

Perancangan *Automatic Cooling System Solar Power (AuCS-SP)* Berbasis Arduino Uno Untuk Mempertahankan Kinerja Solar Panel

DHAMI JOHAR DAMIRI, DITHA NEVELLA SEMBIRING

Institut Teknologi PLN
dhami@itpln.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengefektifkan kerja solar panel dalam mengubah sinar matahari menjadi energi listrik pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang terletak di area terbuka dan menyebabkan peningkatan suhu pada Solar Panel yang berakibat turunnya tegangan dan arus yang dihasilkan dari Solar panel. Untuk menangani permasalahan tersebut, diperlukan sistem pengendalian suhu pada permukaan Solar Panel yaitu Automatic Cooling System Solar Power (AuCS-SP) dengan kendali otomatis pembacaan sensor suhu untuk mendeteksi suhu pada permukaan Solar Panel dan Arduino Uno R3 sebagai mikrokontroler. Hasil pengendalian suhu pada Solar Panel yang dirancang, AuCS-SP membuktikan bahwa terdapat peningkatan hasil keluaran Solar Panel sebesar 7.03 Watt lebih besar dibandingkan dengan Solar Panel yang tidak menggunakan sistem pendingin. Rata-rata perbandingan suhu yang menggunakan sistem pendingin 6.29 °C lebih dingin dari pada yang tidak menggunakan sistem pendingin, rata-rata perbedaan arus yang tidak menggunakan sistem pendingin lebih kecil 0.31 A serta rata-rata perbedaan tegangan yang menggunakan sistem pendingin lebih besar 0.98 V daripada yang tidak menggunakan sistem pendingin.

Kata kunci: Kinerja Solar Solar Panel, Sistem Pendingin AuCS-SP, PLTS,

ABSTRACT

This research aims to streamline the work of solar panels in converting sunlight into electrical energy in the Solar Power Plant (PLTS) system. Solar Panels placed in open areas get direct sunlight on the panel and under the panel, causing an increase in temperature on the Solar Panel which results in a decrease in voltage and current generated from the Solar panel. To deal with these problems, a temperature control system is needed on the surface of the Solar Panel. Automatic Cooling System Solar Power (AuCS-SP) tool in the form of automatic control with temperature sensor readings to detect temperature on the surface of the Solar Panel and Arduino Uno R3 as a microcontroller and Relay, the AuCS-SP tool will automatically turn on according to the temperature readings carried out by the

DS18B20 temperature sensor. The results of temperature control on the designed Solar Panel, AuCS-SP prove that there is an increase in the output of Solar Panels by 7.03 Watts greater than Solar Panels that do not use a cooling system. With an average temperature ratio that uses a cooling system of 6.29 °C cooler than those that do not use a cooling system. The average current difference between using AuCS-SP and does not use the cooling system is 0.31 A smaller than those who use the cooling system and the average voltage difference that uses the cooling system is greater than that which does not use the cooling system.

Keywords: Solar Panel Performance, AuCS-SP Cooling System, Solar Power Plant

1. PENDAHULUAN

Meningkatnya penduduk dan penggunaan teknologi di Indonesia menyebabkan kebutuhan energi yang banyak. Namun, pada saat yang sama ketersediaan energi konvensional seperti gas alam, minyak bumi, dan batu bara semakin menipis dengan berjalannya waktu. Selain disebabkan karena menipisnya ketersediaan energi konvensional, hal ini juga dikarenakan energi konvensional banyak menimbulkan polusi udara. **(Azzahra, et al., 2019)**. Indonesia merupakan negara yang berada pada garis khatulistiwa sehingga mendapatkan sinar matahari sepanjang tahun yang berpotensi memperoleh energi surya yang cukup besar. penggunaan energi surya dianggap mampu menggantikan penggunaan energi konvensional karena merupakan energi yang ramah lingkungan, bersifat tidak polutif, dan dapat digunakan selama mendapatkan sinar matahari. **(Damiri & Lmania, 2023)**.

Seiring kemajuan teknologi, ditemukan sinar matahari sebagai sumber energi yang bersifat baru terbarukan. Teknologi pemanfaatan sinar matahari berupa sel *Photovoltaic* (PV) digunakan sebagai alat konversi energi sinar matahari menjadi listrik searah dan dirancang menjadi sebuah panel surya (Sariman, Agustina, Khoris, & Bayusari, 2019). Solar Panel merupakan susunan dari sel-sel surya yang terbuat dari bahan semikonduktor sehingga mampu menyerap energi foton dari radiasi matahari sehingga dapat diubah menjadi energi listrik. **(Hutajulu, Siregar, & Pambudi, 2020)**.

