



RANCANG BANGUN SISTEM PENINGKATAN DAYA OUTPUT PADA SOLAR PANEL DENGAN METODE PENDINGINAN OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER

Husnie Mubarak¹, Rusman², Taufik Muzakkir³, Wendhi Yuniarto⁴, Hasan⁵

Program Studi Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika Politeknik Negeri Pontianak
e-mail: ¹husniemubarak1922@gmail.com, ²rusman.dn@gmail.com, ³tmuzakkir@gmail.com, ⁴wendhi@polnep.ac.id, ⁵indra_elka@yahoo.ac.id

Abstrak

Panel surya adalah solusi utama dalam menghasilkan energi terbarukan, namun daya outputnya dapat dipengaruhi oleh suhu lingkungan yang tinggi. Untuk mengatasi masalah ini, penelitian ini mengusulkan sistem pendinginan otomatis berbasis mikrokontroler untuk menjaga suhu panel surya dalam rentang optimal, meningkatkan daya output. Mikrokontroler Arduino Uno dan ESP32 digunakan untuk mengendalikan sensor tegangan, arus, dan suhu yang memantau kondisi panel. Data dari sensor ini digunakan untuk mengelola peningkatan daya output dan memantau kondisi panel surya. Sistem terintegrasi dengan layanan IoT Thingspeak untuk analisis data online. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dengan pendingin, tegangan output meningkat menjadi 19,36 V, arus naik menjadi 3,48 A, dan daya mencapai 40,64 Watt, dibandingkan dengan 16,99 V, 2,08 A, dan 35,33 Watt tanpa pendingin. Sistem pendinginan otomatis meningkatkan daya output panel surya sekitar 15,02%.

Kata kunci: Panel Surya, Peningkatan Daya Output dengan Pendinginan Otomatis menggunakan Mikrokontroler, Sensor Tegangan, Sensor Arus, dan Sensor Suhu.

Abstract

Solar panels are the main solution for producing renewable energy, but their output power can be affected by high environmental temperatures. To overcome this problem, this research proposes a microcontroller-based automatic cooling system to maintain the temperature of solar panels within an optimal range, increasing the output power. Arduino Uno and ESP32 microcontrollers are used to control voltage, current and temperature sensors that monitor panel conditions. Data from these sensors is used to manage increased output power and monitor the condition of the solar panels. The system is integrated with the Thingspeak IoT service for online data analysis. Test results show that with cooling, the output voltage increases to 19.36 V, the current increases to 3.48 A, and the power reaches 40.64 Watts, compared to 16.99 V, 2.08 A, and 35.33 Watts without cooler. The automatic cooling system increases the output power of solar panels by approximately 15.02%.

Keywords: Solar Panels, Increasing Output Power with Automatic Cooling using Microcontrollers, Voltage Sensors, Current Sensors and Temperature Sensors

Article History

Received: Agustus 2024

Reviewed: Agustus 2024

Published: Agustus 2024

Plagirism Checker No 234

Prefix DOI : Prefix DOI : 10.8734/Kohesi.v1i2.365

Copyright : Author

Publish by : Kohesi



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



1. PENDAHULUAN

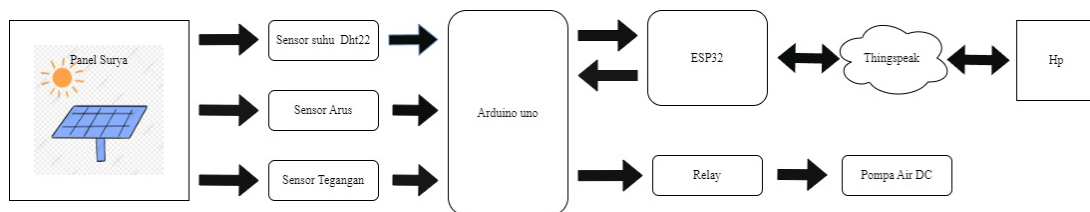
Dalam era keberlanjutan energi, panel surya menjadi solusi yang sering digunakan untuk menghasilkan listrik dari sinar matahari. Namun, efisiensi konversi energi matahari dapat terhambat oleh peningkatan suhu panel surya, yang menurunkan daya output. Untuk mengatasi masalah ini, sistem pendinginan otomatis berbasis mikrokontroler dikembangkan. Dengan sensor suhu terintegrasi, ESP32 dapat memantau suhu panel surya secara real-time dan mengatur sistem pendinginan secara dinamis untuk menjaga suhu optimal. Teknologi ini meningkatkan efisiensi konversi energi matahari menjadi listrik dan daya output keseluruhan. Penelitian ini mengusulkan solusi inovatif dengan judul "Rancang Bangun Sistem Peningkatan Daya Output pada Solar Panel dengan Metode Pendinginan Otomatis Berbasis Mikrokontroler," yang relevan untuk meningkatkan daya output panel surya dan pemanfaatan energi surya yang lebih optimal.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan pemodelan sistem seperti blok diagram dan Flowchart.

