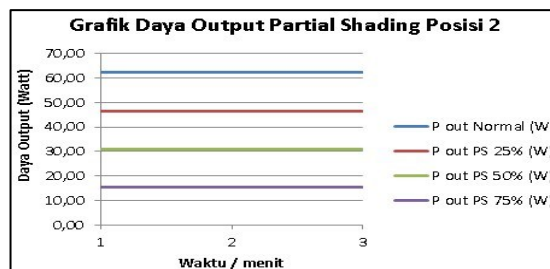
Irradian (W/m ²)	Waktu	Suhu (°C)	P out (Watt)	P in (Watt)	Efisiensi (%)
281	9:00	27	17,1	195,79	8,88
	14:10	32,2	17,18	175,22	8,98
399	9:30	29	17,39	273,84	6,36
	11:00	34	17,49	272,40	6,43
638	14:40	30,6	17,88	437,38	4,09
	10:50	37,6	17,53	434,64	4,03
852	12:50	35,7	18,99	584,31	3,25
	11:10	38,8	18,85	582,26	3,24
939	10:00	33	18,06	642,40	2,81
	14:00	35,7	18,09	632,35	2,86

Dari data diatas diperoleh dengan metode yang sama pada posisi 1 dalam hal membandingkan pengaruh kenaikan suhu pada nilai intensitas radiasi matahari yang sama. Pada data posisi 2 ini menunjukkan hasil yang berbeda dengan posisi 1 yaitu kenaikan suhu tidak menimbulkan penurunan yang berarti pada daya output yang dihasilkan. Perubahan nilai daya keluaran seperti penurunan atau naiknya nilai daya output pada posisi 2 ini tidak terlalu signifikan dan cenderung stabil. Begitu pula nilai efisiensi yang didapatkan menunjukkan perbedaan yang tidak terlalu signifikan. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa pengaruh perubahan suhu permukaan pada panel surya tidak berpengaruh pada beban pompa untuk sistem hidroponik. Berdasarkan data perhitungan daya tabel 3.2, berikut merupakan data pengaruh partial shading pada posisi 2:

Tabel 3.5 Hasil Perhitungan Daya Keluaran Saat Partial Shading Pada Posisi 2

Waktu (menit)	P out Normal (Watt)	P out PS 25% (Watt)	P out PS 50% (Watt)	P out PS 75% (Watt)
1	15,97	15,44	15,42	15,42
2	15,96	15,43	15,42	15,42
3	15,97	15,43	15,42	15,43

Berdasarkan data diatas dapat dilihat bahwa penurunan daya terjadi pada saat perubahan kondisi dari normal menuju ke partial shading 25%. Dari data penelitian yang dilakukan, ternyata pada posisi 2 nilai tegangan mengalami penurunan yaitu dari 12,38V menjadi 12,16V sedangkan nilai arus hanya mengalami penurunan yang tidak terlalu signifikan dikarenakan pada posisi 2 daya yang menuju beban di suplai oleh baterai dan diatur oleh SCC yang mengakibatkan arus terjaga tetap stabil sehingga penurunan daya juga tidak terlalu besar dibandingkan pada posisi 1. Pada pengujian partial shading posisi 2, ketika panel surya dalam kondisi partial shading dan intensitas partial shadingnya ditambah hasilnya menunjukkan hasil yang sama pada posisi 1, yaitu daya keluaran yang dihasilkan cenderung stabil. Hal ini dapat dibuktikan dengan grafik daya keluaran ketika partial shading pada posisi 2 sebagai berikut :



Gambar 3.9 Grafik Daya Output Partial Shading Posisi 2

Dari grafik daya keluaran diatas didapatkan hasil daya keluaran dari keempat kondisi yang lurus atau hasilnya yang cenderung stabil. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa partial

shading tidak memengaruhi beban pompa untuk sistem hidroponik.

Pada pengujian *partial shading* dalam waktu sehari mulai pukul 09:00 sampai 15:00 WIB juga didapatkan hasil bahwa pengujian *partial shading* yang dilakukan masih belum berpengaruh pada pompa hidroponik pada keesokan harinya karena kapasitas baterai yang besar masih memenuhi untuk menyuplai pompa dengan arus beban yang kecil agar tetap bekerja selama semalaman sampai keesokan harinya.

