

Artikel Ilmiah.docx

by Naajih682@gmail.com 1

Submission date: 05-Feb-2025 02:41PM (UTC+0300)

Submission ID: 2580286769

File name: Artikel_Iliah.docx (7.39M)

Word count: 3453

Character count: 20718

3

Efficiency Analysis of PV with Composed Peltier as a Coolant

[Analisis Efisiensi Pv Dengan Peltier Terkomposisi Sebagai Pendingin]

Ahmad Naajih Syamsi Dhuha¹⁾, Jamaaluddin Jamaaluddin²⁾, Syamsudduha Syahririni³⁾, Izza Anshory³⁾

⁴1) Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

2) Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

3) Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: jamaaluddin@umsida.ac.id

Abstract. The demand for environmentally friendly energy is rising, and solar energy provides a sustainable solution. However, solar panel (PV) efficiency decreases due to overheating, reducing power conversion. This research enhances PV efficiency using a Peltier-based cooling system to regulate temperature. A direct experiment compares PV performance with and without Peltier cooling, collecting data on PV temperature, voltage (V_{mp} , VOC), current (I_{mp}), and maximum power (P_{max}). Monitoring utilizes a thermal imaging camera and solar panel multimeter for accuracy. Results show that Peltier cooling significantly reduces PV temperature, increasing power output. This study introduces a Peltier system with a reduced 6V operation to minimize heat generation, using a 3-series and 5-parallel Peltier configuration for improved cooling efficiency. The system is eco-friendly, energy-efficient, and requires no coolant or complex components. This sustainable cooling method enhances PV efficiency and supports optimal renewable energy use.

Keywords - Solar Energy; Photovoltaic Efficiency; Peltier Module; Renewable Energy

Abstrak. Permintaan akan energi yang ramah lingkungan terus meningkat, dan energi surya memberikan solusi yang berkelanjutan. Namun, efisiensi panel surya (PV) menurun karena panas berlebih, sehingga mengurangi konversi daya. Penelitian ini meningkatkan efisiensi PV dengan menggunakan sistem pendingin berbasis Peltier untuk mengatur suhu. Eksperimen langsung membandingkan kinerja PV dengan dan tanpa pendinginan Peltier, mengumpulkan data suhu PV, tegangan (V_{mp} , VOC), arus (I_{mp}), dan daya maksimum (P_{max}). Pemantauan menggunakan kamera pencitraan termal dan multimeter panel surya untuk keakuratannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendinginan Peltier secara signifikan mengurangi suhu PV, meningkatkan output daya. Penelitian ini memperkenalkan sistem Peltier dengan operasi 6V yang dikurangi untuk meminimalkan pembangkitan panas, menggunakan konfigurasi Peltier 3-seri dan 5-paralel untuk meningkatkan efisiensi pendinginan. Sistem ini ramah lingkungan, hemat energi, dan tidak memerlukan pendingin atau komponen yang rumit. Metode pendinginan berkelanjutan ini meningkatkan efisiensi PV dan mendukung penggunaan energi terbarukan yang optimal.

Kata Kunci - Energi Surya; Efisiensi Fotovoltaik; Modul Peltier; Energi Terbarukan

I. PENDAHULUAN

Energi surya semakin mendapat perhatian khusus seiring dengan meningkatnya kebutuhan energi, dan kesadaran dampak terhadap lingkungan. Peningkatan ini sejalan dengan meningkatnya kemampuan ekonomi dan populasi manusia. Dengan berkembangnya daerah, konsumsi bahan bakar fosil untuk kendaraan dan pembangkit tenaga listrik semakin meningkat. Keandalan operasional sistem kelistrikan dan keamanan ¹³gguna merupakan aspek penting yang harus diperhatikan dalam instalasi sistem tenaga listrik[1]. Sehingga sumber energi surya merupakan salah satu sumber energi yang memiliki keunggulan dibandingkan sumber ¹⁷ergi fosil dan proses pemanfaatannya terjadi pada sel surya [2][3]. Dengan iklimnya yang tropis dan paparan sinar matahari sepanjang tahun, Indonesia adalah salah satu tempat te ⁷rik untuk memanfaatkan energi surya [4][5]. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan pengembangan energi terbarukan yang dapat diaplikasikan di Indonesia dengan potensi radiasi n ²⁰hari rata-rata 4,8 kWh/m²/hari [5][6]. ¹⁰

Panel surya menjadi salah satu yang paling umum digunakan untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Panel surya digunakan secara mandiri untuk menghasilkan energi dari matahari dalam sistem photovoltaic (PV) off-grid [7]. Karena terlalu panasnya temperatur pada PV mengakibatkan penurunan efisiensi daya listrik yang dihasilkan [8][9]. Efisiensi PV 6,1 – 6,7% ketika suhu berada pada antara 46-49°C dan jika suhu turun menjadi 42°C efisiensi pada PV akan meningkat menjadi 7-7,8% [10][11]. Oleh karena itu, pengelolaan suhu pada panel surya menjadi faktor kunci dalam upaya peningkatan efisiensi energi.