2.1 Blok Diagram

Rancang bangun sistem peningkatan daya output pada solar panel dengan metode pendinginan otomatis berbasis mikrokontroler ini melibatkan beberapa komponen yang menjadi penunjang, dan semuanya bisa dilihat dalam blok diagram terdapat di Gambar 1.



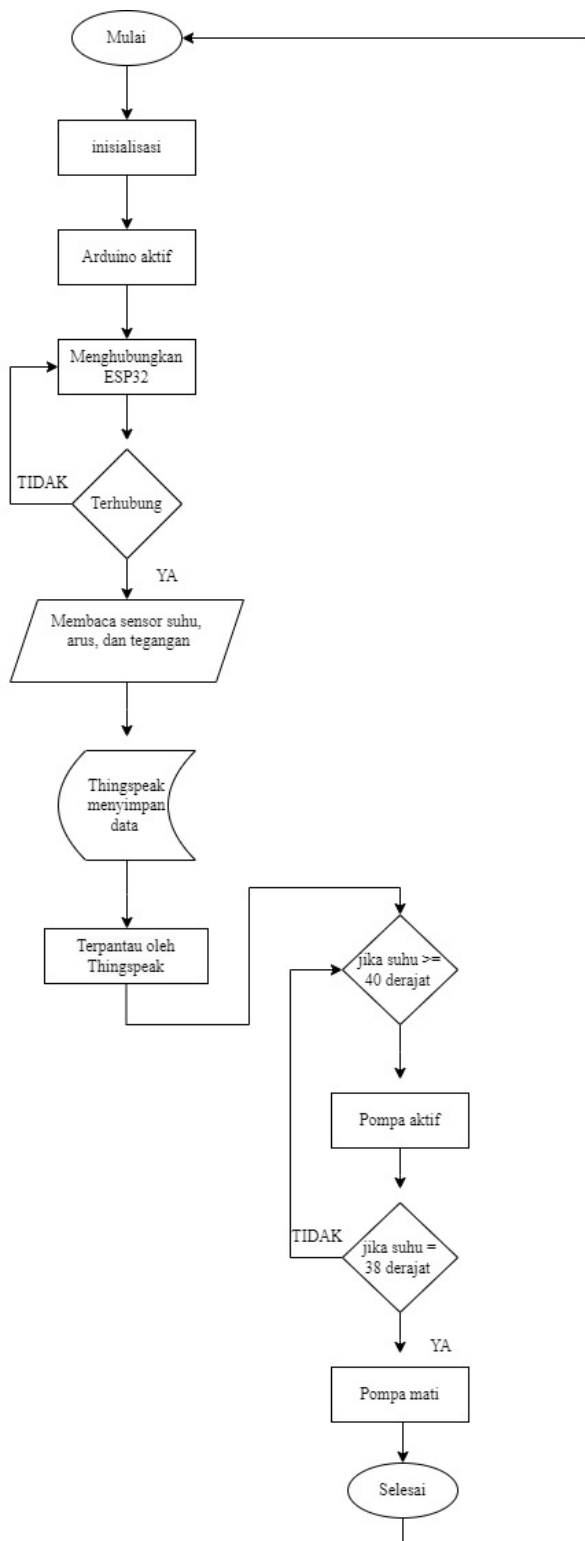
Gambar 1. Blok Diagram

Deskripsi blok diagram :