Kinerja dari sistem fotovoltaik dipengaruhi oleh beberapa hal diantaranya seperti suhu lingkungan, kelembaban relatif, intensitas radiasi matahari secara global, dan sudut penyinaran. Faktor-faktor inilah yang dapat mengurangi efisiensi daya keluaran dari panel surya, khususnya pada suhu permukaan panel surya seiring dengan meningkatnya suhu lingkungan dan intensitas radiasi matahari **(Harahap, Dewi, & Rusdianasari, 2019)**. Karena suhu atau temperatur udara yang tinggi dapat memengaruhi kinerja panel surya, maka sangat penting untuk mengetahui suhu operasi dari modul panel surya yang biasa disebut *Nominal Operating Cell Temperature* (NOCT). **(Kusuma, Partha, & Sukerayasa, 2020)**.

Sel surya adalah komponen semikonduktor yang mampu mengubah energi matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip fotovoltaik. Pengisi daya bertenaga sinar matahari

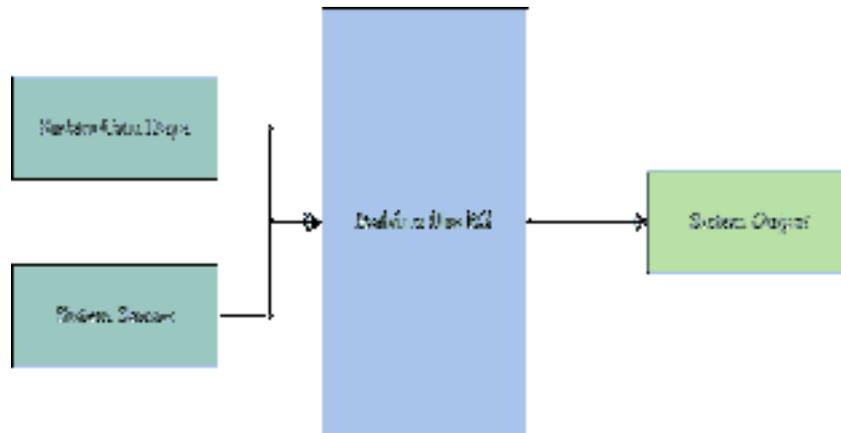
terdiri dari beberapa modul berbasis matahari dan bermacam-macam sel menggunakan energi matahari yang disebut panel surya. Tegangan dan arus yang dihasilkan sel surya dipengaruhi oleh suhu lingkungan sekitar dan besarnya radiasi matahari. Tegangan panel surya dan arus listrik menurun pada suhu lingkungan yang lebih tinggi dengan intensitas radiasi matahari yang konstan. Namun tegangan dan arus listrik yang dihasilkan sel surya berbanding lurus dengan intensitas radiasi matahari yang diterimanya. Suhu, awan, dan kecepatan angin di sekitar area panel surya menjadi alasan dilakukannya penyesuaian suhu ini. Perubahan suhu yang ekstrem juga dapat menimbulkan masalah bagi pembangkit listrik tenaga surya. **(LAKSANA, et al., 2022), (Saputra, Purwanto, Rahim, & Bakhtiar, 2022).**

Peningkatan suhu diikuti dengan peningkatan daya saat membahas pengaruh keluaran daya terhadap suhu permukaan modul surya dengan pemakaian modul surya sebesar 50 Watt. Untuk mengurangi suhu yang ada pada permukaan panel surya dapat dilakukan dengan menggunakan udara alami atau pun menggunakan pendingin lainnya yang menghasilkan peningkatan efisiensi sebesar 12%. Peningkatan sebesar 15% menggunakan pelat datar sebagai saluran pendingin pada panel surya. **(Meliala, Putri, Saifuddin, & Sadli, 2020).**

