

Pengaruh Flow Rate pada Sistem Pendinginan Panel Surya Monocrystalline 20 Wp

Sa'adatun Nisa' ¹, Bayu Rudiyanto ¹, Mochammad Nuruddin ¹, Ahmad Fahriannur ¹

¹Jurusan Teknik, Program Studi Teknik Energi Terbarukan, Politeknik Negeri Jember;

Email : nisanisa281201@gmail.com (S.N), bayu_rudiyanto@polije.ac.id (B.R), m_nuruddin@polije.ac.id (M.N); ahmad_fahriannur@polije.ac.id (A.F)

Abstrak : Indonesia merupakan negara astronomi yang memiliki 2 musin yaitu hujan dan panas sehingga sinar matahari terpancar sepanjang tahun. Pembangunan PLTS menjadi potensi EBT terbesar yaitu 3,295 GW. Panel surya bekerja optimal pada suhu 25°C sedangkan suhu di Indonesai sekitar <35°C maka dibutuhkan pendinginan untuk menjaga kestabilan suhu permukaan panel surya. berdasarkan 2 perlakuan yang telah diuji dengan 3 variasi *flow* yang berbeda didapatkan rata-rata daya keluaran panel surya tanpa pendinginan sebesar 5.56 Watt dan panel surya dengan pendinginan sebesar 5.55 Watt pada variasi *flow* 4 LPM. Hal ini terjadi karena adanya endapan pada permukaan panel surya dengan pendinginan serta laju aliran mempengaruhi daya serap panel surya terhadap iradiasi matahari.

Kata Kunci : Suhu, Daya Keluaran, Monokristal

Abstract : Indonesia is an astronomical country that has 2 seasons, namely rainy and hot so that the sun shines throughout the year. PLTS development is the biggest EBT potential, namely 3,295 GW. Solar panels work optimally at temperatures of 25°C while temperatures in Indonesia are around <35°C, so cooling is needed to maintain the stability of the surface temperature of the solar panels. based on the 2 treatments that have been tested with 3 different flow variations, the average output power of solar panels without cooling is 5.56 Watt and solar panels with cooling is 5.55 Watt at 4 LPM flow variations. This happens because of the presence of deposits on the surface of the solar panels with cooling and the flow rate affects the absorption of solar panels against solar irradiation.

Keywords: Temperature, Output Power, Monocrystalline

Jurnal Energi Baru & Terbarukan, 2023, Vol. 4, No. 3, pp 175 – 182

Received : 10 Mei 2023

Accepted : 16 Oktober 2023

Published : 25 Oktober 2023



Copyright: © 2022 by the authors. [Jurnal Energi Baru dan Terbarukan](#) (p-ISSN: [2809-5456](#) and e-ISSN: [2722-6719](#)) published by Master Program of Energy, School of Postgraduate Studies. This article is an open access article distributed under the terms and condition of the [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](#) (CC BY-SA 4.0).

1. Pendahuluan

Penggunaan energi listrik terus meningkat seiring dengan meningkatnya populasi manusia. Pemerintah terus mencari solusi agar permintaan energi listrik terpenuhi termasuk pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai jenis energi baru terbarukan yang memanfaatkan sinar matahari.

Potensi PLTS di Indonesia sekitar 3,295 GW (Sayhrial Ego, 2021). Hal ini didukung dengan letak astronomi Indonesia yang memiliki 2 musim yaitu hujan dan panas sehingga sinar matahari terpancar sepanjang tahun.

Suhu tertinggi pertanggal 8 mei 2022 mencapai $<35^{\circ}\text{C}$ sedangkan panel surya bekerja maksimal pada suhu 25°C . Menurut Harahap Partaonan (2020), semakin rendah suhu permukaan panel surya maka semakin tinggi efisiensinya. Efisiensi panel surya berbanding lurus dengan daya keluaran yang dihasilkan oleh panel surya. Berdasarkan hal itu diperlukan sistem pendinginan untuk menjaga dan mempertahankan kestabilan suhu permukaan panel surya.