Perancangan sistem untuk meningkatkan daya output pada panel surya dengan menggunakan metode pendinginan otomatis berbasis mikrokontroler melibatkan beberapa komponen utama. Panel surya bertindak sebagai sumber energi utama, menangkap sinar matahari dan mengubahnya menjadi listrik. Pada panel surya ini, dipasang sensor arus, sensor tegangan, dan sensor suhu. Sensor arus dan tegangan bertugas untuk membaca daya yang dihasilkan oleh panel surya, sementara sensor suhu mengukur suhu permukaan panel. Data dari sensor suhu ini kemudian digunakan untuk mengaktifkan pompa secara otomatis berdasarkan pengaturan suhu panel. Mikrokontroler Arduino Uno berkomunikasi dengan ESP32 melalui saluran komunikasi serial, di mana data dikirim melalui pin RX dan TX pada kedua papan tersebut. Selain itu, modul ESP32 mendukung komunikasi nirkabel seperti Wi-Fi atau Bluetooth, memungkinkan transfer data melalui jaringan tanpa kabel. Sistem ini dapat dipantau melalui platform IoT seperti aplikasi ThingSpeak. Dengan adanya sistem ini, panas berlebih pada permukaan panel surya dapat dikurangi, sehingga daya output panel meningkat dan kinerjanya dioptimalkan. Penggunaan teknologi IoT dalam sistem ini juga mempermudah pemantauan data secara real-time

.2.2 Flowchart

Sistem yang telah dirancang memiliki beberapa tugas utama, yaitu membaca data dari sensor, mengolah data sensor, dan menampilkan hasil data. Proses kerja sistem ini dapat dijelaskan melalui diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Tanpa Pendingin

Pada tahap ini, akan ditampilkan data hasil pengujian panel surya yang tidak menggunakan pendingin. Untuk melihat data tabel dari panel surya tanpa pendingin, silahkan lihat Tabel 1.

Tabel 1 Data Panel Surya Tanpa Pendingin

Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Suhu (°C)	Kondisi Cuaca
26/02/2024 08:00	14,1	1,8	25,38	28,3	Cerah Berawan
26/02/2024 08:30	18,25	2,1	32,85	30,3	Cerah Berawan
26/02/2024 09:00	16,01	1,6	25,61	30,1	Mendung
26/02/2024 09:30	16,55	1,8	29,79	30	Mendung
26/02/2024 10:00	17,5	1,9	33,25	31	Mendung
26/02/2024 10:30	19,08	3,5	66,78	35,8	Cerah
26/02/2024 11:00	17,94	2,4	43,05	33,7	Cerah Berawan
26/02/2024 11:30	18,5	2,5	46,25	37,7	Cerah
26/02/2024 12:00	19,2	2,8	53,76	40,7	Cerah
26/02/2024 12:30	18,7	2,7	50,49	39,2	Cerah
26/02/2024 13:00	19,53	3	58,59	36,4	Cerah
26/02/2024 13:30	17,58	1,7	29,88	35,2	Mendung
26/02/2024 14:00	17,76	1,8	31,96	35,6	Cerah Berawan
26/02/2024 14:30	16,8	1,6	26,88	34,6	Mendung
26/02/2024 15:00	14,57	1,7	24,76	32,8	Mendung
26/02/2024 15:30	13,7	1,5	20,55	32,6	Mendung
26/02/2024 16:00	13,16	1,1	14,47	32,5	Mendung
Rata-rata	16,99588235	2,088235	36,13529	33,911765	

Dari Tabel 1 di atas, hasil pengujian menunjukkan rata-rata tegangan yang dihasilkan adalah 16,99 V, sedangkan rata-rata arus mencapai 2,08 A. Temperatur keliling tertinggi yang tercatat selama pengujian mencapai 40,7°C, sementara rata-rata temperatur keliling selama pengujian adalah 33,91°C. Untuk menghitung daya output dari panel surya tanpa pendingin, digunakan rumus perhitungan daya P (daya) = $V \times I$.