Untuk mengatasi masalah ini, berbagai teknik pendinginan telah ditawarkan. Salah satunya adalah efek Peltier. Pada [12] para peneliti melakukan penelitian tentang pendingin PV berkonsentrasi rendah dengan menggunakan modul termoelektrik berbasis Peltier. Hasilnya menunjukkan pendingin termoelektrik meningkatkan stabilitas suhu tanpa memerlukan komponen yang bergerak atau cairan pendingin. Hal ini membuatnya efektif dan tahan lama ketika digunakan di lingkungan yang sangat panas.

⁴ Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.

Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

Penelitian yang dilakukan oleh [13] menghasilkan pendinginan dengan menggunakan efek Peltier. Hal ini terjadi dengan mengubah energi listrik menjadi energi termal. Kemudian menjadikan peltier sebagai solusi pendinginan yang ramah lingkungan, terutama untuk mengurangi emisi karbon dari sistem pendingin yang lebih lama bergantung pada bahan bakar fosil. Terlepas dari fakta bahwa TEC memiliki koefisien kinerja (COP) yang rendah (sekitar 0,5), penelitian terus dilakukan untuk meningkatkan efisiensi melalui pembuatan material termoelektrik yang lebih baik dan desain sistem yang paling efisien. Dalam aplikasi pendinginan, integrasi TEC dan panel surya dapat meningkatkan keberlanjutan dan efisiensi.

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi panel fotovoltaik (PV) dengan memanfaatkan sistem pendingin berbasis efek Peltier. Hal ini sejalan dengan penelitian [14] yang menunjukkan pentingnya optimasi sistem energi terbarukan yang juga berfokus pada peningkatan efisiensi energi melalui teknologi inovatif.

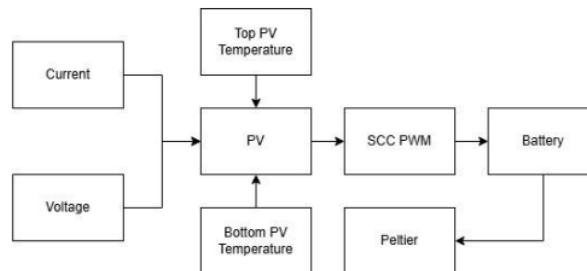
Efek Peltier dapat digunakan untuk menurunkan suhu panel fotovoltaik melalui teknologi termoelektrik. Termoelektrik ini dapat mengubah energi listrik menjadi perbedaan suhu dan menghasilkan suhu dingin dan panas [15][16]. Dengan menggunakan modul Peltier yang diposisikan secara strategis pada permukaan bawah PV, panas yang berlebihan diharapkan diserap dan dipindahkan ke luar PV, memastikan suhu PV tetap stabil dan rendah [17].

Penelitian dan inovasi dalam penggunaan modul Peltier ini sebagai pendingin diharapkan menunjukkan potensi yang besar [18]. Dengan demikian, agar dapat meningkatkan efisiensi PV secara optimal, penggunaan modul Peltier perlu dioptimalkan agar mampu menjaga suhu panel pada tingkat ideal. Jika disesuaikan dengan benar, sistem pendingin peltier juga bisa meningkatkan kinerja PV secara efektif tanpa mengurangi kestabilan keseluruhan sistem.

II. METODE

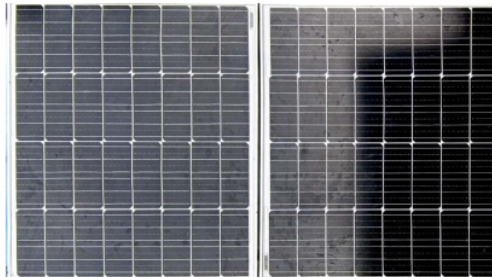
Penelitian ini merancang sistem pendingin berbasis Peltier yang diintegrasikan dengan panel PV. Kemudian sistem diuji untuk mengukur kinerja panel PV dalam dua kondisi, yaitu dengan peltier dan tanpa Peltier. Seperti halnya pada penelitian [19] pada hasil penelitiannya membandingkan dua kondisi. Data yang dikumpulkan oleh peneliti ini meliputi suhu panel, tegangan, dan arus listrik yang dihasilkan pada kedua kondisi. Hasil uji coba tersebut dianalisis untuk mengevaluasi peningkatan efisiensi panel PV berdasarkan perubahan daya keluaran listrik ketika suhu panel diturunkan melalui penerapan pendinginan peltier.

a. Blok Diagram Sistem



Gambar 1. Blok Diagram Sistem PV

Pada gambar 1 merupakan penggambaran sistem pemantauan dan pengendalian pada panel surya. Sistem ini digunakan untuk menjaga performa dan efisiensinya. PV adalah komponen utama sistem ini, yang bertugas mengubah energi matahari menjadi energi listrik.



Gambar 2. Potovoltaik Monokristaline

Pada gambar 2 adalah PV monokristalin dengan kapasitas masing-masing 100 Wp yang digunakan dalam penelitian ini. Pemilihan jenis monokristalin didasarkan pada efisiensi konversi energinya yang lebih tinggi dibandingkan dengan PV polikristalin.