Pengoprasian panel surya harus berada di area yang dapat menyerap sinar radiasi matahari langsung untuk menghasilkan energi listrik. Namun, hal ini membuat Solar Panel rentan mengalami panas berlebih dari suhu solar panel dan suhu lingkungan sekitar solar panel dari pemantulan cahaya matahari, sehingga terjadi penurunan daya keluaran seiring dengan kenaikan suhu panel surya. **(Napitupulu, Simanjuntak, & Sibarani, 2017).** Menghadapi permasalahan tersebut, harus dilakukan upaya untuk mengatasinya. Salah satunya adalah pendinginan modul surya. Oleh karena itu, diperlukan sistem pendingin untuk menurunkan suhu panel surya secara otomatis dengan menggunakan Arduino Uno. Arduino Uno merupakan piranti elektronik dengan dilengkapi dengan *board* dan dirangkai dengan mikrokontroler Atmega328P. pada penelitian ini Arduino Uno digunakan sebagai mikrokontroler yang memiliki fungsi untuk mengatur sistem kerja pendingin panel surya secara otomatis. Maka dibuatlah sebuah sistem alat pendingin panel surya, yaitu *Automatic Cooling System Solar Power (AuCS-SP)* **(Tijani, Hamadi, Naqbi, Almarzooqi, & Rahbi, 2018).** Alat ini merupakan produk sistem pendingin modul surya dengan menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler dan menggunakan *Peltier* sebagai pendinginan pada tangki air. Sistem kerja pada alat AuCS-SP ini menggunakan media air untuk proses penyiraman yang dilakukan secara otomatis berdasarkan suhu *set point* yang ditentukan dengan menggunakan *source code* pada Arduino Uno. Hal ini diharapkan mampu untuk mengurangi suhu yang terlalu tinggi sehingga menghasilkan keluaran dari modul panel surya tidak maksimal.

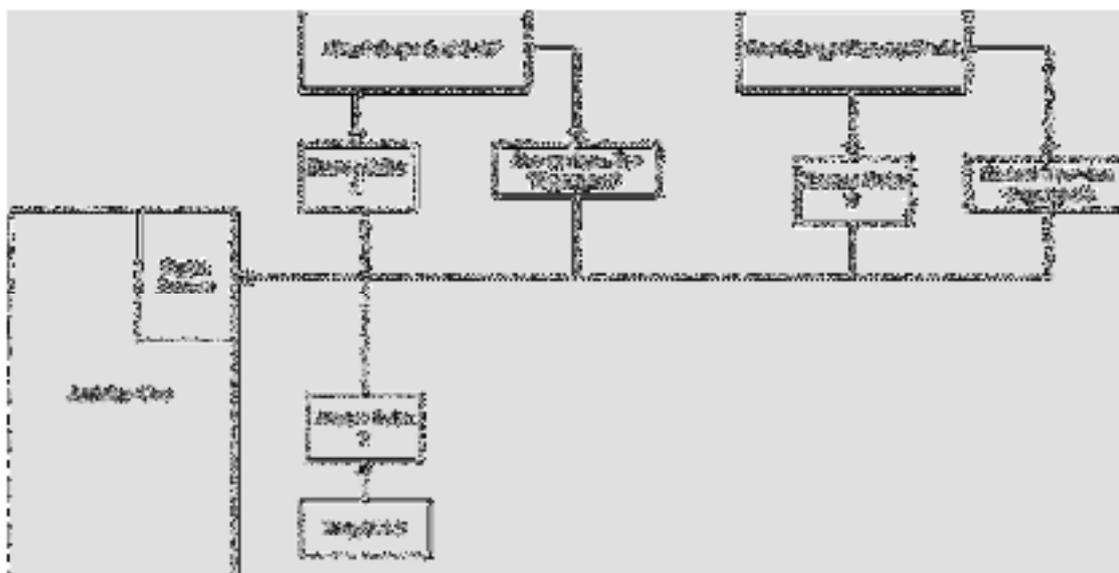
2. METODOLOGI

Pembuatan rancang bangun merupakan tahapan perancangan dengan membuat skema dan desain dari AuCS-SP menggunakan *Software* SketchUp Pro 2023. dan desain dilanjutkan dengan pembuatan alat sesuai dengan rancangan alat dalam bentuk Diagram Blok perancangan Sistem