Keterangan :

P = Daya

V = Tegangan

I = Arus

Perhitungan:

$P = V \times I$

$P = 16,99 \times 2,08 = 35,33 \text{ Watt}$

Untuk menghitung daya pada modul panel persatuan luas panel dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

Panjang panel = 1,48 M

Lebar panel = 0,670 M

Luas panel = Panjang x lebar = $1,48 \times 0,670 = 0,9916 \text{ M}^2$

$V = 16,99$

$I = 2,08$

$P = V \times I = 16,99 \times 2,08 = 35,33 \text{ Watt}$

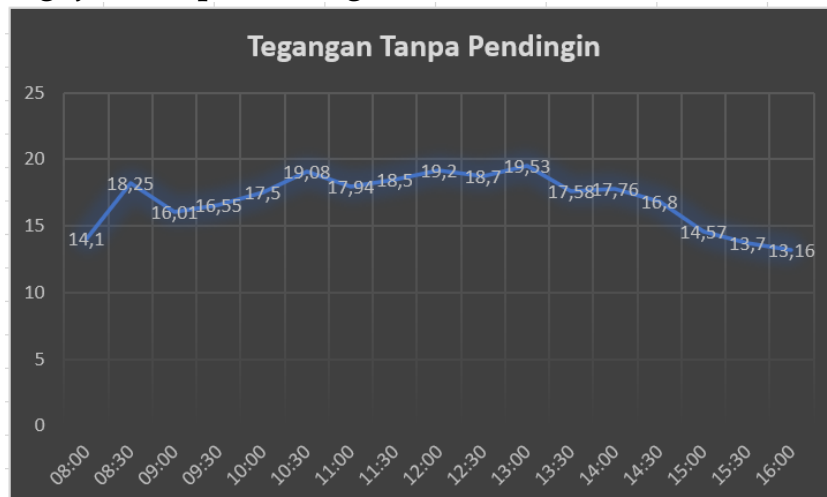
Selanjutnya daya pada modul panel persatuan luas panel dapat di hitung sebagai berikut:



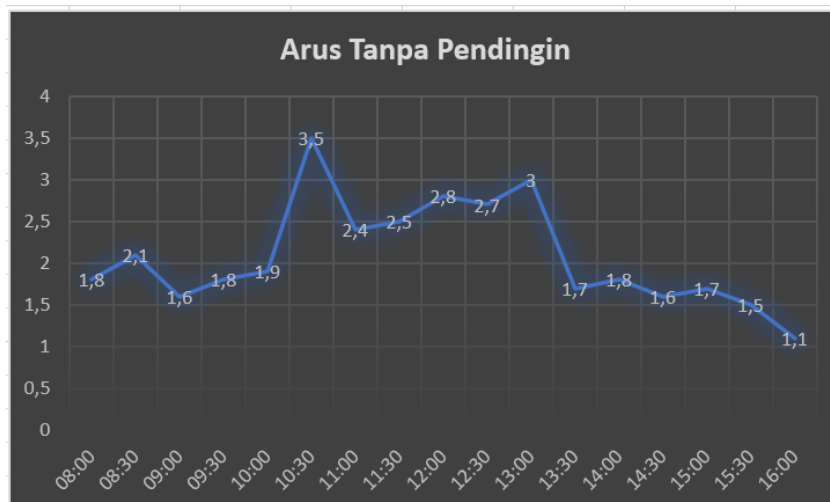
$$\frac{35,33}{0,9916} = 35,62 \text{ Watt / M}^2$$

Dari hasil pengujian panel surya tanpa pendingin, didapatkan nilai daya keluar (Pout) sebesar 35,33 Watt

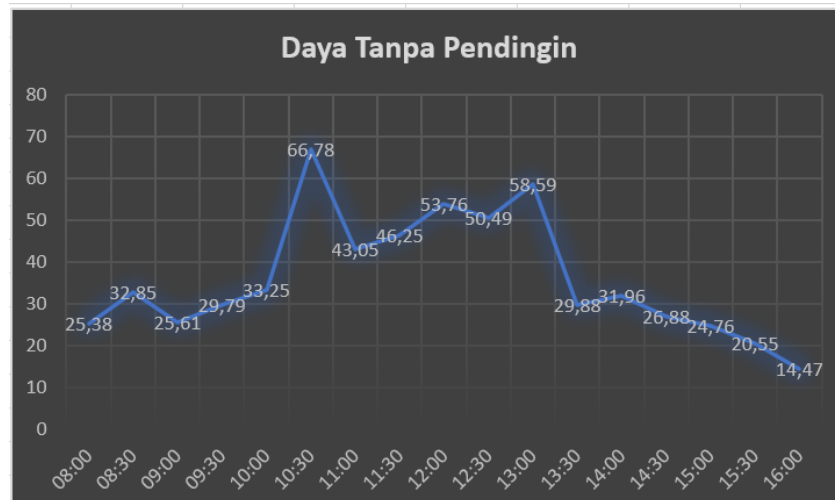
3.2 Grafik Hasil Pengujian Tanpa Pendingin