Untuk memaksimalkan efisiensi, arus dan tegangan yang dihasilkan oleh panel surya dipantau terus menerus. Karena perubahan ini dapat menunjukkan peningkatan atau penurunan apabila terdapat perubahan pada kinerja sistem.



Gambar 3. Solar Panel Multimeter

Monitoring dilakukan dengan menggunakan solar panel multimeter. Alat pada gambar 2 berfungsi untuk memantau tegangan (V_{mp} , VOC), arus (I_{mp}), dan daya maksimum (P_{max}) yang dihasilkan oleh panel PV secara real-time. Simbol V_{mp} (Voltage at Maximum Power) dan I_{mp} (Current at Maximum Power) berfungsi mengetahui maksimum output yang dikeluarkan PV saat kondisi operasional. Sedangkan VOC (Voltage Open Circuit) untuk mengetahui tegangan maksimum yang dicapai saat tidak ada arus. Kemudian P_{max} (Maximum Power) dapat menunjukkan output daya tertinggi yang dihasilkan oleh PV dalam satuan watt. P_{max} sebenarnya bisa langsung diketahui dari terbacanya V_{mp} dan I_{mp} dengan rumus daya sebagai berikut:

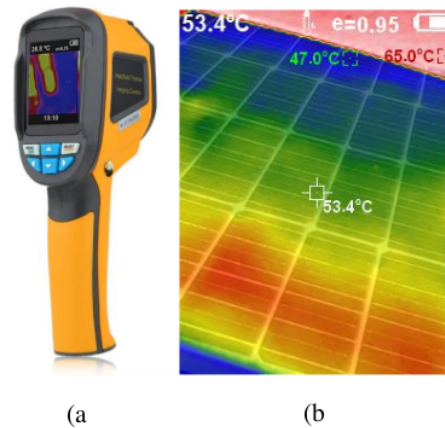
$$P_{max} = V_{mp} \times I_{mp} \quad (1)$$



Gambar 4. Peltier SP1848 27145 SA

Peltier pada gambar 3 secara umum berfungsi untuk mengkonversi energi panas langsung menjadi energi listrik berdasarkan efek seebeck [20]. Peltier tersebut berukuran 40x40x3,9 dan terdiri dari 2 sisi, yakni sisi panas dan sisi dingin. Pada penelitian [17] peltier ini efektif mendinginkan PV dan menghasilkan sistem efisiensi yang tinggi sebesar 9,1% pada PV. Pemasangan modul Peltier di bawah panel surya membantu menurunkan suhu dengan tujuan dapat menstabilkan suhu operasional fotovoltaiik dan meningkatkan efisiensi.

Untuk melihat perbandingan suhu antara PV dengan peltier dan tanpa peltier, dibutuhkan suatu alat untuk memantau perubahan suhu. Namun penggunaan alat seperti thermogun cenderung kurang akurat dan tidak dapat memberikan gambar visual yang nyata.



Gambar 5. (a) Thermal Imaging Camera, (b) Visual Color Temperature

Karena itu, dibutuhkan thermal imaging camera untuk mengukur suhu pada bagian atas dan bawah PV. Hal ini untuk memastikan bahwa terdapat keseimbangan suhu serta mengurangi dampak negatif dari suhu tinggi terhadap konversi energi [21]. Alat ini memberikan gambaran visual dalam bentuk distribusi warna yang merepresentasikan suhu.



Gambar 6. SCC PWM

Solar Charge Controller (SCC) tipe PWM (Pulse Width Modulation) dengan arus maksimum 20A diperlukan untuk mengatur aliran listrik dari panel surya ke baterai. SCC PWM memastikan pengisian daya berlangsung secara aman dan efisien [22].



Gambar 7. Battery 12V 50AH

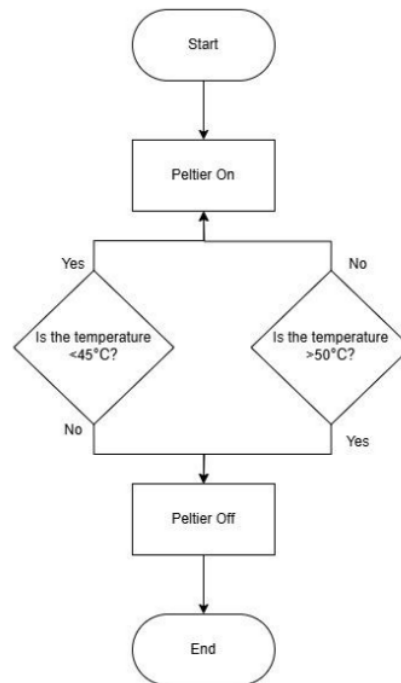
Gambar 7 berfungsi untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh PV. Baterai tersebut memungkinkan penggunaan listrik yang dihasilkan oleh panel PV pada saat tidak ada sinar matahari.