Penelitian ini menggunakan 3 variasi *flow rate* yaitu 4 LPM, 6 LPM, dan 8 LPM dengan 2 perlakuan panel surya tanpa pendinginan dan panel surya dengan pendinginan. tujuannya untuk membandingkan daya keluaran terbaik yang dihasilkan oleh setiap variasi dan perlakuan.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Panel surya

Panel surya mengubah energi matahari menjadi energi listrik menggunakan prinsip p-n junction. Ketika tipe-p (muatan proton) bersentuhan dengan tipe-n (muatan elektron) maka muatan elektron akan berpindah ke tipe-p sehingga menimbulkan kutub positif pada tipe-p dan kutub negative pada tipe-n. terdapat 2 jenis panel surya yaitu *monocrystalline* dan *polycrystalline*. *Monocrystalline* merupakan jenis panel surya yang menggunakan silikon murni sehingga nilai efisiensinya sekitar 15-20% sedangkan *polycrystalline* merupakan jenis panel surya campuran yang memiliki efisiensi sekitar 13-18%.

2.2. Rotameter

Rotameter merupakan alat ukur laju aliran fluida atau gas yang berbentuk persegi panjang dan terdapat pelampung pada bagian dalam yang berfungsi sebagai penunjuk laju aliran. Satuan rotameter adalah LPM (liter permenit) atau GMP (galon permenit).

2.3. Immersion cooling

Immersion cooling merupakan teknik pendinginan dimana peralatan direndam dalam suatu cairan untuk mempertahankan atau menjaga kestabilan suhunya.

2.4. Mineral oil

Mineral oil merupakan cairan dielektrik berasal dari minyak mentah yang bersifat dielektrik, tidak berwarna, dan tidak berbau sehingga cocok digunakan untuk sistem pendinginan.

Tabel 1. Sifat Fisik *Mineral Oil*

Tipe	Nilai
Spesifik <i>gravity</i>	0.8555
Massa jenis	0.8493 g/cm ³
Tingkat kekentalannya	2.3 pada suhu 50°C sampai 2.1 pada 200°C.
<i>Temperature</i>	40°C
Indeks bias	1.47-1.48

2.5. Pengaruh pendinginan terhadap panel surya

Semakin rendah suhu permukaan panel surya maka semakin tinggi efisiensinya (Harahap Partaonan, 2020) sedangkan iqtimal, zian dkk (2018) dalam jurnal tiyas, pk (2020), mengatakan semakin besar suhu panel surya maka akan berdampak pada daya keluaran yang dihasilkan.

3. Metode penelitian

Metode penelitian yang digunakan yaitu eksperimen kuantitatif yang disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Penelitian dilakukan selama 9 hari dengan variasi *flow rate* 4 LPM, 6 LPM, dan 8 LPM dimana masing-masing variasi dilakukan selama 3 hari mulai pukul 09.00-14.00 wib dengan interval waktu 5 menit. Alat dan material yang digunakan yaitu Avometer, ampere meter, rotameter, solar power meter, pompa aquarium, panel surya *monocrystalline* 20 Wp, cairan, dan lampu DC 35 Watt.