Gambar 3. Grafik Tegangan Tanpa Pendingin



Gambar 4. Grafik Arus Tanpa Pendingin



Gambar 5. Grafik Daya Tanpa Pendingin

3.3 Hasil Pengujian Menggunakan Pendingin

Pada bagian ini, akan ditampilkan data hasil pengujian panel surya yang menggunakan pendingin. Untuk melihat data tabel dari panel surya menggunakan pendingin, silahkan lihat Tabel 2

Tabel 2 Data Panel Surya Menggunakan Pendingin

Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Suhu (°C)	Kondisi Cuaca
26/02/2024 08:00	14,5	2,01	29,14	28,3	Cerah Berawan
26/02/2024 08:30	18,58	2,4	44,59	30,3	Cerah Berawan
26/02/2024 09:00	17,93	1,86	33,34	30,1	Mendung
26/02/2024 09:30	17,73	1,98	35,1	30	Mendung
26/02/2024 10:00	17,8	2,02	35,95	31	Mendung
26/02/2024 10:30	19,55	3,9	76,24	35,8	Cerah
26/02/2024 11:00	18,46	2,41	44,48	33,7	Cerah Berawan
26/02/2024 11:30	19,02	2,65	50,4	37,7	Cerah
26/02/2024 12:00	19,93	2,88	57,39	40,7	Cerah
26/02/2024 12:30	19,71	2,96	58,34	39,2	Cerah
26/02/2024 13:00	20,14	3,01	60,62	36,4	Cerah
26/02/2024 13:30	17,99	1,95	33,15	35,2	Mendung
26/02/2024 14:00	18,1	2,15	38,91	35,6	Cerah Berawan
26/02/2024 14:30	17,87	1,82	32,52	34,6	Mendung
26/02/2024 15:00	15,78	1,98	31,24	32,8	Mendung
26/02/2024 15:30	14,49	1,72	24,92	32,6	Mendung
26/02/2024 16:00	14,23	1,38	19,63	32,5	Mendung
Rata-rata	17,75352941	2,298824	41,527059	33,91176	

Dari Tabel 4.2 di atas, hasil pengujian menunjukkan rata-rata tegangan yang dihasilkan adalah 17,75 V, sedangkan rata-rata arus mencapai 2,29 A. Temperatur keliling tertinggi yang tercatat selama pengujian mencapai 40,7°C, sementara rata-rata temperature keliling selama pengujian adalah 33,91°C,

Untuk menghitung daya output dari panel surya tanpa pendingin, digunakan rumus perhitungan daya **P (daya) = V x I**.

Keterangan :

P = Daya

V = Tegangan



I = Arus

Perhitungan:

$$P = V \times I$$

$$P = 17,75 \times 2,29 = 40,64 \text{ Watt}$$

Untuk menghitung daya pada modul panel persatuan luas panel dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

$$\text{Panjang panel} = 1,48 \text{ M}$$

$$\text{Lebar panel} = 0,670 \text{ M}$$

$$\text{Luas panel} = \text{Panjang} \times \text{lebar} = 1,48 \times 0,670 = 0,9916 \text{ M}^2$$

$$V = 17,75$$

$$I = 2,29$$

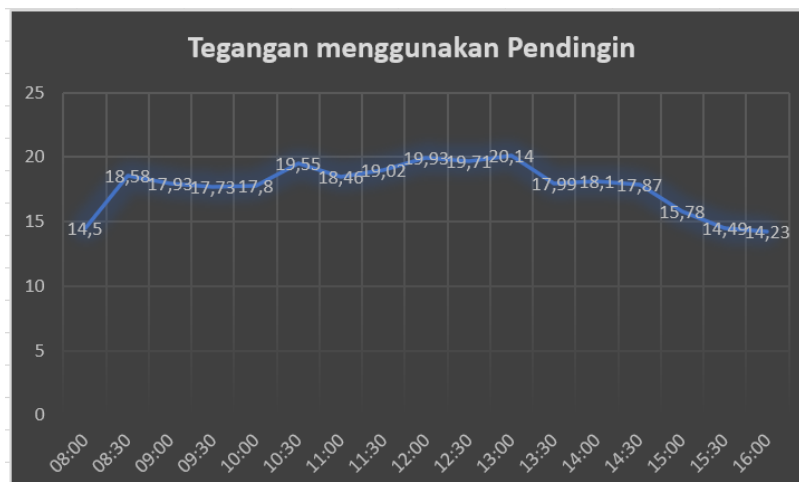
$$P = V \times I = 17,75 \times 2,29 = 40,64 \text{ Watt}$$