Sistem diharapkan mampu mengoptimalkan kinerja fotovoltaiik, meminimalkan kehilangan energi, dan memastikan baterai menyimpan energi secara tepat untuk mendukung penggunaan yang berkelanjutan.

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.

Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

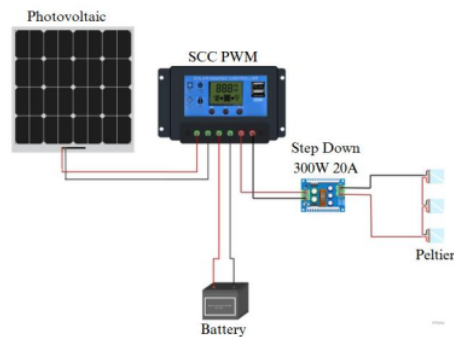
b. Flowchart



Gambar 8. Flowchart Sistem

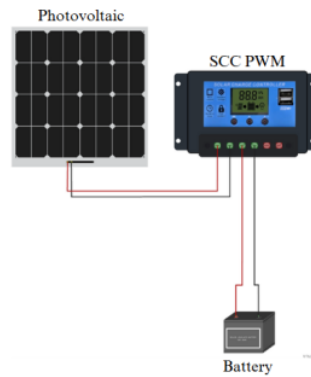
Proses pada gambar 4 dimulai dari menyalakan modul Peltier untuk menurunkan suhu PV. Sistem akan memeriksa kondisi suhu dengan dua batasan yang berbeda. Saat suhu kurang dari 45°C, peltier akan mati. Disaat suhu lebih dari 50°C peltier akan menyala.

c. Wiring Perangkat Keras



Gambar 9. Wiring Perangkat Keras dengan Peltier

Pada gambar 9 menunjukkan rangkaian sistem PV dengan tambahan modul peltier sebagai sistem pendingin. Energi dari PV diatur oleh SCC PWM untuk mengisi baterai. Selanjutnya tegangan dari baterai diteruskan ke step-down yang telah diatur tegangan 6 volt untuk menyalakan modul peltier untuk mengatur suhu PV.



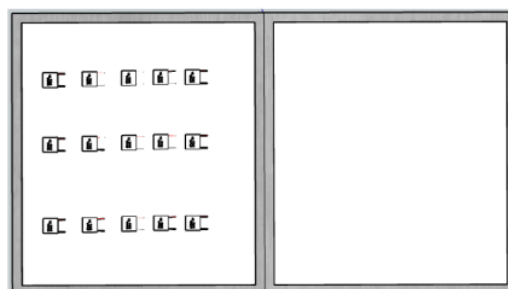
Gambar 10. Wiring Perangkat Keras Tanpa Peltier

Kemudian gambar 10 menunjukkan konfigurasi rangkaian sistem PV tanpa modul peltier. Energi dari PV diteruskan langsung ke SCC PWM dan mengisi baterai tanpa adanya sistem pendinginan tambahan. Dibawah ini adalah alamat pin yang terhubung pada rangkaian diatas sesuai dengan komponen-komponennya:

Tabel 1. Rangkaian koneksi panel surya dan sistem peltier

No.	Komponen	Komponen Alamat Pin	Alamat Koneksi
1	PV 1 dan 2	Positif (+)	SCC PWM (+)
		Negative (-)	SCC PWM (-)
2	SCC PWM	PV Positif (+)	PV Positif (+)
		PV Negatif (-)	PV Negatif (-)
		Baterai positif (+)	Baterai positif (+)
		Baterai negatif (-)	Baterai negatif (-)
		Beban Positif (+)	Step down input (+)
3	Baterai 12 V 50 AH	Positif (+)	SCC PWM (Baterai +)
		Negatif (-)	SCC PWM (Baterai -)
4	Step down 300 W 20 A	Input (+)	SCC PWM (Load +)
		Input (-)	SCC PWM (Load -)
		Output (+)	Peltier seri (+)
		Output (-)	Peltier seri (-)
5	Peltier 1	Positif (+)	Step down output (+)
		Negatif (-)	Peltier 2 Positif (+)
6	Peltier 2	Positif (+)	Peltier 1 Negatif (-)
		Negatif (-)	Peltier 3 Positif (+)
7	Peltier 3	Positif (+)	Peltier 2 Negatif (-)
		Negatif (-)	Step down output (-)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 10. Desain PV Bawah dengan Peltier dan Tanpa Peltier

Alat ini merupakan sistem pendingin PV dengan peltier sebanyak 15 buah yang terletak pada bawah PV untuk mendinginkannya. Seperti pada figure 10, peltier akan di seri 3 untuk membagi tegangan sebanyak 10 kali.

Pengambilan data dilakukan dari pukul 11.00 WIB-14.00 WIB. Perlakuan pertama PV dengan peltier, dan perlakuan kedua PV tanpa peltier. Kemudian didapatkan hasil data sebagai berikut.