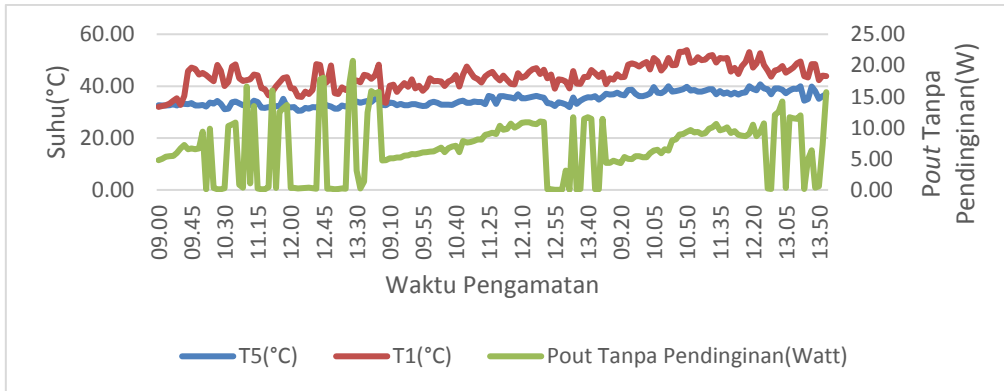
4. Data dan Pembahasan

Panel surya tanpa pendinginan dan panel surya dengan pendinginan diletakkan sejajar untuk mendapatkan iradiasi matahari yang sama. suhu yang diukur ada 5 yaitu, suhu panel surya tanpa pendinginan (T1), suhu cairan pendinginan (T2), suhu panel surya dengan pendinginan (T3), suhu outlet rotameter (T4), dan suhu lingkungan (T5).

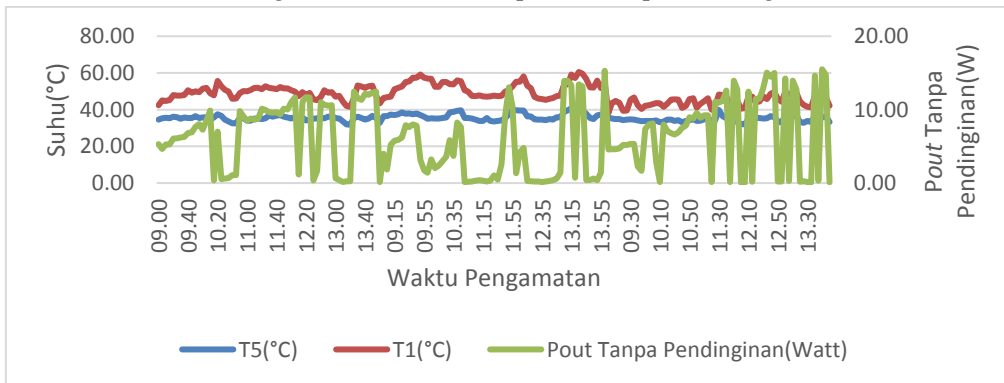


Gambar 1 Proses Pengambilan Data

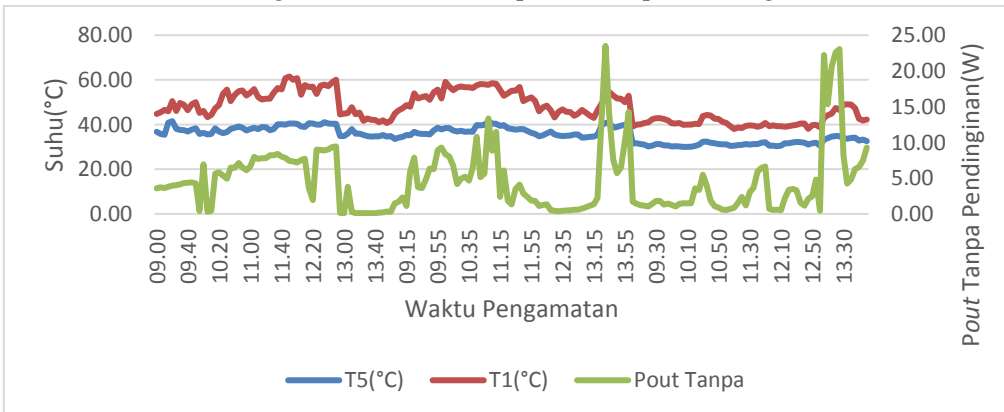
4.1. Pengaruh Suhu Terhadap Daya Keluaran Panel Surya Tanpa Pendinginan



