

PENGARUH PENDINGINAN PANEL SURYA TERHADAP EFISIENSI DAYA KELUARANAbraham Sahat Salano Forestico¹, Yudi Setiawan², Saparin³, Jeri Ariksha⁴, Eka Sari Wijianti⁵^{1,2,3,4,5} Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Bangka Belitung

Kampus Terpadu UBB, Gedung Babel IV, Balunijuk, Merawang, Bangka, Bangka Belitung

jeriariksa@ubb.ac.id¹**Abstrak**

Solusi pemenuhan energi listrik di daerah pedalaman dapat terselesaikan dengan menggunakan sumber energi terbarukan seperti panel surya yang dapat dibangun pada daerah terpencil dan minim infrastruktur. Penggunaan panel surya sendiri membutuhkan suhu optimal pada 25°C, sementara itu pada saat siang hari suhu pada panel surya bisa mencapai 45°C suhu optimal tersebut, dengan itu perlu adanya pengoptimalan suhu kerja pada panel surya dengan diberikan pendinginan untuk meningkatkan daya keluaran pada panel surya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pendinginan pada panel surya yang menggunakan variasi pendinginan air pada suhu 25-70°C. Hasil dari penelitian didapatkan rerata efisiensi pada panel surya yang bersuhu air 60-70°C 11,42,% dengan rerata daya keluaran 19,58W, rerata efisiensi panel surya dengan air bersuhu 25-28°C adalah 12,40% rerata daya keluaran 21,26W dan rerata efisiensi panel surya tanpa air adalah 11,86% dengan rerata daya keluaran 20,34W. Dan untuk pengujian panel surya dengan penambahan pendinginan memberikan pengaruh terhadap daya keluaran dan efisiensi yang dihasilkan oleh panel surya.

Kata kunci : maksimum panel surya; daya keluaran; suhu; efisiensi.**Abstract**

The solution to the fulfillment of electrical energy in rural areas can be resolved by using renewable energy sources such as solar panels that can be built in remote areas and lack of infrastructure. The use of solar panels itself requires an optimal temperature at 25°C, while during the day the temperature on solar panels can reach 45°C the optimal temperature, therefore it is necessary to optimize the working temperature on solar panels by providing cooling to increase the output power on solar panels. This study aims to determine the effect of cooling on solar with water variation at 25-70°C. This test focuses on the effect of using data when and the output power value is at the highest point of the solar panel output power. The results of the study showed that the average efficiency of solar panels with water temperature 60-70 ° C was 11.42% with an average output power of 19.58W, the average efficiency of solar panels with water temperature 25-28 ° C was 12.40% with an average output power of 21.26W and the average efficiency of solar panels without water was 11.86% with an average output power of 20.34W. And for testing solar panels with the addition of cooling, it has an effect on the output power and efficiency produced by solar panels.

Key words : solar panel; output power; temperature; efficiency.**PENDAHULUAN**

Ketergantungan manusia terhadap penggunaan energi dalam beraktivitas saat ini semakin meningkat dikarenakan meningkatnya populasi manusia dan semakin banyak industri yang memerlukan energi. Sementara itu sumber energi utama yang digunakan adalah energi fosil berupa minyak bumi, gas bumi, dan batu bara yang terbatas juga merupakan energi tidak ramah lingkungan, jika terus digunakan maka akan merusak lingkungan dan

jumlahnya semakin terbatas. Oleh karena itu dibutuhkan sumber energi terbarukan yang dapat menggantikan sumber energi terbatas. Salah satu sumber energi yang memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi sumber energi terbarukan yang menggantikan energi terbatas adalah energi matahari (Abdussamad dkk., 2014) [1].

Pemanfaatan energi matahari dalam berbagai aspek kehidupan manusia menjadi fokus perhatian dalam era penelitian energi terbarukan. Salah satu teknologi yang terus dikembangkan adalah penggunaan sel surya untuk menghasilkan

listrik. Namun, efisiensi konversi energi dalam sel surya masih menjadi tantangan, terutama terkait perubahan kalor yang mempengaruhi kinerja sel. Laju perubahan kalor menjadi salah satu aspek kritis yang perlu dianalisis dalam pengembangan sel surya. Pendinginan yang optimal pada sel surya diharapkan dapat meminimalkan kerugian akibat panas serta mempertahankan efisiensi konversi energi yang maksimal (Putra, 2017) [2].