Gambar 1. Diagram Blok Perancangan Sistem

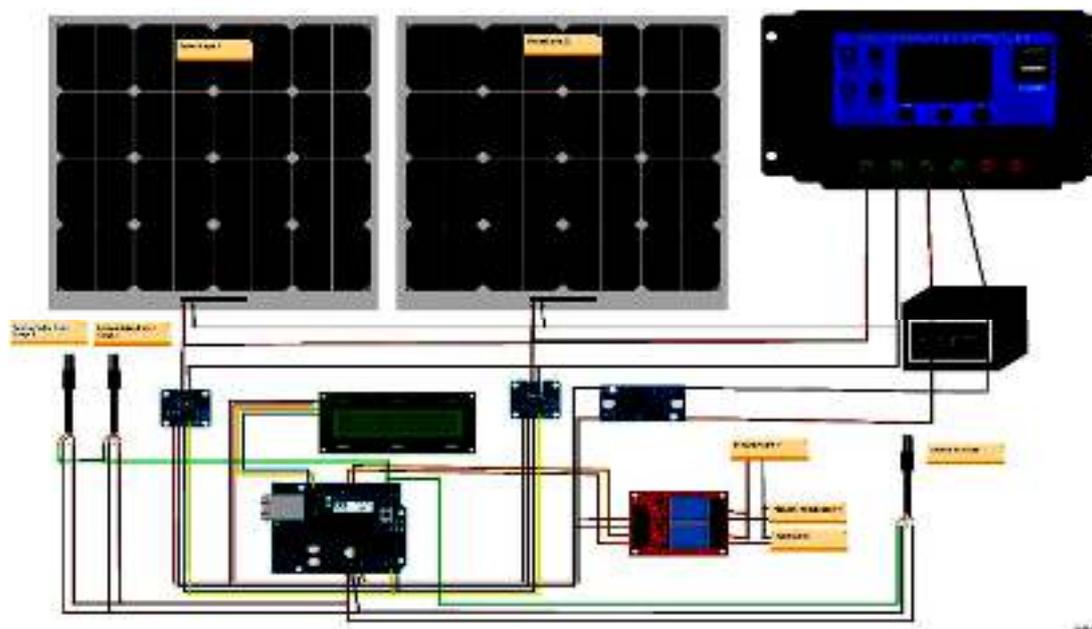
Dari Gambar 1 terlihat bahwa catu daya digunakan untuk penyuplai sumber energi listrik ke beban. Sistem sensor merupakan sistem yang digunakan sebagai pengendalian suhu pada permukaan panel surya menggunakan sensor suhu yaitu DS18B20, sedangkan untuk mengetahui arus dan tegangan yang dihasilkan panel surya menggunakan sensor arus dan tegangan yaitu INA219. Sistem alat AuCS-SP terdapat sistem *output* yang berfungsi untuk mengaktifkan pompa air dengan maksud mengeluarkan air untuk mendinginkan permukaan panel surya berdasarkan pembacaan sensor suhu, lalu akan menghidupkan pendinginan air pada tangki air saat sensor suhu sudah membaca sesuai dengan masukan yang ditentukan. Keseluruhan Blok Diagram sistem digambarkan pada Gambar 2



Gambar 2 . Blok Diagram Sistem Automatic Cooling System Solar Power Untuk Mempertahankan Kinerja Solar Panel

Pengaturan pengendalian suhu panel surya ini adalah ketika sensor suhu pada permukaan panel surya mendeteksi suhu panel surya melebihi batas ambang suhu yang sudah ditetapkan maka *relay* sebagai aktuator otomatis akan menghidupkan pompa air. Pompa air akan berhenti bekerja ketika suhu pada permukaan panel surya menunjukkan suhu ≤ 39 °C.

Skematik dari keseluruhan sistem pendingin yang terdapat pada Gambar 3 . dimana terdapat sistem alat AuCS-SP dan juga sistem panel surya. yang berfungsi sebagai pendingin Solar Panel secara otomatis> Tujuan perancangan alat adalah untuk mengatasi permasalahan *overheat* pada Solar Panel yang dapat menyebabkan tidak maksimalnya hasil dari keluaran Solar Panel. AuCS-SP menggunakan 2 panel surya dengan masing- masing kapasitas sebesar 100 Wp, menggunakan mikrokontroler berupa Arduino Uno R3, sensor arus dan tegangan atau INA219, sensor suhu DS18B20, *Power Supply* 12VDC, SCC atau *Solar Charge Controller*, baterai 12V 40Ah, dan sistem pendingin berupa *relay 2 channel*, pompa air DC, dan *peltier cooling system*.