Gambar 2 Grafik Pengaruh Suhu Terhadap *Pout* Tanpa Pendinginan Variasi 4 LPM



Gambar 3 Grafik Pengaruh Suhu Terhadap *Pout* Tanpa Pendinginan Variasi 6 LPM

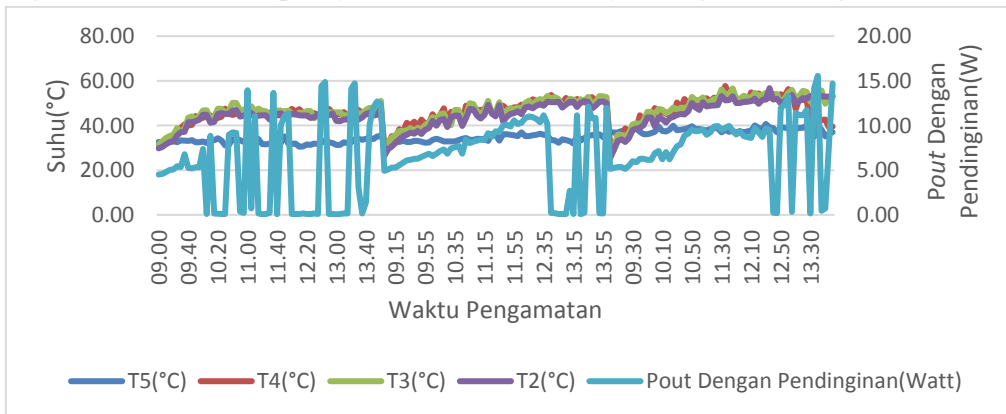


Gambar 4 Grafik Pengaruh Suhu Terhadap *Pout* Tanpa Pendinginan Variasi 8 LPM

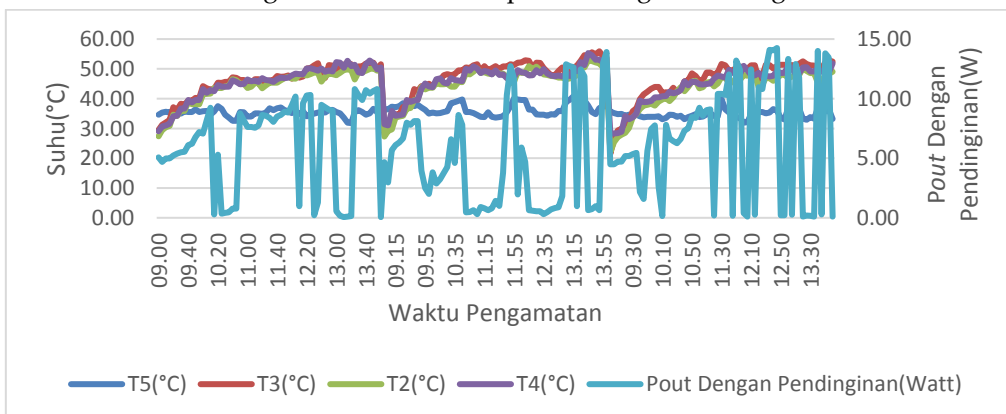
Berdasarkan grafik diatas menunjukkan semakin tinggi suhu lingkungan maka semakin tinggi suhu panel surya berbeda dengan daya output yang semakin kecil. Gambar 2 dan 3 menunjukkan grafik yang hampir sama karena iradiasi dan cuaca pada saat proses pengambilan data cerah berawan cenderung stabil sehingga tidak ada lonjakan ekstrim. Berbeda pada gambar 4 terlihat jelas pada pukul 13.30 wib dihari kedua lonjakan daya keluaran sangat tinggi hal ini karena adanya perubahan sinar iradiasi matahari yang terjadi dalam beberapa detik sedangkan proses pengambilan data diambil dengan interval waktu 5 menit.

Laju aliran 4 LPM menghasilkan daya keluaran sebesar 6.69 Watt sedangkan T1 43.78°C dan T5 34.91°C, laju aliran 6 LPM menghasilkan daya keluaran 6.06 Watt sedangkan T1 48.48°C dan T5 35.52°C, dan laju aliran 8 LPM menghasilkan daya keluaran 4.62 Watt sedangkan T1 47.77°C dan T5 35.51°C. selain suhu permukaan panel surya terdapat beberapa factor yang mempengaruhi bear kecilnya daya keluaran panel surya tanpa pendingin yaitu kondisi cuaca yang berubah-ubah, gumpalan awan yang menutupi cahaya matahari, dan endapan kotoran pada permukaan panel surya.