Selanjutnya daya pada modul panel persatuan luas panel dapat di hitung sebagai berikut:

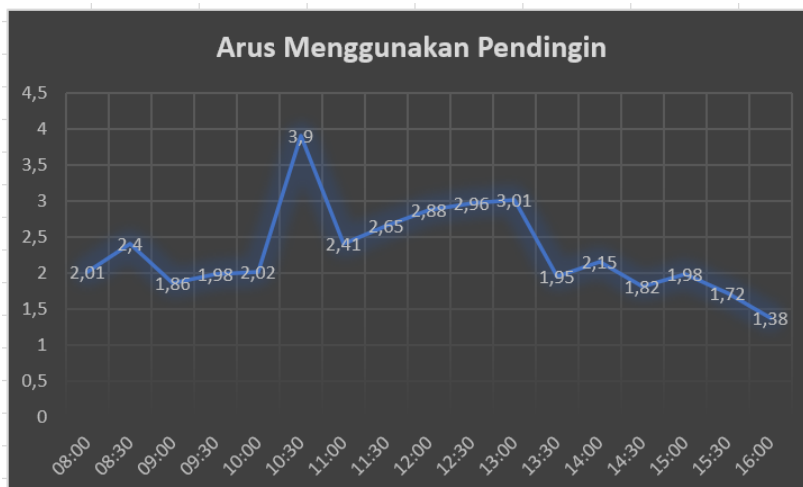
$$\frac{40,64}{0,9916} = 40,98 \text{ Watt / M}^2$$

Dari hasil pengujian panel surya menggunakan pendingin, didapatkan nilai daya keluar (Pout) sebesar 40,64 Watt

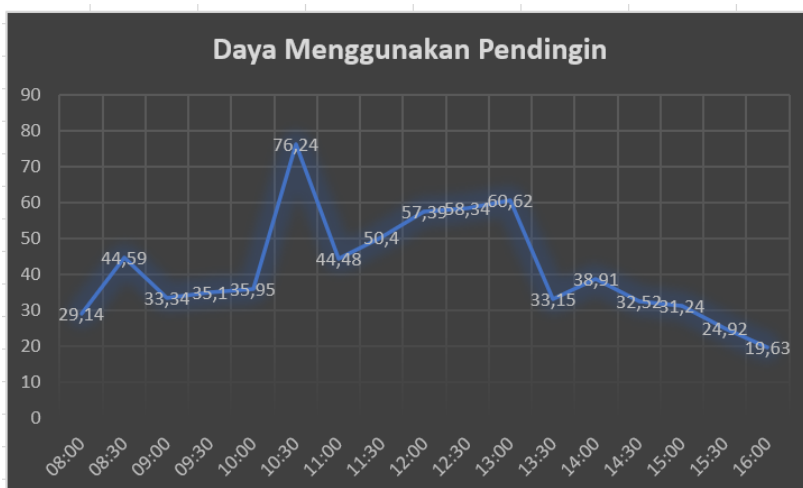
3.4 Grafik Hasil Pengujian Menggunakan Pendingin



Gambar 6. Grafik Tegangan Menggunakan Pendingin



Gambar 7. Grafik Arus Menggunakan Pendingin



Gambar 8. Grafik Daya Menggunakan Pendingin

Untuk membandingkan output panel surya dengan tanpa sistem pendingin dan dengan sistem pendingin, kita dapat melihat perbedaan parameter seperti tegangan, arus, dan daya dari panel surya. Perbandingan ini dapat dilihat melalui grafik. Grafik tanpa pendingin dapat dilihat pada grafik 4.2.2, sementara grafik yang menggunakan sistem pendingin terdapat pada grafik 4.2.4. Setelah melihat grafik tersebut, terlihat bahwa nilai tegangan, arus, dan daya pada panel surya yang menggunakan sistem pendingin lebih tinggi dibandingkan dengan panel surya tanpa pendingin. Untuk panel surya tanpa pendingin, ditemukan nilai rata-rata tegangan sebesar 16,99 V, arus sebesar 2,08 A, dan daya sebesar 35,33 Watt. Sementara itu, pada panel surya yang menggunakan pendingin, tercatat nilai rata-rata tegangan sebesar 17,75 V, arus sebesar 2,29 A, dan daya sebesar 40,64 Watt.