Gambar 3. Desain Skematik Komponen dan Rangkaian Sistem Pendingin Panel Surya



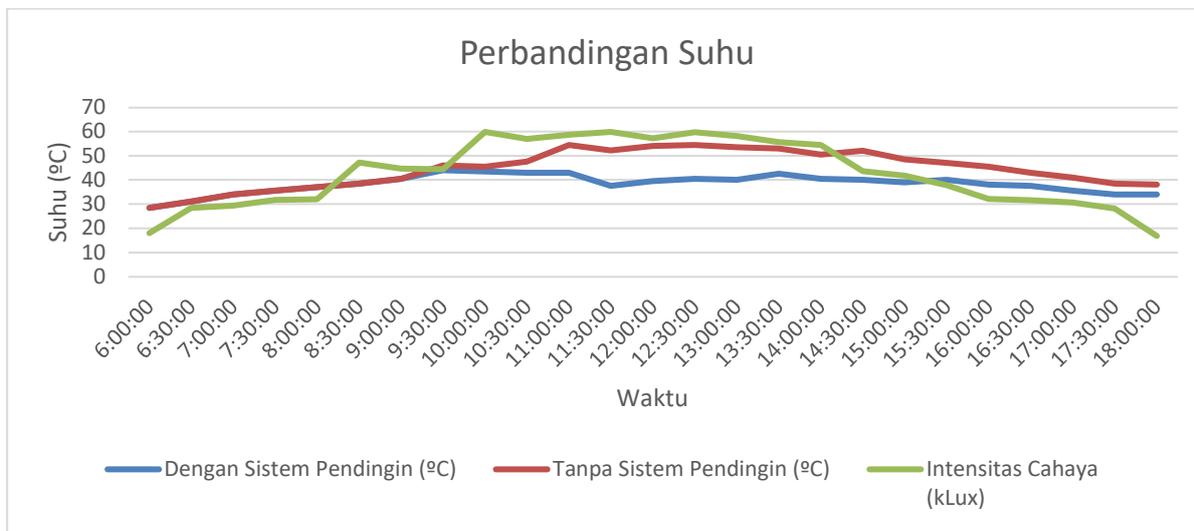
Gambar 4. Rancang Bangun Automatic Cooling System Solar Power (AuCS-SP)

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan perancangan bangun alat Automatic Cooling System Solar Power, pelaksanaan pengujian alat, pelaksanaan pengukuran dan pengumpulam dara Iridiasi, Suhu sekitar solar panel, tegangan, arus dan daya solar panel pada bulan agustus 2023. Prinsip kerja pada sistem pengendalian suhu panel surya ini adalah ketika sensor suhu pada permukaan panel surya mendeteksi suhu panel surya sudah melebihi batas ambang suhu yang sudah ditetapkan yaitu $\geq 42\text{ }^{\circ}\text{C}$ maka relay sebagai aktuator otomatis akan menghidupkan pompa air dan peltier akan menyebarkan air dingin untuk disemprotkan pada solar panel dan akan berhenti bekerja ketika suhu pada permukaan panel surya menunjukkan suhu $\leq 39\text{ }^{\circ}\text{C}$. Karena pada suhu inilah solar panel akan memberikan kinerja yang baik.

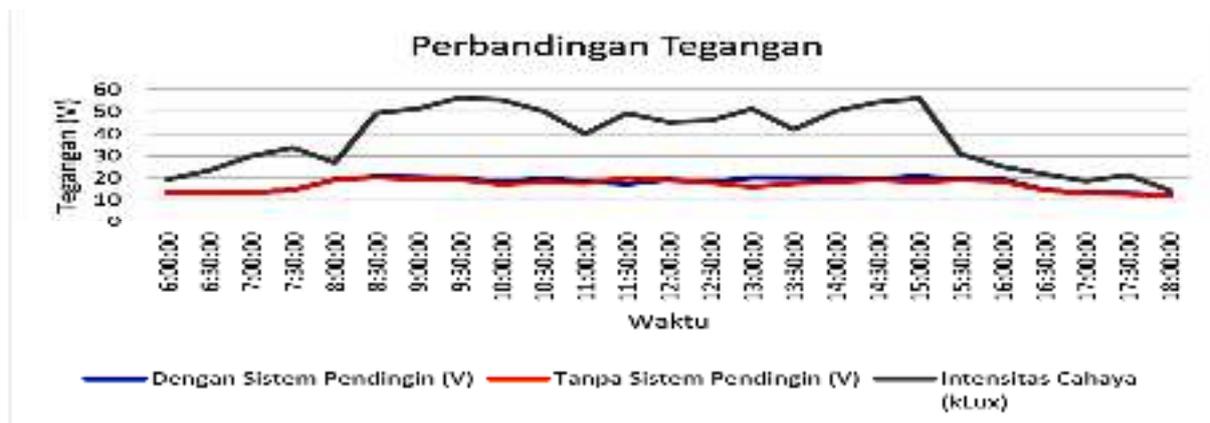
Data penelitian didapat dari pencatatan sensor radiasi, sensor suhu, sensor tegangan dan sensor arus yang dikumpulkan dan diolah oleh database pada data logger Arduino UNO. Pengujian suhu pada solar panel dilakukan untuk mengukur kinerja solar panel dengan cara membandingkan solar panel tanpa pendinginan dan dengan pendinginan dan menghasilkan perbandingan arus, tegangan, daya dan suhu pada solarpanel yang menggunakan pendinginan dan tanpa pendinginan selama 12 jam pada pengajuan selama 7 hari.