Tabel 2. Data Pengukuran PV dengan Peltier

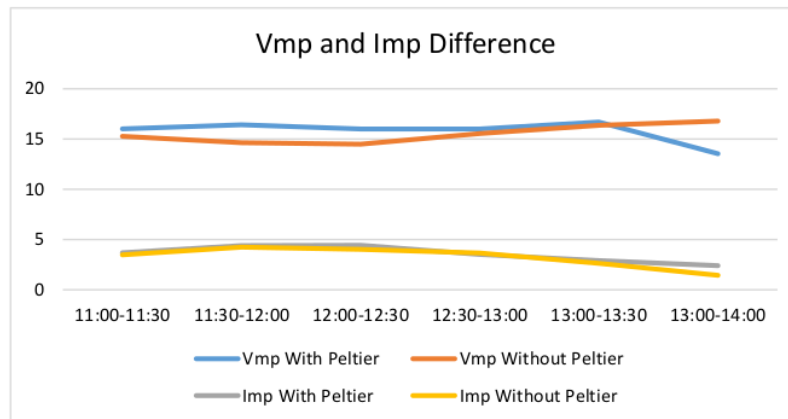
Pukul	Suhu PV		Suhu Peltier	Vmp	Imp	VOC	Pmax
	Atas	Bawah					
11:00	48,7	53,0	48,4	14,90	4,06	20,03	60,49
11:10	45,6	45,5	41,6	16,04	4,06	19,92	65,12
11:20	46,1	49,2	44,0	16,26	2,58	20,36	41,95
11:30	50,1	51,0	48,4	16,85	4,06	20,47	68,41
11:40	53,5	52,9	48,0	16,19	4,75	20,21	76,90
11:50	51,3	52,9	49,4	16,52	4,20	20,29	69,38
12:00	52,0	51,8	47,6	16,12	4,60	20,14	74,15
12:10	50,4	51,3	48,2	16,12	4,20	20,21	67,70
12:20	50,1	50,5	47,5	16,04	4,45	20,29	71,38
12:30	48,0	51,7	48,3	15,71	4,45	20,18	69,91
12:40	50,8	49,0	46,4	15,12	3,73	20,25	56,40
12:50	49,5	49,7	47,8	15,97	3,81	20,25	60,85
13:00	50,4	49,9	47,7	17,20	2,04	20,14	35,09
13:10	51,2	50,8	49,5	17,41	2,74	20,14	47,70
13:20	46,7	48,9	46,3	15,53	3,73	20,14	57,93
13:30	46,6	47,5	43,5	16,63	3,09	20,18	51,39
13:40	40,9	44,3	41,9	12,76	2,30	14,09	29,35
13:50	37,3	39,4	39,7	12,13	2,74	20,02	33,24
14:00	33,9	41,5	40,7	12,65	1,48	13,83	18,72
Rata-Rata Pmax							55,58

Data dari tabel 2 adalah pengukuran PV dengan peltier. Data tersebut diukur setiap 10 menit dimulai dari pukul 11:00 WIB hingga 14:00 WIB. Didapatkan rata-rata Pmax keseluruhan 55,58 Watt dengan temperatur peltier yang tetap terjaga pada suhu 40,7 °C hingga 49,5 °C. Suhu atas PV mencapai 33,9 °C hingga 53,5 °C. Sedangkan pada suhu bawah PV mencapai 39,4 °C hingga 53 °C.

Tabel 3. Data Pengukuran PV Tanpa Peltier

Pukul	Suhu PV		Vmp	Imp	VOC	Pmax
	Atas	Bawah				
11:00	50,1	49,6	15,12	4,06	20,21	61,39
11:10	46,3	46,5	16,19	1,78	19,84	28,82
11:20	47,5	50,1	14,79	3,73	20,66	55,17
11:30	53,4	52,0	14,97	4,32	20,44	64,67
11:40	55,5	56,9	14,75	4,32	20,32	63,72
11:50	52,5	54,8	14,42	4,24	20,21	61,14
12:00	54,2	52,3	14,42	4,06	20,14	58,55
12:10	52,2	52,2	14,57	3,73	20,29	54,35
12:20	54,9	50,1	14,79	4,02	20,29	59,46
12:30	51,7	53,0	14,16	4,28	20,14	60,60
12:40	52,1	49,7	18,04	2,82	20,14	50,87
12:50	52,9	50,2	14,82	3,73	20,32	55,28
13:00	52,3	51,6	15,16	3,81	20,29	57,76
13:10	53,6	51,2	15,97	2,69	20,14	42,96
13:20	49,8	50,1	17,33	2,09	20,14	36,22
13:30	47,4	48,1	16,97	1,93	20,21	32,75
13:40	43,3	43,9	17,22	1,24	19,99	21,35
13:50	40,9	39,6	16,82	1,24	19,96	20,86
14:00	36,5	37,9	16,15	1,36	19,96	21,96
Rata-Rata Pmax						47,78