Pada Warsito dkk., 2013 [3] telah melakukan penelitian dengan membandingkan sel surya dengan kipas (*heatsink fan*) sebagai pendingin, dan sel surya tanpa pendinginan. Efisiensi sel surya meningkat dari 12,1 % menjadi 13,74 % setelah diberikan pendinginan. Berdasarkan penelitian tersebut dijelaskan bahwa sel surya berpendingin menghasilkan efisiensi lebih baik, namun pada penelitian tersebut tidak menganalisis penyerapan kalor yang terjadi pada sel surya berpendingin.

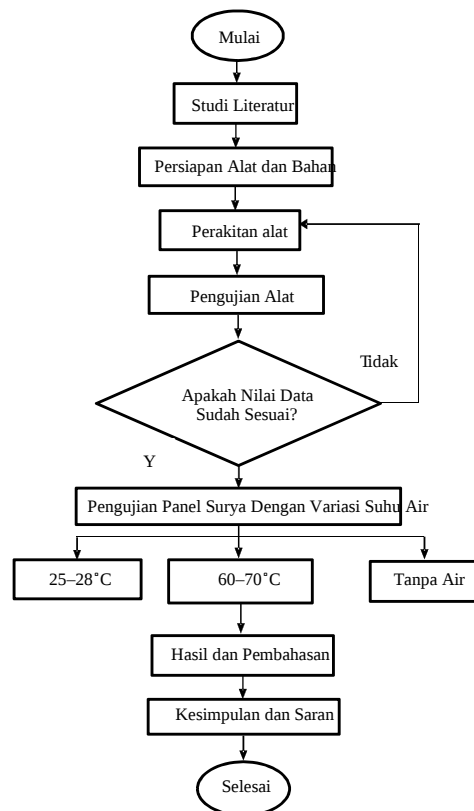
Penelitian yang dilakukan Bahari dkk, (2017) [4], bahwa performa panel sel surya sangat dipengaruhi oleh intensitas matahari pada suatu lokasi juga dipengaruhi oleh beberapa hal, yaitu cuaca, sudut datang sinar matahari di lokasi tersebut. Sudut datang sinar matahari di sebuah lokasi berbeda-beda tergantung dari garis lintangnya. Hubungan antara energi oleh suatu permukaan dengan sudut datang sinar matahari, dimana pada saat panel surya efek perubahan temperatur pada panel surya akan beroperasi secara optimal jika temperatur panel tetap pada 25°C, kenaikan temperatur lebih tinggi dari temperatur normal pada sel surya akan melemahkan tegangan. Pada temperatur lebih dari 45°C akan membuat panel surya mengalami penurunan paling signifikan, pemilihan variasi suhu panel surya memiliki dampak pada output dan efisiensi panel. Pada suhu 60°C, suhu ini dapat mempengaruhi efisiensi panel surya. Panel surya memiliki efisiensi yang lebih tinggi pada suhu yang lebih rendah. Namun, suhu yang terlalu rendah juga dapat mengurangi efisiensi dan mempercepat degradasi panel surya. Pada suhu 25°C, Suhu ini juga memengaruhi efisiensi panel surya. Efisiensi modul surya berubah tergantung pada suhu kerjanya, suhu 25°C umumnya digunakan sebagai referensi dalam mengukur efisiensi panel surya. Panel surya tanpa pendinginan suhu panel surya cenderung naik, yang dapat mengurangi efisiensi panel. Oleh karena itu, pendinginan diperlukan untuk mempertahankan suhu panel surya pada tingkat yang optimal.