Selain itu, nilai temperatur keliling tertinggi pada panel surya tanpa pendingin dan yang menggunakan pendingin mencapai 40,7°C, dengan rata-rata temperatur keliling sebesar 33,91°C.

Untuk menghitung peningkatan daya output panel dapat di hitung sebagai berikut:

$$\frac{40,64 - 35,33}{35,33} \times 100\%$$

$$= \frac{5,31}{35,33}$$

$$= 0,1502 \times 100\%$$



= 15,02%

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian, dan analisis sistem pendingin panel surya, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penerapan sistem pendingin pada panel surya berhasil meningkatkan daya output sekitar 15,02% dibandingkan dengan panel tanpa pendingin. Ini menunjukkan bahwa sistem pendingin efektif dalam menurunkan suhu panel, yang berkontribusi pada peningkatan daya output. Penurunan suhu merupakan faktor penting dalam meningkatkan efisiensi konversi energi matahari menjadi listrik, dan teknologi pendinginan berbasis mikrokontroler menawarkan solusi yang efektif untuk mengoptimalkan kinerja panel surya.
2. Pada panel surya tanpa pendingin, tegangan output rata-rata yang dihasilkan adalah 16,99 V, arus 2,08 A, dan daya 35,33 Watt. Sedangkan pada panel yang dilengkapi pendingin, tegangan output rata-rata mencapai 19,36 V, arus 3,48 A, dan daya 40,64 Watt.
3. Suhu lingkungan yang melebihi batas maksimum yang diinginkan sebesar 25°C mempengaruhi daya output, sehingga meskipun arus Imp sesuai spesifikasi modul panel adalah 7,76 A, sistem pendingin hanya mampu menghasilkan arus sebesar 2,29 A dalam kondisi suhu tersebut. Ini menunjukkan bahwa suhu tinggi di sekitar modul panel surya berdampak signifikan pada kinerja sistem, mengurangi kapasitas output yang dihasilkan.

4.2 Saran

1. Perbaiki desain sistem pendinginan untuk memastikan distribusi pendinginan yang merata di seluruh permukaan panel surya, termasuk bagian yang mungkin rentan terhadap peningkatan suhu.
2. Untuk melaksanakan pembuatan sistem, perlu dilengkapi dengan alat-alat yang mendukung. Pengalaman sebelumnya menunjukkan bahwa kurangnya kelengkapan alat dapat menyulitkan proses pengambilan data. Oleh karena itu, keberhasilan sistem dapat ditingkatkan dengan memastikan ketersediaan alat-alat yang memadai untuk mempermudah dan mengoptimalkan proses pengumpulan data.
3. Untuk meningkatkan kualitas sistem yang belum optimal, perlu dilakukan perbaikan dengan mempertimbangkan setiap komponen yang digunakan agar sesuai dengan kebutuhan sebenarnya. Hal ini melibatkan evaluasi mendalam terhadap fungsionalitas dan interaksi antar komponen sistem, guna memastikan kesesuaian dan kinerja optimal sesuai dengan kebutuhan yang sebenarnya.
4. Untuk pengambilan data pada sensor tegangan dan arus, disarankan dilakukan pada saat intensitas cahaya matahari berada pada tingkat yang optimal. Hal ini karena jika intensitas cahaya matahari tidak stabil, maka akan sulit untuk memperoleh perbandingan data yang konsisten. Sehingga, pengumpulan data pada kondisi intensitas cahaya matahari yang baik dapat meningkatkan keakuratan dan keandalan perbandingan yang dilakukan.
5. Kembangkan sistem pemantauan jarak jauh yang memungkinkan pemantauan efisiensi panel surya dan performa sistem pendinginan secara real-time melalui koneksi internet merupakan langkah penting. Sistem ini dapat memberikan kemudahan bagi pengguna atau pemilik untuk mengakses dan memantau data kinerja panel surya dan efektivitas sistem pendinginan dari jarak jauh, sehingga memungkinkan pengambilan keputusan yang cepat dan responsif. Integrasi teknologi ini dapat meningkatkan pengelolaan dan pemeliharaan sistem secara efisien.