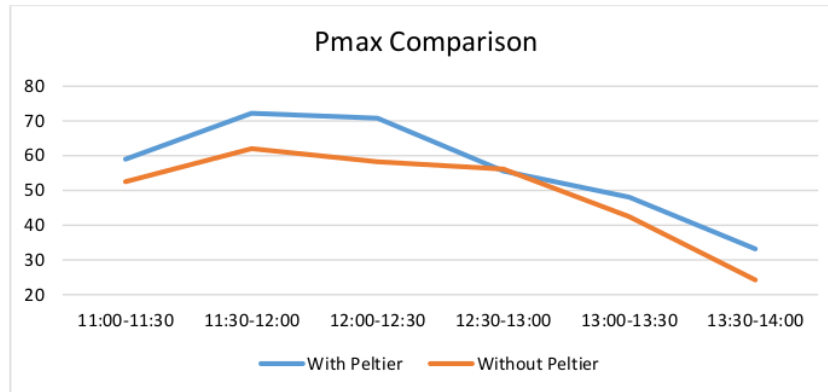
Data dari tabel 3 adalah pengukuran PV tanpa peltier. Data tersebut diukur setiap 10 menit dimulai dari pukul 11:00 WIB hingga 14:00 WIB. Didapatkan rata-rata Pmax keseluruhan 47,78 Watt. Suhu atas PV mencapai 43,3 °C hingga 55,5 °C. Sedangkan suhu bawah PV mencapai 37,9 °C hingga 56,9 °C.



Gambar 11. Perbedaan Vmp dan Imp PV Menggunakan Peltier dan Tanpa Peltier

Grafik pada figure 11 adalah perbandingan Vmp dan Imp dengan dirata-rata jarak waktu setiap 30 menit yang menunjukkan karakteristik menarik antara PV dengan peltier dan tanpa peltier. Nilai Vmp untuk kedua kondisi relatif stabil dan berdekatan dengan berkisar antara 14-16 volt. PV tanpa peltier menunjukkan lebih stabil bahkan cenderung sedikit meningkat di akhir pengukuran. Sementara PV dengan Peltier mengalami penurunan setelah pukul 13:30. Nilai Imp untuk kedua kondisi menunjukkan pola yang hampir identik dengan nilai tertinggi

sekitar 4 ampere pada pukul 11:00-13:00. Kemudian PV tanpa peltier mengalami penurunan signifikan setelah pukul 13:00 hingga mencapai nilai terendah sekitar 1-2 ampere pada akhir pengukuran.



Gambar 12. Perbandingan PV Menggunakan Peltier dan Tanpa Peltier

Berdasarkan grafik gambar 12 dengan jarak waktu 30 menit diambil rata-rata, terlihat perbedaan yang jelas antara PV dengan peltier dan tanpa peltier. PV dengan peltier menunjukkan lebih unggul dari pukul 11:00 hingga 13:00, dengan puncak Pmax mencapai sekitar 72 Watt pada pukul 11:30-12:00. Sementara PV tanpa peltier hanya mencapai puncak sekitar 61 Watt pada waktu yang sama. Kedua kondisi menunjukkan penurunan yang serupa setelah pukul 13:00, namun PV dengan peltier tetap mempertahankan nilai Pmax yang sedikit lebih tinggi hingga akhir pengukuran pada pukul 14:00.

Untuk menentukan efisiensi dari penggunaan peltier dengan tidak menggunakan peltier, maka perlu diperhitungkan konsumsi daya modul peltier terlebih dahulu sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 P_{Overall\ Peltier} &= V_{Overall\ Peltier} \times I_{Overall\ Peltier} \\
 &= 6\ V \times 0,48\ A \\
 &= 2,88\ W
 \end{aligned} \tag{2}$$

Setelah mengetahui konsumsi daya peltier, efisiensi sistem dengan peltier dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$\eta_{Dengan\ Peltier} = \frac{P_{Output\ 1} - P_{Overall\ Peltier}}{P_{Input\ 1}} \times 100\% \tag{3}$$

Berdasarkan data yang diperoleh, average Pmax ($P_{Output\ 1}$) dari PV dengan peltier adalah 55,58 W, dan daya input PV ($P_{Input\ 1}$) 100 W karena PV berkapasitas 100 Wp. Maka, efisiensi sistem dengan peltier adalah sebagai berikut:

$$\eta_{Dengan\ Peltier} = \frac{55,58\ W - 2,88\ W}{100\ W} \times 100\% = 52,7\%$$

Sedangkan efisiensi sistem tanpa peltier dihitung dengan menggunakan average Pmax ($P_{Output\ 2}$) dari PV tanpa peltier adalah 47,78 W.

$$\eta_{Tanpa\ Peltier} = \frac{P_{Output\ 2}}{P_{Input\ 2}} \times 100\% \tag{4}$$

Sehingga,

$$\eta_{Tanpa\ Peltier} = \frac{47,78\ W}{100\ W} \times 100\% = 47,78\%$$

Perbandingan ini menunjukkan bahwa penggunaan modul peltier meningkatkan efisiensi sistem sebesar:

$$\begin{aligned}
 \Delta\eta &= \eta_{Dengan\ Peltier} - \eta_{Tanpa\ Peltier} \\
 &= 52,7\% - 47,78\% \\
 &= 4,92\%
 \end{aligned} \tag{5}$$

IV. SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan sistem pendingin berbasis Peltier efektif dalam menurunkan suhu panel fotovoltaik (PV) dan mampu meningkatkan daya yang dihasilkan secara signifikan. Dalam analisis yang dilakukan, efisiensi sistem dengan Peltier tercatat sebesar 52,7%, sedangkan efisiensi tanpa Peltier hanya mencapai 47,7%. Peningkatan efisiensi yang mencapai 4,92% menunjukkan bahwa teknologi pendinginan ini tidak hanya berkontribusi pada pengurangan suhu, tetapi juga berperan penting dalam meningkatkan kinerja keseluruhan panel PV.