Oleh karena itu pada penelitian ini digunakan air bersuhu lebih dari 60°C untuk membuat suhu kerja panel surya lebih dari 45°C. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis “pengaruh pendinginan panel surya terhadap

efisiensi daya keluaran” yang diberikan suhu perlakuan yang bervariasi. Sehingga panel surya tersebut yang diberikan suhu perlakuan yaitu pendingin air bersuhu 25-28°C dan pemanasan air bersuhu 60-70°C mengalir pada sisi bagian atas sel surya dan panel surya biasa tanpa perlakuan diuji untuk mengetahui laju sifat-sifat yang terjadi pada panel surya berpendingin, panel surya dengan air panas dan panel surya biasa.

METODE PENELITIAN

Penelitian pengaruh pendinginan pada panel surya terhadap daya keluaran dilakukan identifikasi variabel dengan menggunakan variabel bebas pada suhu air 25-28°C, 60-70°C, dan tanpa air. Variabel terikat pada penelitian ini adalah daya keluaran dan temperatur panel surya. Jenis penelitian yang dilakukan adalah eksperimental dengan mengukur efek langsung dari pendinginan terhadap efisiensi panel surya.

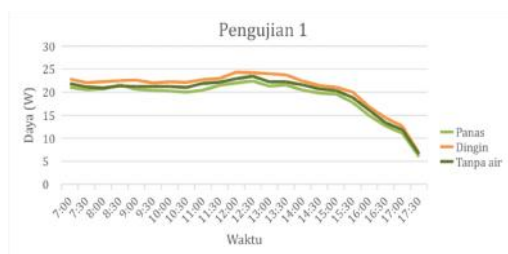


Gambar 1 Diagram penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Dalam pengujian eksperimental, dilakukan pengukuran suhu pada sel surya dilakukan secara serentak dalam tiga kondisi yaitu panel surya tanpa air, panel yang diberikan air panas bersuhu 60-70°C dan panel surya dengan menggunakan pendingin 25-28°C.



Gambar 2 Grafik pengujian 1

Pada data penelitian pengujian 1 merupakan data hasil pengukuran 3 (tiga) buah panel surya yang masing-masing panel memiliki kapasitas 20 Wp dengan jenis yang sama yaitu monocrystalline. Adapun pengukuran dilakukan secara serentak dalam tiga kondisi yaitu satu panel surya tanpa menggunakan pendingin, panel yang diberikan air panas bersuhu 60-70° dan panel surya dengan menggunakan air bersuhu 25-28°C. Daya keluaran tertinggi terjadi pada panel surya penambahan air 25-28°C yaitu 20,8V dan 1,1A, sedangkan terendah terjadi pada panel surya penambahan air 60-70°C yaitu 9,9V dan 1,12A.

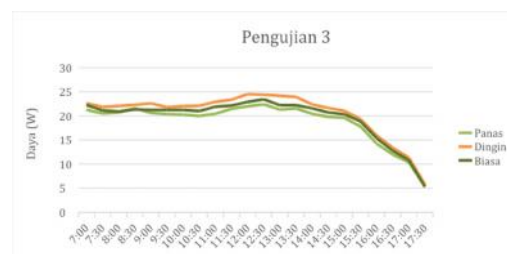
Grafik diatas yang menunjukkan bahwa penambahan air 25-28°C terhadap panel surya menunjukkan daya keluaran yang lebih besar dibandingkan dengan panel surya tanpa air dan lebih besar dibandingkan dengan panel surya yang telah menerima air 60-70°C. Keluaran maksimum pada saat menggunakan air pendingin. Dapat dilihat bahwa daya keluaran perlahan mengalami kenaikan hingga mencapai titik tertinggi pada pukul 12.00 dan mengalami penurunan hingga pukul 15.00 mengalami penurunan drastis hingga pukul 17.00.



Gambar 3 Grafik pengujian 2

Pada data penelitian pengujian 2 merupakan data hasil pengukuran 3 (tiga) buah panel surya yang masing-masing panel memiliki kapasitas 20 Wp dengan jenis yang sama yaitu monocrystalline. Adapun pengukuran dilakukan secara serentak dalam tiga kondisi yaitu panel surya tanpa menggunakan pendingin air, panel yang diberikan air panas bersuhu 60-70°C dan panel surya dengan menggunakan air bersuhu 25-28°C. panel surya dengan menggunakan pendingin. Daya keluaran tertinggi terjadi pada panel surya penambahan air 25-28°C yaitu 20,8V dan 1,18A, sedangkan terendah terjadi pada panel surya penambahan air 60-70°C yaitu 5,2V dan 1,02A.