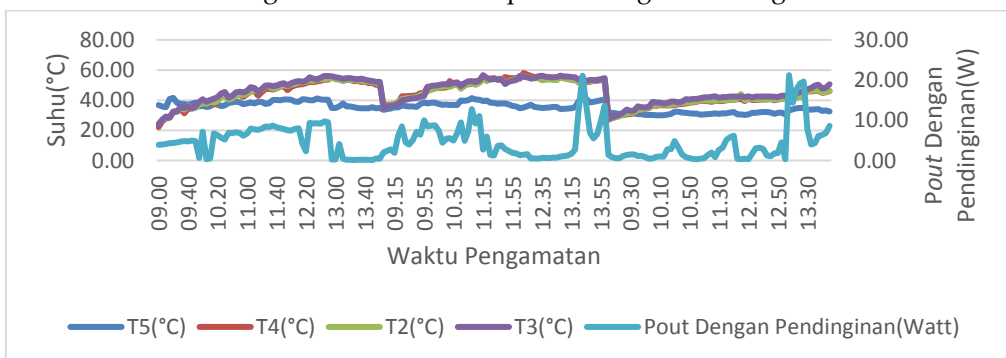
4.2. Pengaruh Suhu Terhadap Daya Keluaran Panel Surya Dengan Pendinginan



Gambar 5 Grafik Pengaruh Suhu Terhadap Pout Dengan Pendinginan Variasi 4 LPM



Gambar 6 Grafik Pengaruh Suhu Terhadap Pout Dengan Pendinginan Variasi 4 LPM



Gambar 7 Grafik Pengaruh Suhu Terhadap Pout Dengan Pendinginan Variasi 4 LPM

Berdasarkan gambar 5, 6, dan 7 daya keluaran panel surya tanpa pendinginan dipengaruhi oleh suhu yang terperangkap cairan pendinginan atau akibat adanya perpindahan panas konveksi sehingga suhu panel surya tidak dapat mengalami kenaikan atau penurunan secara signifikan. Berbeda dengan suhu lingkungan yang berubah-ubah dan berbanding lurus dengan iradiasi matahari atau cahaya matahari. Namun di beberapa kondisi suhu lingkungan rendah dan iradiasi meningkat biasanya terjadi pasca gerimis tetapi tidak ada awan yang menutupi matahari.

Daya keluaran terbesar yaitu pada laju aliran 4 LPM sebesar 6.56 Watt sedangkan T2 44.64°C, T3 46.63°C, T4 45.57°C, T5 34.91°C. Laju aliran 6 LPM sebesar 5.83 Watt sedangkan T2 44.19°C, T3 46.51°C, T4 45.38°C, T5 45.52°C. Laju aliran 8 LPM sebesar 4.57 Watt sedangkan T2 44.71°C, T3 45.90°C, T4 44.65°C, T5 35.5°C. Semakin besar laju aliran maka semakin kecil daya keluaran yang dihasilkan hal ini disebabkan karena panel surya tidak dapat bekerja secara maksimal akibat laju aliran yang cepat. Selain itu, cairan pendingin yang digunakan banyak dan terdapat endapan kotoran diatas permukaan panel surya.



Gambar 8 Panel Surya Dengan Pendinginan

4.3. Daya Keluaran Panel Surya

Daya keluaran yang dihasilkan panel surya menunjukkan banyaknya iradiasi yang diserap oleh sel-sel surya. Iradiasi matahari berbanding lurus dengan daya keluaran semakin besar iradiasinya maka semakin besar daya keluaran yang dihasilkan. Iradiasi cenderung berbanding lurus dengan suhu lingkungan namun berbanding terbalik dengan suhu permukaan panel surya.