4. Kesimpulan

1. Kenaikan Suhu berpengaruh pada penurunan daya output saat panel surya berkondisi normal (tidak dalam kondisi *partial shading*). Sedangkan saat kondisi *partial shading* kenaikan suhu tidak berpengaruh terhadap penurunan daya output panel surya.
2. Perubahan intensitas *partial shading* berpengaruh terhadap penurunan arus maupun tegangan. Semakin besar intensitas *partial shading* pada panel surya maka daya keluaran yang dihasilkan semakin kecil. Efek seperempat *partial shading* dari total area panel surya mengakibatkan penurunan daya sebesar 86,36%. Setengah *shading* mengakibatkan penurunan daya keluaran sel surya sebesar 88,82% dan tiga-perempat *shading* menyebabkan penurunan daya sebesar 91,03% dibandingkan daya pada kondisi normal. Akan tetapi, saat terjadi *partial shading* sesaat dalam kondisi panel mencapai suhu rata-rata harian, daya keluaran yang dihasilkan cenderung lebih stabil daripada keadaan normal.
3. Pada *partial shading* sehari-hari didapatkan hasil bahwa perubahan daya output lebih banyak terpengaruh oleh perubahan radiasi matahari yang juga berbanding lurus dengan nilai arus sedangkan nilai tegangan cenderung konstan. Sama dengan *partial shading* sesaat, semakin besar intensitas *partial shading*nya daya keluaran yang dihasilkan juga semakin menurun. Efisiensi terbaik dari ketiga skenario *partial shading* sehari-hari adalah saat *partial shading* 25%, maka dari itu kondisi paling bagus dari ketiga skenario *partial shading* adalah saat kondisi *partial shading* 25%.
4. Kenaikan suhu pada permukaan panel surya maupun *partial shading* hanya berpengaruh terhadap daya keluaran pada posisi 1, yaitu pada saluran keluaran PV sebelum menuju baterai dan tidak berpengaruh pada daya keluaran pada posisi 2, yaitu pada saluran setelah baterai menuju beban yang berupa pompa sistem hidroponik.

Panel Surya. Jurnal Pengabdian LPPM Untag Surabaya Nopember, 01(02), 193–202.

- [4] Ariani, W. D., & Winardi, B. (2014). Analisis Kapasitas Dan Biaya Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Komunal Desa Kaliwungu Kabupaten Banjarnegara. *Transient*, 3 No.2(Juni 2014), 158.
- [5] Aprillia, B. S., Rafiqy, M., & Rizal, A. (2019). Investigasi Efek *Partial Shading* Terhadap Daya Keluaran Sel Surya. *Politeknik Caltex Riau*, 5(2), 9–17.
- [6] Setiawan, D., Eteruddin, H., & Siswati, L. (2020). Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk Tanaman Hidroponik. *Jurnal Teknik*, 14(2), 208–215. <https://doi.org/10.31849/teknik.v14i2.5377>
- [7] Ramadhan, S. (2021). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berkapasitas 1,8 kWp sebagai Sumber energi Green House.
- [8] Asrori, A., & Yudiyanto, E. (2019). Kajian Karakteristik Temperatur Permukaan Panel terhadap Performansi Instalasi Panel Surya Tipe Mono dan Polikristal. *FLYWHEEL : Jurnal Teknik Mesin Untirta*, 1(1), 68. <https://doi.org/10.36055/fwl.v1i1.7134>
- [9] Pido, R., Himran, S., & Mahmuddin. (2018). Analisa Pengaruh Pendinginan Sel Surya Terhadap Daya Keluaran dan Efisiensi. *Teknologi*, 19(1), 31–38.
- [10] Nasir, J. A. (n.d.). Optimasi Perancangan Sel Surya untuk Pembangkit Listrik 3500 W. 2(2), 115–119.
- [11] Hakim, M. F. (2017). Perancangan Rooftop Off Grid Solar Panel Pada Rumah Tinggal Sebagai Alternatif Sumber Energi Listrik. *Dinamika Dotcom: Jurnal Pengembangan Manajemen Informatika dan Komputer*.
- [12] R. . Duanaputri, I. Heryanto/Eryk, M. F. . Sajidan, M. F. Hakim, and Ayusta Lukita Wardani, "Sistem Monitoring Online Dan Analisis Performansi Plts Panel Surya Monocrystalline 100 Wp Berbasis Web", *elposys*, vol. 10, no. 1, pp. 1–6, Mar. 2023.
- [13] A. H. Santoso, M. . Saputra, and F. N. R. Hamka, "PLTS sebagai Backup Supply pada Plant Hidroponik Nutrient Film Tehcniq (NFT) Berbasis IoT", *elposys*, vol. 10, no. 1, pp. 19–23, Mar. 2023.
- [14] A. Ziemińska-Stolarska, M. Pietrzak, and I. Zbiciński, "Application of LCA to Determine Environmental Impact of Concentrated Photovoltaic Solar Panels—State-of-the-Art," *Energies*, vol. 14, no. 11, p. 3143, May 2021.
- [15] Myyas, R. E. N., Al-Dabbasa, M., Tostado-Véliz, M., & Jurado, F. (2022). A novel solar panel cleaning mechanism to improve performance and harvesting rainwater. *Solar Energy*, 237, 19–28.

Daftar Pustaka

- [1] Lukitobudi, A. R., Prasetyo, B. Y., Harish, M. F. N., & Fadhil, D. A. (2021). PERANCANGAN SISTEM BRINE COOLING PADA SHOWCASE DAN KABIN HIDROPONIK UNTUK TANAMAN KANGKUNG (IPOMOEA AQUATICA). 6(2), 211–218.
- [2] Fitriyatus, A., Fauzi, A., & Juanda, B. (2018). Peramalan Penyediaan dan Konsumsi Bahan Bakar Minyak Indonesia dengan Model Sistem Dinamik Prediction of Fuel Supply and Consumption in Indonesia with System Dynamics Model Pendahuluan. 17(2), 118–137.
- [3] Yuliananda, S., Sarya, G., & Hastijanti, R. R. (2015). Pengaruh Perubahan Intensitas Matahari Terhadap Daya Keluaran