Perbandingan suhu solar panel dengan sistem pendingin dan tanpa sistem pendinginan pada gambar 5 didapatkan bahwa rata rata suhu modul PV menunjukkan bahwa semakin tinggi intensitas cahaya maka, suhu pada panel surya akan ikut meningkat. Dari data sensor suhu DS18B20 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan suhu rata rata pada panel surya yang menggunakan sistem pendingin adalah $30,6^{\circ}\text{C}$ dengan tidak menggunakan sistem pendingin rata rata $42,6^{\circ}\text{C}$,segungga terdapat perbedaan suhu pada solar panel yang signifikan yang akan mempengaruhi kinerja solar panel. Hasil pengujian Perbandingan diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Perbandingan suhu solar panel dengan sistem pendingin dan tanpa pendinginan

Perbandingan tegangan solar panel dengan pendinginan dan tanpa pendinginan menunjukkan bahwa rata-rata perbedaan tegangan yang dihasilkan oleh panel surya yang menggunakan sistem pendingin adalah 17,73 Volt dengan tidak menggunakan sistem pendingin adalah 14,1 Volt. perbedaan tegangan terbesar tersebut dikarenakan intensitas cahaya pada panel dan suhu sekitar solar panel mempengaruhi jumlah tegangan yang dihasilkan solar panel.



Gambar 6. Perbandingan Tegangan solar panel dengan sistem pendingin dan tanpa pendinginan

Gambar 7 menunjukkan bahwa rata-rata perbedaan arus yang terjadi pada panel surya yang menggunakan sistem pendingin adalah 1,6 Ampere sedangkan arus pada solar panel tidak menggunakan sistem pendingin adalah 1,35 Ampere. Terdapat perbedaan sebesar 0.25 Ampere yang berkontribusi pada pengaliran arus pada kecepatan aliran muatan pada konduktor

Perancangan Automatic Cooling System Solar Power (AuCS-SP) Berbasis Arduino UNO untuk Mempertahankan Kinerja Solar Panel



Gambar 7. Perbandingan arus solar panel dengan sistem pendingin dan tanpa pendinginan

Pada gambar 8 menunjukkan rata-rata perbandingan daya panel surya yang menggunakan sistem pendingin adalah dengan tidak menggunakan sistem pendingin didapat perbedaan rata-rata daya yang terbesar adalah pada hari Rabu, 5 Juli 2023 sebesar 7.03 Watt.



Gambar 8. Perbandingan daya dengan sistem pendingin dan tanpa pendinginan

Dari hasil yang didapat pada saat pengujian, sistem pendinginan pada modul PV terbukti dapat meningkatkan output modul PV. Rata-rata daya yang paling banyak dihasilkan adalah 7.03 Watt lebih besar dibandingkan dengan modul PV tanpa menggunakan sistem pendingin. Dengan rata-rata perbandingan suhu yang menggunakan sistem pendingin 12 °C lebih dingin dari pada yang tidak menggunakan sistem pendingin. Rata-rata perbedaan arus yang tidak menggunakan sistem pendingin adalah 0.25 A dari pada yang menggunakan sistem pendingin. Lalu rata-rata perbedaan tegangan yang menggunakan sistem pendingin lebih besar 3,63 V daripada yang tidak menggunakan sistem pendingin. Pendinginan pada modul PV sangat dipengaruhi oleh keadaan cuaca. Hal ini dikarenakan, semakin tinggi intensitas cahaya matahari yang didapatkan, maka suhu pada modul PV akan meningkat seiring dengan meningkatnya intensitas cahaya matahari yang mengenai modul PV dan alat AuCS-SP sebagai sistem pendinginan akan memiliki kinerja yang optimal serta mempertahankan umur penggunaan solar panel.