Penambahan air 25-28°C terhadap panel surya menunjukkan daya keluaran yang lebih besar dibandingkan dengan panel surya tanpa air dan lebih besar dibandingkan dengan panel surya yang telah menerima air 60-70°C. Keluaran maksimum pada saat menggunakan air pendingin. Dapat dilihat bahwa daya keluaran perlahan mengalami kenaikan sampai terdapat fenomena mendung yang membuat penurunan daya keluaran pada pukul 10.00 hingga pukul 12.00. Daya keluaran mencapai titik tertinggi pada pukul 12.30 dan mengalami penurunan hingga pukul 15.00 mengalami penurunan drastis hingga pukul 17.00, hal ini dapat dilihat dari daya keluaran minimum yang terjadi pada pukul 17.00 jika dibandingkan dengan pengujian dihari yang lainnya.



Gambar 3 Grafik pengujian 3

PEMBAHASAN

Analisa daya terhadap panel surya tersebut dimaksudkan untuk mengetahui nilai efisiensi panel surya terhadap intensitas cahaya matahari yang diterima dan *losses* daya akibat temperatur permukaan panel surya yang panas, dimana dua hal tersebut sangat mempengaruhi ketercapaian panel surya dalam menghasilkan energi listrik [5]. [6] Panel surya akan beroperasi dengan baik apabila bekerja pada suhu operasinya yaitu sebesar 25°C dari kebanyakan kasus efisiensi panel surya menurun diakibatkan peningkatan suhu pada panel surya. [7]

Kenaikan temperatur pada permukaan sel surya, yang dapat menyebabkan penurunan efisiensi, dimana akan menghasilkan efisiensi dengan menggunakan rerata dari intensitas cahaya dan nilai daya keluaran.[8] Parameter perhitungan pada cahaya matahari yang dapat diukur hanya pada intensitas penerangan matahari dan suhu yang diukur adalah suhu pada permukaan modul panel surya. Hasil dari penelitian didapatkan efisiensi pada panel surya yang bersuhu air 60-70°C adalah 11,42% dengan rerata daya keluaran 19,58W, rerata efisiensi panel surya dengan air bersuhu 25-28°C adalah 12,40% rerata daya keluaran 21,26W dan rerata efisiensi panel surya tanpa air adalah 11,86% dengan rerata daya keluaran 20,34W.

Berdasarkan hasil eksperimen dan pembahasan data, teknik pendinginan air menjadi pilihan yang paling efektif dalam mengurangi penurunan efisiensi daya keluaran pada panel surya. Penggunaan teknik ini mampu menjaga suhu pada tingkat yang mendukung efisiensi konversi energi yang lebih tinggi pada sel surya. Menurut Green, (2018) [9] pada panel surya tanpa perlakuan hasil dari efisiensi dan keluaran ketika suhu panel melebihi 25°C lebih baik dibanding panel bersuhu air 60-70°C karena celah pita (band gap) pada semikonduktor panel surya yang merupakan rentang energi diantara pita konduksi dan pita valensi yang lebih kecil dari air bersuhu 60-70°C, untuk efisiensi dan keluaran pada panel surya yang bersuhu air 25-28°C dipengaruhi oleh temperatur kerja, bahwa semakin rendah suhu kerja panel surya, semakin tinggi juga konduktivitas listrik pada panel surya.. Hal ini terjadi karena celah pita (band gap) pada semikonduktor panel surya yang merupakan rentang energi diantara pita konduksi dan pita valensi yang mempengaruhi sifat optik pada panel surya. Pada panel surya yang bersuhu air 60-70°C celah pita (band gap) pada semikonduktor panel surya akan melebar akibat pertambahan suhu pada panel surya, semikonduktor dengan celah pita yang lebar mempengaruhi konduktivitas listrik panel surya. Band gap dalam panel surya juga dapat berpengaruh pada efisiensi panel surya. Panel surya dengan band gap yang lebih kecil akan lebih efisien dalam mengubah cahaya menjadi listrik. Namun, kita harus mengingat bahwa band gap dalam panel surya tidak langsung terkait dengan band gap dalam fisika, karena band gap dalam fisika hanya berlaku pada suatu material tertentu, sedangkan band gap dalam panel surya adalah suatu konsep yang dibuat untuk mengubah cahaya menjadi listrik.[10] Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi efisiensi panel surya adalah suhu pada modul panel surya. Efisiensi panel surya akan menurun seiring dengan terjadinya kenaikan suhu pada modul panel surya.