REFERENSI

- [1] S. D. Hardimita, P., Wisaksono, A., Syarorini, S., Jamaaluddin, J., Ayuni, "Lighting the way: Enhancing telephone notification with DC lamps in noisy settingsNo Title," AIP Conf. Proc., vol. 1, no. 1, 2024, doi: 10.1063/5.0218664.
- [2] J. Jamaaluddin, I. Sulistiyowati, B. W. A. Reynanda, and I. Anshory, "Analysis of Overcurrent Safety in Miniature Circuit Breaker AC (Alternating Current) and DC (Direct Current) in Solar Power Generation Systems," IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci., vol. 819, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1755-1315/819/1/012029.
- [3] J. Jamaaluddin, I. Anshory, E. Rosnawati, and D. K. Aji, "Analisa Perbandingan PWM Dan MPPT Untuk Beban Di Atas 200 W," SinarFe7, pp. 123–129, 2020.
- [4] S. D. Ayuni, E. Setijadi, and W. Wirawan, "PENGUKURAN EFEKTIFITAS ENERGI SOLAR CELL SEBAGAI SUMBER DAYA PADA JARINGAN SENSOR NIRKABEL," Pros. SENTRA (Seminar Teknol. dan Rekayasa), no. 1, 2018, [Online]. Available: <https://www.semanticscholar.org/paper/PENGUKURAN-EFEKTIFITAS-ENERGI-SOLAR-CELL-SEBAGAI-Ayuni-Setijadi/2fb45884a488237558a30fe70115e9331e94d324>
- [5] Jamaaluddin et al., "Heat Transfer Management of Solar Power Plant for Dryer," Int. J. Eng. Appl., vol. 12, no. 3, p. 195, 2024, doi: 10.15866/irea.v12i3.23959.
- [6] J. Jamaaluddin, I. Anshory, A. Akbar, Khoiri, Mardiyono, and A. Fudholi, "Analysis of the Use of Digital Ultrasonic Based on Fuzzy Inference System to Get More Precise Water Discharge Measurement Results," Int. Rev. Model. Simulations, vol. 16, no. 6, pp. 396–404, 2023, doi: 10.15866/iremos.v16i6.24023.
- [7] I. Sulistiyowati, J. Jamaaluddin, I. Anshory, Y. W. Pratama, and S. Romadhoni, "Optimal Power Distribution Strategy for Intermittent Solar-Powered Hybrid Energy Storage Systems," Acad. Open, vol. 8, no. 1, pp. 1–15, 2023, doi: 10.21070/acopen.8.2023.7283.
- [8] M. Rezki and F. Teknik, "OPTIMALISASI DAYA PANEL SURYA MENGGUNAKAN SISTEM PENDINGIN BERBASIS AIR OTOMATIS," vol. Vol. 6 No., 2023, doi: 10.31602/eeict.v6i2.12921.
- [9] J. Jamaaluddin, S. D. Ayuni, and I. A. S. Wulandari, "Design of Automatic Transfer Switch System Solar Power Plant – PLN," J. Electr. Technol. UMY, vol. 7, no. 2, pp. 57–64, 2024, doi: 10.18196/jet.v7i2.14651.
- [10] S. Emani, S. K. Vandrangi, G. Velidi, M. H. Ahmadi, Y. Cárdenas Escorcía, and A. Jafet Nieto Piscioti, "Effects of wavy structure, ambient conditions and solar intensities on flow and temperature distributions in a mini solar flat plate collector using computational fluid dynamics," Eng. Appl. Comput. Fluid Mech., vol. 17, no. 1, 2023, doi: 10.1080/19942060.2023.2236179.
- [11] I. Nazir et al., "Performance evaluation of solar flat plate collector using different working fluids through computational fluid dynamics," SN Appl. Sci., vol. 2, no. 2, pp. 1–10, 2020, doi: 10.1007/s42452-020-2005-z.
- [12] A. Jridi, J. Chroua, H. KHaterchi, R. Ben Messaoud, and A. Zaafouri, "Optimization of a Peltier influence cooling system for photovoltaic cells," in 2022 IEEE International Conference on Electrical Sciences and Technologies in Maghreb (CISTEM), IEEE, Oct. 2022, pp. 1–6. doi: 10.1109/CISTEM55808.2022.10044003.
- [13] J. Kaiprath and V. V. Kishor Kumar, "A review on solar photovoltaic-powered thermoelectric coolers, performance enhancements, and recent advances," Int. J. Air-Conditioning Refrig., vol. 31, no. 1, 2023, doi: 10.1007/s44189-023-00022-y.
- [14] I. Anshory et al., "Optimization DC-DC boost converter of BLDC motor drive by solar panel using PID and firefly algorithm," Results Eng., vol. 21, no. December 2023, p. 101727, 2024, doi: 10.1016/j.rineng.2023.101727.
- [15] S. Zuhri, E. E. Prasetyo, E. Irmawan, and T. Dirgantara, "PENGUJIAN TEMPERATUR ESC MENGGUNAKAN PENDINGIN PELTIER TEC1-12706 DENGAN METODE EKSPERIMEN," vol. 8, no. 1, pp. 146–151.
- [16] E. Yudiyanto et al., "P-31 Pemanfaatan Peltier Sebagai Sistem Pendinginan Untuk Medicine Cooler Box Utilization of Peltier As a Cooling System for Medicine Cooler Box," Snitt, pp. 213–218, 2020.