6. Untuk memperbaiki suhu keliling panel surya, pertimbangkan pemasangan blower. Blower dapat meningkatkan sirkulasi udara di sekitar panel surya, membantu menurunkan suhu sekitarnya dan menjaga suhu keliling panel dalam rentang yang diinginkan. Ini dapat meningkatkan efisiensi dan kinerja panel surya secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cakrawala96. (2021). Solar charge controller : Pengertian, fungsi, dan jenisnya. Dikutip pada 16 juli 2023, dari <https://www.gesainstech.com/2021/05/solar-charge-controller-pwm-mppt.html>
- [2] D. W. Christianto, Sherwin R. U. A. Sompie, Feisy D. Kambey. (2020). Implementasi internet of things pada monitoring kecepatan kendaraan bermotor. Vol. 9, no. 2, pp. 91-100
- [3] F. N. Raditya, T. Aris, H. Achmad. 2020. Perancangan pengendali kondisi ruangan dengan metode kontrol fuzzy. Transient, vol. 9, no. 1, pp. 37-45
- [4] Haldianto, A. Nur, L. Halik Abd. A, Adriani. 2023. Analisa pengaruh suhu kerja pada panel surya terhadap daya keluaran dari panel. Vol. 15, no. 1, pp. 32-39
- [5] Juliansyah Yayat. (2022). Pengertian sensor tegangan. Dikutip pada 13 juli 2023, dari <https://www.ruangteknisi.com/sensor-tegangan/>
- [6] Linknet.id. (2022). Apa itu internet of things? Pengertian, cara kerja, dan contohnya. Dikutip pada 11 Agustus 2023, dari <https://www.linknet.id/article/internet-of-things>
- [7] Musbikhin. (2020). Apa itu sensor DHT11 dan DHT22 serta perbedaannya. Dikutip pada 11 juli 2023, dari <https://www.musbikhin.com/apa-itu-sensor-dht11-dan-dht22-serta-perbedaannya/>
- [8] O. Sanjaya, E. P. Laksana, Sujono, dan S. Broto. 2022. Sistem Pendinginan Panel Surya Dengan Metode Penyemprotan Air dan Pengontrolan Suhu Air Menggunakan peltier, J. Nas. Tek. Elektro.
- [9] R. Pido, S. Himran, dan Mahmuddin. (2018). Analisa Pengaruh Pendinginan Sel Surya Terhadap Daya Keluaran dan Efisiensi. Teknologi, vol. 19, no. 1, pp. 31-38.
- [10] Rahajoeningrum. T, Jatnika. I. (2022). Sistem Pendingin Otomatis Untuk Peningkatan Daya Output Berbasis Mikrokontroler. Telekontran, vol. 10, no. 1, pp. 69-77.
- [11] Razor aldy. (2020). Modul relay Arduino : Pengertian, gambar, skema, dan lainnya. Dikutip pada 14 juli 2023, dari <https://www.aldyrazor.com/2020/05/modul-relay-arduino.html>
- [12] Superadmin. (2021). Apa dan bagaimana sistem kerja panel surya. Dikutip pada 10 juli 2023, dari <https://elektro.umy.ac.id/apa-dan-bagaimana-sistem-kerja-panel-surya/>
- [13] Splashtronic.wordpress.com. (2013). Modul SD Card. Dikutip pada 16 juli 2023, dari <https://splashtronic.wordpress.com/2013/10/29/modul-sd-card/>
- [14] S. P. Trias, P. Fitri, P. Hristina. (2020). Perancangan dan analisis sistem alat ukur arus listrik menggunakan sensor ACS712 berbasis Arduino Uno dengan standar clampmeter. Vol. 11, no. 1, pp. 39-44
- [15] S. Ahmad, R. Sri, V. Sparisoma. (2021). Menganalisis hubungan debit pompa listrik submersible DC 12 volt terhadap ketinggian penampungan air melalui pembelajaran berbasis proyek. Vol. 9, no. 2, pp. 83-91
- [16] Wasiswa.com. (2023). Mengenal lebih dekat siapa itu ESP32. Dikutip pada 14 juli 2023, dari <https://wasiswa.com/apa-itu-esp32/>