KESIMPULAN

Penelitian ini telah mengkaji pengaruh berbagai teknik pendinginan terhadap laju perubahan kalor dalam sel surya. Berdasarkan hasil eksperimen dan analisis data, diperoleh beberapa kesimpulan penting sebagai berikut:

1. Hasil dari penelitian didapatkan rerata efisiensi pada panel surya yang bersuhu air 60-70°C adalah 11,42,% dengan rerata daya keluaran 19,58W, rerata efisiensi panel surya dengan air bersuhu 25-28°C adalah 12,40% rerata daya keluaran 21,26W dan rerata efisiensi panel surya tanpa air adalah 11,86% dengan rerata daya keluaran 20,34W.
2. Penambahan pendinginan pada panel surya memberikan pengaruh terhadap daya keluaran yang dihasilkan oleh panel surya. Saat panel surya beroperasi pada suhu optimal (mendekati suhu 25°C) maka panel surya dapat merubah cahaya matahari yang masuk menjadi energi listrik dengan baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada pihak-pihak yang sudah terlibat pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdussamad, S., Dako, A. Y., Harun, E. H., Dan Amali, L. M. K. "Sistem Informasi Geografis Potensi Dan Pemanfaatan Energi Di Propinsi Gorontalo" Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo, 6. 2014.
- [2] Afif, M., dan Alwani, H. Pengaruh Parameter Cahaya Matahari Dan Suhu Terhadap Daya Keluaran Panel Surya Thin Film Jenis Amorphous.
- [3] Bahari, S., Laka, A., dan Rosmiati "Pengaruh Perubahan Arah Sudut Sel Surya Menggunakan Energi Matahari Intensitas Cahaya Terhadap Tegangan" Semnastek, November, 1–8. 2017.
- [4] Endriatno, N., Sudarsono, S., Sudia, B., Imran, A. I., Aminur, A., Dan Aksar, P. Analisis Potensi Energi Matahari Dikota Kendari. 2019.
- [5] Green, M. A. "Solar Cells: Operating Principles, Technology, And System Applications" 2018.
- [6] Gunoto, P., dan Hutapea, H. D. Analisa Daya Pada Panel Surya Di Pembangkit Listrik Tenaga Surya Rooftop On Grid Kapasitas 30 Kva Gedung Kantor. 2022.

- [7] Laksana, E. P., Sanjaya, O., Sujono, S., Broto, S., Dan Fath, N. Sistem Pendinginan Panel Surya Dengan Metode Penyemprotan Air Dan Pengontrolan Suhu Air Menggunakan Peltier. 2022.
- [8] Putra, E. J. E. "Analisa Sistem Penambahan Kolektor Surya Sebagai Penyuplai Panas Pada Sistem Pengereng Ikan" 2017.
- [9] Shanea Harafany, D., Prasetya, S., & Sukandi, A. Perbandingan Efisiensi Panel Surya Dengan Pemanfaatan Heatsink Dan Pengaruh Instalasi Sensor Pada Panel Surya. 2021.
- [10] Warsito, A., Adriono, E., Nugroho, M. Y., & Winardi, B "Dipo Pv Cooler, Penggunaan Sistem Pendingin Temperatur Heatsink Fan Pada Panel Sel Surya (Photovoltaic) Sebagai Peningkat Kerja Eergi Listrik Baru Terbarukan Metode ". Teknik Elektro. 2013.