- [17] M. Y. Zulakmal et al., "Computational fluid dynamics analysis of thermoelectric generators performance under solar photovoltaic-thermal (PVT) system," *J. Adv. Res. Fluid Mech. Therm. Sci.*, vol. 56, no. 2, pp. 223–232, 2019.
- [18] J. Jamaaluddin, "Sistem Kontrol Pendingin Mobil Ramah Lingkungan Berbasis Android," *Cyclotron*, vol. 2, no. 1, 2019, doi: 10.30651/cl.v2i1.2528.
- [19] S. Syahririni, B. N. Hudah, D. Hadidjaja, and R. Saputra, "MOTORCYCLE SAFETY PARKING SYSTEM AT HOME WITH ARDUINO- BASED BLUETOOTH APPLICATION," *Int. J. Multidiscip. Fig.*, vol. 1, pp. 108–116, 2024.
- [20] V. P. Fahriani, M. Sahril, R. Setiawan, and S. R. Pertiwi, "Uji Eksperimen Konfigurasi Lup pada Termoelektrik Generator Tipe TEG SP1848-27145 SA untuk Alat Penerangan Jalan," *JTT (Jurnal Teknol. Terpadu)*, vol. 10, no. 2, pp. 98–108, 2022, doi: 10.32487/jtt.v10i2.1490.
- [21] F. Hidayat, Y. S. Indartono, and A. Suwono, "Peningkatan Efisiensi Elektrik Modul Surya Menggunakan Bahan Berubah Fasa dan Maximum Power Point Tracking (MPPT)," *J. Rekayasa Hijau*, vol. 1, no. 2, Jul. 2017, doi: 10.26760/jrh.v1i2.1636.
- [22] E. Faizal, Y. A. Winoko, M. S. Mustapa, and M. Kozin, "Solar Charger Controller Efficiency Analysis of Type Pulse Width Modulation (PWM) and Maximum Power Point Tracking (MPPT)," *Asian J. Sci. Eng.*, vol. 1, no. 2, Jan. 2022, doi: 10.51278/ajse.v1i2.546.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Artikel Ilmiah.docx

ORIGINALITY REPORT

15%

SIMILARITY INDEX

15%

INTERNET SOURCES

9%

PUBLICATIONS

5%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

archive.umsida.ac.id

Internet Source

6%

2

www.eng.itc.pw.edu.pl

Internet Source

2%

3

jurnal.ar-raniry.ac.id

Internet Source

2%

4

Submitted to Universitas Muhammadiyah
Sidoarjo

Student Paper

1%

5

menkominfobembsi.blogspot.com

Internet Source

<1%

6

123dok.com

Internet Source

<1%

7

download.garuda.kemdikbud.go.id

Internet Source

<1%

8

media.neliti.com

Internet Source

<1%

9

Submitted to Universitas Pendidikan Ganesha

Student Paper

<1%

10	content.co.id Internet Source	<1 %
11	manajemenelektrounsrat.wordpress.com Internet Source	<1 %
12	www.frontiersin.org Internet Source	<1 %
13	journal.fortei7.org Internet Source	<1 %
14	semnasppi.pasca.unand.ac.id Internet Source	<1 %
15	ejournal.unpatti.ac.id Internet Source	<1 %
16	Yusril Afandi, Jamaaluddin Jamaaluddin. "Android-Based Remote Control Solar Power Plant Panels with Direct Current System Installation", Procedia of Engineering and Life Science, 2021 Publication	<1 %
17	supertamadotcom.wordpress.com Internet Source	<1 %
18	www.docstoc.com Internet Source	<1 %
19	www.scribd.com Internet Source	<1 %

Muhammad Dliaul Haq. "Perancangan Maximum Power Point Tracking (MPPT) Pada Panel Surya Dengan Kondisi Partial Shading Menggunakan Differential Evolution", Suara Teknik : Jurnal Ilmiah, 2021

Publication

<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On