4. KESIMPULAN

Alat AuCS-SP dapat meningkatkan output Solar Panel di setiap pengujian yang dilakukan dibandingkan Solar Panel yang tidak menggunakan sistem pendingin. Hal ini dapat terjadi karena adanya NOCT pada setiap Solar Panel. Didapatkan daya rata-rata lebih besar pada Solar Panel menggunakan sistem pendingin dengan selisih 7.03 Watt lebih besar dibandingkan dengan Solar Panel yang tidak menggunakan sistem pendingin. Dengan rata-rata perbandingan suhu yang menggunakan sistem pendingin 12 °C lebih dingin dari pada yang tidak menggunakan sistem pendingin. Rata-rata perbedaan arus yang tidak menggunakan sistem pendingin lebih kecil 0.25 A dari pada yang menggunakan sistem pendingin, perbedaan tegangan yang menggunakan sistem pendingin lebih besar 0.98 V daripada yang tidak menggunakan sistem pendingin.

DAFTAR RUJUKAN

- Azzahra, S., Christiono, Samsurizal, Fikri, M., Titi Ratnasari, P., & JiharDamiri, D. (2019). Pemasangan Lampu Jalan Berbasis Solar Panel Untuk Penerangan Desa Citalak Ciomas Banten. *Terang*, 55-62.
- Damiri, D. J., & Lamania, R. R. (2023). Design and Simulation of On-Grid Rooftop Solar Power Plant (Rooftop PV) System on Office Buildings with a PLN Grid System. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 231 - 240.
- Harahap, H. A., Dewi, T., & Rusdianasari. (2019). Automatic Cooling System for Efficiency and Output Enhancement of a PV System Application in Palembang, Indonesia . *Journal of Physics: Conference Series*, 1-9.
- Hutajulu, A., Siregar, R. T., & Pambudi, I. (2020). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) on Grid Di Ecopark Ancol. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 22-30.
- Kusuma, K. B., Partha, C. G., & Sukerayasa, I. W. (2020). Perancangan Sistem Pompa Air DC Dengan PLTS 20 kWp Tianyar Tengah Sebagai Suplai Daya untuk Memenuhi Kebutuhan Air Masyarakat Banjar Bukit Lambuh. *I SPEKTRUM*, 46-56.
- LAKSANA, E. P., SANJAYA, OKTIVYANTO, SUJONO, BROTO, S., & NIFTY, F. (2022). Sistem Pendinginan Panel Surya dengan Metode Penyemprotan Air dan Pengontrolan Suhu Air menggunakan Peltier. *Elkomika*, 563=663.
- Meliala, S., Putri, R., Saifuddin, S., & Sadli, M. (2020). Perancangan Penggunaan Panel Surya Kapasitas 200 WP On Grid System pada Rumah Tangga di Pedesaan. *Journal of Electrical technology*.

- Napitupulu, R. A., Simanjuntak, S., & Sibarani, S. (2017). *Pengaruh Material Monokristal dan Polikristal Terhadap Karakteristik Sel Surya 20 WP Dengan Tracking Sistem Dua Sumbu*. MEDAN: UNIVERSITAS HKBP NOMMENSEN.
- Saputra, E., Purwanto, D., Rahim, S., & Bakhtiar, A. (2022). Peningkatan Performa Panel Surya dengan Sistem Pendingin Untuk Mereduksi Panas Permukaan. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*.
- Sariman, Agustina, S., Khori, M., & Bayusari, I. (2019). Analisa Efisiensi Pengaruh Parameter Cahaya Matahari pada Fotovoltaik 100WP Jenis Polikristal, Monokristal dan Amorphous di Laboratorium Riset Teknologi Energi UNSRI Indralaya. *Seminar Nasional AVoER XI2019*.
- Tijani, I. B., Hamadi, A. A., Naqbi, K. A., Almarzooqi, R. I., & Rahbi, N. K. (2018). Development of an automatic solar-powered domestic water cooling system with multi-stage Peltier devices. *Renewable Energy, ELSEVIER*.