Pada variasi 4 LPM rata-rata daya output panel surya tanpa pendinginan sebesar 5.56 Watt dan daya keluaran panel surya dengan pendinginan sebesar 5.55 Watt dengan iradiasi 789.49 W/m². Variasi 6 LPM rata-rata daya keluaran panel surya tanpa pendinginan sebesar 4.91 Watt dan rata-rata daya keluaran dengan pendinginan sebesar 4.80 Watt dengan iradiasi 737.68 W/m². Variasi 8 LPM rata-rata daya keluaran panel surya tanpa pendinginan 3.76 Watt dan rata-rata daya keluaran panel surya dengan pendinginan 3.75 Watt dengan iradiasi 669.84 W/m². Semakin kecil laju aliran yang digunakan maka semakin besar daya keluaran yang dihasilkan hal ini karena laju aliran mempengaruhi daya serap permukaan panel surya. Berdasarkan tabel 2 daya keluaran panel surya tanpa pendinginan lebih besar dibandingkan daya keluaran dengan panel surya.

Tabel 2. Data yang Diambil

	Tanpa Pendinginan					Dengan Pendinginan				
	V	I	Irada	P	η	V	I	Irada	P	η
4 lpm	4.56	0.85	637.15	3.88	3.02	3.81	0.83	637.15	3.18	2.48
	5.32	1.09	835.81	5.80	3.44	5.76	1.05	835.81	6.07	3.60
	6.15	1.14	895.51	7.02	3.89	6.33	1.17	895.51	7.39	4.09
Mean	5.34	1.03	789.49	5.56	3.45	5.30	1.02	789.49	5.55	3.39

	5.77	1.06	791.13	6.10	3.82	5.11	1.05	791.13	5.37	3.37
6 lpm	3.52	0.85	634.80	3.01	2.35	4.18	0.86	634.80	3.60	2.81
	5.35	1.05	787.10	5.64	3.55	5.21	1.04	787.10	5.41	3.41
Mean	4.88	0.99	737.68	4.91	3.24	4.83	0.98	737.68	4.80	3.20
	4.33	0.91	716.16	3.93	2.72	4.57	0.92	716.16	4.19	2.90
8 lpm	4.20	0.99	717.51	4.16	3.88	4.40	0.99	717.51	4.34	3.00
	4.04	0.79	575.85	3.19	2.74	3.53	0.77	575.85	2.72	2.34
Mean	4.19	0.90	669.84	3.76	2.78	4.17	0.89	669.84	3.75	2.75

5. Kesimpulan

Daya keluaran dipengaruhi oleh iradiasi matahari dan suhu permukaan panel surya. Semakin tinggi iradiasi matahari maka semakin besar daya keluaran yang dihasilkan dan semakin tinggi suhu permukaan panel surya maka semakin kecil daya keluaran yang dihasilkan. berdasarkan 2 perlakuan dengan 3 variasi *flow* yang berbeda, rata-rata daya keluaran panel surya tanpa pendinginan dan panel surya dengan pendinginan berada pada variasi 4 LPM yaitu sebesar 5.56 Watt dan 5.55 Watt. Panel surya tanpa pendinginan lebih besar 0.01 Watt karena pada permukaan panel surya dengan pendinginan terdapat endapan kotoran yang mengganggu proses penyerapan iradiasi matahari.

Daftar Pustaka

- BMKG. BMKG: Panas dan Sumuk di Sebagian Wilayah Indonesia Diampifikasi oleh Tertahannya Udara Panas Akibat Pusaran Kembar di Samudra Hindia Barat Sumatera. In <https://www.bmkg.go.id/press-release/?p=bmkg-panas-dan-sumuk-di-sebagian-wilayah-indonesia-diampifikasi-oleh-tertahannya-udara-panas-akibat-pusaran-kembar-di-samudera-hindia-barat-sumatera&tag=press-release&lang=ID>. 2022.
- CNN Indonesia. Potensi EBT 3.686 Gigawatt, RI Baru Gunakan 0.3 Persen. In <https://www.cnnindonesia.com/ekonomi/20211207115248-85-730870/potensi-ebt-3686-gigawatt-ri-baru-gunakan-03-persen>. 2021
- Fauzi, Ridwan. "Sistem Pendinginan Panel Surya Otomatis Untuk Meningkatkan Daya Listrik Yang Dihasilkan". Skripsi. 2020.
- Harahap Partaonan. Pengaruh Temperatur Permukaan Panel Surya Terhadap Daya Yang Dihasilkan Dari Berbagai Jenis Sel Surya. 2, 73–80. 2020.
- Humas EBTKE. EBT : Strategi Ampuh Dorong Perekonomian Nasional Pasca Pandemi Covid-19. In <https://ebtke.esdm.go.id/post/2020/10/22/2665/ebt.strategi.ampuh.dorong.perekonomian.nasional.pasca.pandemi.covid-19>. 2020.
- Julisman, A., Sara, I. D., Siregar, R. H., Elektro, J. T., & Komputer, D. Prototipe Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Pada Sistem Otomasi Atap Stadion Bola. 2(1), 35–42. 2017.
- Kusumaning Tiyas, P., & Widyartono, M. (n.d.). Pengaruh Efek Suhu Terhadap Kinerja Panel Surya.
- Lestari V.P. "Ringkasan Permasalahan dan Tantangan Program Peningkatan Kontribusi Energi Baru dan Terbarukan dalam Bauran Energi Nasional". In <https://berkas.dpr.go.id/puskajiakn/analisis-ringkas-cepat/public-file/analisis-ringkas-cepat-public-21.pdf>. 2021.

Mehrotra, S., Rawat, P., Debbarma, M., & Sudhakar, K. (n.d.). Performance Of A Solar Panel With Water Immersion Cooling Technique.

Miraj Setiavi, W., Prasetya, S., Sukandi, A. Studi Teknik Konversi Energi, P., Teknik Mesin, J., Negeri Jakarta, P., & A Siwabessy, J. G. (n.d.-a). Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta, p435-p443 Efek Sistem Pendingin Air pada Panel Surya 10 Wp dengan Metode Aliran Air Diatas Permukaan. 2021.

Primadhita Safyra. 2021. "Potensi EBT 3.686 Gigawatt, RI Baru Gunakan 0,3 Persen". In <https://www.cnnindonesia.com/ekonomi/20211207115248-85-730870/potensi-ebt-3686-gigawatt-ri-baru-gunakan-03-persen>. 2022.

Shkol'nikov, V. M., et al. "Electrical and viscosity properties of mineral oil components". Chemistry and Technology of Fuels and Oils. Springer New York. 13 (7): 479. 1977.

Suryana D., dan M. M.Ali. "Pengaruh Temperratur/Suhu Terhadap Tegangan yang Dihasilkan Panel Surya Jenis Monokristalin". 2. Hal. 73-80. 2016.

Swatara Loegimin, M., Sumantri, B., Ari Bagus Nugroho, M., Ayub Windarko, N., Elektronika Negeri Surabaya Jl Raya ITS, P., & Sukolilo, K. Sistem Pendinginan Air Untuk Panel Surya Dengan Metode Fuzzy Logic. In Jurnal Integrasi (Vol. 21, Issue 1). 2020.

Risya HB. BMKG: Panas dan Sumuk di Sebagian Wilayah Indonesia Diampifikasi Oleh Tertahankannya Udara Panas Akibat Pusaran Kembar di Samudera Hindia Barat Sumatera. <https://www.bmkg.go.id/press-release/?p=bmkg-panas-dan-sumuk-di-sebagian-wilayah-indonesia-diampifikasi-oleh-tertahannya-udara-panas-akibat-pusaran-kembar-di-samudera-hindia-barat-sumatera&tag=press-release&lang=ID> . 2022

Wahyu Kuncoro, L. Pendinginan Immersion Cooling Mineral Water. Skripsi. 2019.

Wicaksana A.G., Karnoto, dan Bambang W. "Analisis Pengaruh Perubahan Temperatur dan Iradiasi pada Tegangan, Arus dan Daya Keluaran PLTS Terhubung Grid 380 V". Transient. Vol.6, No.2. Hal: 202-208. 2017.